

**Universidade Federal de Santa Catarina**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**

**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**USO DE AMBIENTES VIRTUAIS ATRAVÉS DA INTERNET NO  
ENSINO A DISTÂNCIA: APLICAÇÃO NO CEFET/RN**

**Dissertação de Mestrado**

**Reginaldo Araújo Falcão**

**Florianópolis**

**2001**

**USO DE AMBIENTES VIRTUAIS ATRAVÉS DA INTERNET NO  
ENSINO A DISTÂNCIA: APLICAÇÃO NO CEFET/RN**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**

**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**USO DE AMBIENTES VIRTUAIS ATRAVÉS DA INTERNET NO  
ENSINO A DISTÂNCIA: APLICAÇÃO NO CEFET/RN**

**Reginaldo Araújo Falcão**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção**

**Florianópolis**

**2001**

**Reginaldo Araújo Falcão**

**USO DE AMBIENTES VIRTUAIS ATRAVÉS DA INTERNET NO  
ENSINO A DISTÂNCIA: APLICAÇÃO NO CEFET/RN**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, fevereiro de 2001.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Dr.  
Coordenador do Curso

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_  
Prof. Fernando Álvaro Ostuni Gauthier, Dr.  
**Orientador**

\_\_\_\_\_  
Prof. Alejandro Martins Rodriguez, Dr.

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Ana Maria Benciveni Franzoni, Dra.

A DEUS, por possibilitar minha existência.

Aos meus bons espíritos, os quais sempre me acompanham, ajudam e me  
aconselham nessa vida.

A minha esposa, Graças, pela dedicação, paciência e paz que sempre a mim  
direcionou.

Às minhas filhas, Regina e Marília, por terem entendido as minhas ausências  
em casa.

Ao meu amado e querido neto, Patrick, por ter me fornecido as constantes  
renovações de energia, alegria, carinho, sinceridade e paz nos momentos  
que mais precisei.

## *Agradecimentos*

São muitos os meus agradecimentos, mas algumas pessoas e entidades foram marcantes em mais uma etapa da minha vida e, com a satisfação e alívio do dever cumprido, quero agradecer, de todo coração, as seguintes:

Ao meu orientador, Professor Doutor Fernando Álvaro Ostuni Gauthier, pela confiança em mim depositada e pela colaboração prestada durante todo o tempo em que decorreu o curso de Mestrado.

À Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade, presteza dedicação e organização no decorrer deste Curso de Mestrado, principalmente a todo o pessoal do Laboratório de Ensino a Distância (LED), com uma dedicação especial a Sônia Inez Grüdtner e a professora Marialice de Moraes que tanto nos ajudou com sua simpatia, disposição e alegria contagiantes.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, por possibilitar a realização deste curso e por nos ter apoiado com estrutura e dedicação.

A todos os professores que lecionaram neste Curso de Mestrado, os quais sempre nos apoiaram e foram decisivos, quando nos transmitiram informações valiosíssimas e, que através dessas, proporcionaram um aumento substancial nos nossos conhecimentos.

Ao meu grande amigo, José Carlos Guedes dos Prazeres Miranda, professor do Instituto da Guarda de Portugal, que através dos seus ensinamentos e treinamento em realidade virtual, possibilitou-me ter um aprendizado nessa área, ajudando efetivamente na conclusão desta dissertação.

Ao professor Dr. Otávio Augusto de Araújo Tavares, Diretor de Ensino do CEFET/RN em Natal e doutor na área de educação que, além de um grande amigo, apoiou, incentivou e me ajudou, em todos os momentos que precisei, a ampliar os meus poucos conhecimentos na área de educação, o que foi de uma grande valia para esta dissertação.

Ao professor Carlos Alberto de Jesus, por ter feito um grande esforço em conseguir tempo para ajudar na leitura e revisão de toda a dissertação

Ao professor Carlos Avelino de Barros, que nos orientou na construção do modelo no que diz respeito aos conhecimentos e fundamentos de eletrônica, os quais nos possibilitou concluir o nosso modelo educacional para a aplicação imediata em sala de aula.

À professora Deuselina Oliveira Alcântara pela consideração, amizade que só os, de fato amigos, fazem e de coração, como ela fez a revisão de português.

Aos colegas de mestrado, sempre dispostos e determinados a ajudar, e que através dessa determinação a certeza que nada faltaria, como realmente aconteceu.

Aos técnicos em Informática, João Victor Moreira Rebouças, Luciane de Matos Liberato, Ítalo Rebouças Castro, José Alex Medeiros de Lima e Emerson Gadelha Lacerda, como componentes da equipe EDAV, por terem sido de grande ajuda nos trabalhos com os ambientes virtuais, como também na implantação da cultura de realidade virtual no ensino no CEFET/RN.

Ao meu amado e querido neto, Patrick Márcio de Oliveira, que foi e é, para mim, a válvula de escape em todos os momentos da minha vida; sempre me levantando o ânimo e a alegria de viver, demonstrando isso quando esbanja, através do seu lindo sorriso, a paz, a sinceridade e a inocência que somente as crianças podem transmitir. Isso para mim é uma bênção de Deus.

Às minhas filhas queridas, Regina Márcia e Marília Letícia, que tiveram uma paciência enorme em suportar e ainda apoiar esse cansado, mas orgulhoso e feliz pai, por ter duas filhas de tão grande valor, em todos os sentidos. Obrigado!

A todos os que por um lapso de memória deixei de citar.

E finalmente, o maior de todos os agradecimentos, que é a minha amada esposa, Maria das Graças dos Santos Falcão, por todo o carinho, toda a dedicação, paciência, colaboração e paz transmitidas a todo o momento e que somente Deus poderá retribuir tudo que me deu. É por esses e outros motivos, não menores, que eu pude superar todos os obstáculos, em todos os momentos de minha vida, e em especial, o desse Mestrado.

A todos os bons espíritos que sempre me acompanham, ajudam e protegem, o meu agradecimento e a felicidade que transborda a todo o momento em meu coração pôr ter-los comigo. O meu muito obrigado, mas, muito obrigado mesmo, a todos.

A Deus, que com sua sabedoria, sempre nos ilumina e guia pelos bons caminhos, o que graças a Ele, também não foi diferente comigo.

*“Quero que meus alunos saibam como viver vidas produtivas e recompensadoras. A tecnologia é uma parte cada vez mais importante na vida, no trabalho e na convivência do mundo de hoje. O papel essencial para os professores, no meu modo de entender, é introduzir os alunos em algumas possibilidades dessa nova cultura, dar-lhes a oportunidade de participar e usufruir tudo isso.”*

**John Graves.**



## Sumário

Lista de Figuras .....	ix
Lista de Tabelas .....	x
Lista de Reduções .....	xi
<b>Capítulo I – Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 - Considerações Iniciais .....	1
1.2 – Justificativa .....	2
1.3 – Objetivos .....	4
1.3.1 – Objetivo Geral.....	4
1.3.2 – Objetivos Específicos .....	4
1.4 – Estrutura da Dissertação.....	4
<b>Capítulo II – Fundamentos Teóricos.....</b>	<b>7</b>
2.1 - Introdução .....	7
2.2 – Contextualização da Pesquisa.....	8
2.3 – Microfotônica .....	12
2.4 – Fundamentos da Aprendizagem.....	13
2.5 – Resumo .....	26
<b>Capítulo III – Educação a Distância.....</b>	<b>28</b>
3.1 - Introdução .....	28
3.2 – Expectativas da Educação a Distância .....	29
3.3 – Histórico da Educação a Distância.....	30
3.4 – O Conceito de “Educação a Distância” .....	31
3.5 – As Gerações de Educação a Distância .....	33
3.6 – Vantagens e Limitações da Educação a Distância .....	35
3.7 – Educação ON-LINE.....	37
3.7.1 – Aprendizagem Colaborativa .....	38
3.7.2 – Aprendizagem Ativa.....	39
3.7.3 – Aprendizagem Interativa .....	39
3.7.4 – Estrutura para uma Educação <i>ON-LINE</i> .....	40
3.8 – Modelos de EaD .....	44
3.9 – Internet na Sala de Aula .....	47
3.10 – Educação a Distância no CEFET/RN.....	53
3.11 – Resumo.....	55
<b>Capítulo IV - Gráficos 3D na Internet.....</b>	<b>57</b>
4.1 - Introdução .....	57
4.2 – Ambientes Virtuais na Internet – Conceitos Gerais de Gráficos 3D .....	58
4.3 – Histórico da Criação da VRML .....	58
4.4 - Visualização de Cenas Virtuais .....	63
4.5 – Navegação e Interação .....	65
4.6 – Exemplos de VRML na Internet.....	65
4.7 - Criação de Ambientes Virtuais.....	66
4.8 - Editor de Texto.....	67
4.9 – Modeladores VRML .....	68
4.10 - Características dos Ambientes VRML.....	69
4.11 - Servidores de Ambientes VRML.....	70
4.12 - Resumo .....	71
<b>Capítulo V – Virtual Reality Modeling Language - VRML .....</b>	<b>72</b>
5.1 – Considerações Iniciais.....	72
5.2 – Introdução .....	72
5.3 - Primitivas da VRML.....	73
5.4 - Definição e Utilização de Nós.....	73
5.4.1 - Campos de um <b>Nó</b> .....	76
5.4.2 - Entradas e Saídas de um <b>Nó</b> .....	78
5.6 – Extrusão de Figuras .....	81
5.7 - Hierarquia de Cenas .....	82

5.8 - Aparências dos Objetos.....	84
5.8.1 - Material .....	85
5.8.2 - Texturas.....	85
5.9 - Iluminação de Cenas.....	88
5.10 - Aplicação de Sensores .....	90
5.11 - Interpoladores.....	93
5.12 - Animação .....	93
5.13 – Utilização de <i>Inlines</i> .....	97
5.14 – Utilização de <i>Billboard</i> .....	97
5.15 – Aplicação dos LODs .....	98
5.16 – Navegação .....	98
5.17 – Pontos de Visão .....	100
5.18 - Resumo .....	100
<b>Capítulo VI – Construção de um Modelo Educacional.....</b>	<b>102</b>
6.1 - Introdução .....	102
6.2 – Concepção .....	103
6.3 – Aplicação .....	106
6.3.1 – Descrição da Construção do Modelo Educacional .....	107
6.3.2 – Imagens da Construção do Modelo Educacional.....	108
6.4 – Resumo .....	112
<b>Capítulo VII - Conclusões .....</b>	<b>113</b>
7.1 – Considerações Iniciais sobre as Conclusões .....	113
7.2 – Perspectivas de Trabalhos Futuros.....	119
Referências Bibliográficas .....	122
Bibliografia .....	125

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A Circulação das Interfaces no começo do Terceiro Milênio .....	11
Figura 2 – Domínio Afetivo definido por Bloom.....	14
Figura 3 – Divisões do Cérebro .....	17
Figura 4 – Esquema da Arquitetura Cognitiva de Richard.....	19
Figura 5 – Representação das Inteligências Múltiplas de Gardner.....	23
Figura 6 - Modelo Sistêmico de Moore para EaD .....	46
Figura 7 – Internet na Sala de Aula .....	53
Figura 8 – Barra de Navegação do Cosmo Player .....	64
Figura 9 – Fortaleza dos Reis Magos, exemplo de um Modelo em VRML .....	66
Figura 10 – Código Fonte em VRML feito no Editor de Texto <i>WordPad</i> .....	68
Figura 11 – Apresentação no <i>Cosmo Player</i> do Código VRML da figura 10 ....	68
Figura 12 – Modelador VRML: <i>Cosmo Worlds</i> da <i>Silicon Graphics</i> .....	69
Figura 13 – Primitivas da VRML vistas pelo Plug-in <i>Cosmo Player</i> .....	73
Figura 14 – <i>Shape</i> com Textura .....	79
Figura 15 – Código Fonte da Figura 14 .....	80
Figura 16 – Extrusão de um Polígono .....	82
Figura 17 – Modelo Educacional .....	83
Figura 18 – Hierarquia de uma Cena.....	84
Figura 19 – Mapeamento de Textura por definição do Nó <i>IndexedFaceSet</i> .....	87
Figura 20 – ImageTexture por um Nó <i>IndexedFaceSet</i> .....	88
Figura 21 – Sistema de Coordenadas do Nó <i>MovieTexture</i> .....	88
Figura 22 – Definições da Fonte de Luz <i>SpotLight</i> .....	89
Figura 23 – Dados de um Avatar .....	99
Figura 24 – Planificação Processual de Criação de um Ambiente VRML .....	104
Figura 25 – Modelo em VRML com a Edição no Formato <i>Wireframe</i> do <i>Cosmo Worlds</i> .....	109
Figura 26 – Início da Construção do Modelo Educacional.....	110
Figura 27 – Byte em Fluxo do Teclado ao Controlador .....	110
Figura 28 – Byte transformado em Código ASCII em direção a CPU(cor vermelha).....	111
Figura 29 – Caractere ASCII sendo enviado da CPU aos Chips da Memória RAM.....	111
Figura 30 – Vista da Placa de Vídeo com destaque do Nó <i>Panel</i> com um Texto Incluso .....	112
Figura 31 - Proposta de Sistematização da EaD com Hipermissão no CEFET/RN .....	117

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características de um Ambiente VRML.....	70
Tabela 2- Divisão dos vários tipos de Nós por Categorias. ....	74
Tabela 3 - Definição e utilização de Nós (DEF/USE).....	78
Tabela 4 – Comparação entre Arquivos Otimizados e Não-Otimizados em VRML.....	108

## LISTA DE REDUÇÕES

### Abreviaturas

3D	Terceira Dimensão
ATM	Asynchronous Transfer Mode
CDF	Cyberspace Development Format
CD-ROM	Compact Disc – Read Only Memory
CSS	Cascade Style Sheet
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing – Multiplexação de Divisão de Onda Densa
EaD	Educação a Distância
GIF	Graphics Interchange Format
HD	Hard Disk – periférico de armazenamento denso de dados
HD PLANA	Tela Plana de Alta Definição
HIPERMÍDIA	Hipertexto + Multimídia
HTML	HiperText Markup Language
INTERNET	Rede Mundial de Computadores
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LOD	Level of Detail
MCT	Memória de Curto Termo
MIME	Multipurpose Internet Mail Extension
MLT	Memória de Longo Termo
MPEG-4	Motion Pictures Experts Group – Release 4
PLUG-IN	Programas que adicionam capacidades originalmente não existentes ao browser
PNG	Portable Network Graphics
QI	Quociente de Inteligência
RDSI	Rede Digital de Serviços Integrados
RGB	Read Green Blue Color Specifications
SQL	Structured Query Language
TCP-IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
VAG	VRML Architect Group
VRML	Virtual Reality Modeling Language
WWW	World Wide Web ou Web
XML	Extensible Markup Language

### Siglas

ABRAE	Associação Brasileira de Estudos das Inteligências Múltiplas e Emocional
CEFET/RN	Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte
CERN	Centre Européen de Recherche Nucléaire
EDAV	Equipe de Desenvolvimento para construção de Ambientes Virtuais do CEFET/RN
IBM	International Business Machines
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
MEB	Movimento de Educação de Base

**Siglas (cont.)**

MSDL	Manchester Scene Description Language
OOGL	Object Orientated Geometry Language
SACI	Sistema Avançado de Comunicações Interdisciplinares
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas
SENAC	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SIGI	Silicon Graphics Inc.
SISTEMA 5S	Cursos Profissionalizantes do SEBRAE, SENAC, SENAT, SENAR e SENAI
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

## Resumo

FALCÃO, Reginaldo Araújo. **Uso de Ambientes Virtuais através da Internet no Ensino a Distância: Aplicação no CEFET / RN**. Florianópolis, 2001. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

A maior realização de um professor se dá quando seus ensinamentos são verdadeiramente assimilados pelos seus alunos. Isso traz uma grande satisfação e o deixa bastante orgulhoso. No sentido de melhorar-se a forma de transmissão das informações, para que esta ocorra no menor tempo possível e promova a construção do conhecimento, esta dissertação coloca o trabalho em realidade virtual como mais uma possibilidade de se alcançar tal objetivo. Para isso, pesquisou-se como se poderia desenvolver ambientes virtuais voltados para a educação, presencial e a distância, através da *Virtual Reality Modeling Language* (VRML), junto com ferramentas de programação para a Internet e a base de dados no padrão *Structured Query Language* (SQL), tendo como meta principal a ampliação e melhora, com as novas tecnologias, das formas pedagógicas para a transmissão das informações. A finalização desse trabalho deu-se com a conclusão de um ambiente virtual para a aplicação na educação, aqui no CEFET/RN, nas disciplinas Montagem de Microcomputadores e Rede de Computadores, constituindo-se no início de um projeto que envolverá a construção de diversos mundos virtuais para dar uma melhor compreensão aos alunos sobre o funcionamento de um microcomputador, assim como da Internet.

Palavras-chave: Educação a Distância, Ambientes Virtuais, Realidade Virtual.

## Abstract

FALCÃO, Reginaldo Araújo. **Use of Virtual Worlds through Internet at Distant Learning: Application at CEFET / RN.** Florianópolis, 2001. 143pg. Dissertation (Mastering in Production Engineer) – Pos-Graduation Program in Production Engineer, UFSC, 2001.

The greatest realization of a teacher occurs when his teaching is truly assimilated by his students. This is so much rewarding and lets him prideful. Wishing to improve the transmission way of information, making it happen as fast as possible and promote knowledge construction, this dissertation brings the virtual reality work as one more possibility to reach that goal. For this, ways by which virtual world could be developed were researched, directing to in-touch and distant learning, making use of VRML, Internet programming tools and Data Bases on standard *Structured Query Language*. All this intending to enlarge and improve, via new technologies, the pedagogical ways to transmit information. The finalization of this work happened with the conclusion of a virtual world to be applied in School Curriculum, here at CEFET/RN, serving to the subjects of Microcomputer Assembling and Network Computers, and being the start of a project which will involve the construction of many virtual worlds, planning to offer a better comprehension to all students on how does a microcomputer works and also the Internet.

Key-words: Distant Learning, Virtual Worlds, Virtual Reality.



## Résumé

FALCÃO, Reginaldo Araújo. **Utilisation de Mondes Virtuels avec la Virtual Reality Modeling Language à travers l'Internet pour l'enseignement à Distance au CEFET / RN.** Florianópolis, 2001. 143f. Dissertation (Maîtrise en Génie de Production) Programme de Post-graduation en Génie de Production, UFSC, 2001.

La plus grande réalisation d'un professeur, c'est de voir que ses leçons sont vraiment retenues, assimilées par ses élèves, cela lui fait un grand plaisir et le rend assez fier de son travail. Ayant pour but d'améliorer la forme de transmission des informations pour que celle-ci ait lieu, en un temps le plus court possible et, promouvant la construction des connaissances, cette dissertation met le travail en réalité virtuelle comme une possibilité de plus pour atteindre tel objectif. Nous avons donc fait des recherches pour trouver comment nous pourrions développer des mondes virtuels orientés vers l'éducation, présentielle et à distance, à travers la Virtual Reality Modeling Language (VRML), conjointement avec des outils de programmation pour l'Internet et, aussi, avec accès à la base de données au patron Structure Query Language (SQL), ayant comme objectif principal d'amplifier et d'améliorer, avec les nouvelles technologies, des formes pédagogiques pour la transmission des connaissances. Ces recherches nous ont menés à un monde virtuel qui sera appliqué dans l'éducation, au CEFET-RN, dans les disciplines Montage d'Ordinateurs et Réseau d'Ordinateurs, s'agissant d'un début de projet qui tiendra compte de la construction de divers mondes virtuels pour donner une meilleure compréhension aux apprenants du fonctionnement d'un ordinateur et aussi de l'Internet.

Mots-clé: l'enseignement à Distance, Monde Virtuel, Virtual Reality.

## **CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO**

### **1.1 - Considerações Iniciais**

A experiência profissional, como engenheiro civil e professor do CEFET-RN, fez despertar para a necessidade de um maior aprofundamento quanto ao método e técnicas de ensino nas disciplinas de Informática Geral, Rede de Computadores, Linguagem de Programação e Banco de Dados, como também nas disciplinas voltadas para o trabalho com *hardware* (Microprocessadores, Manutenção de Microcomputadores, Eletrônica Digital etc), lecionadas pelos professores das Áreas de Eletromecânica e Informática com o intuito de melhorar a compreensão dos conteúdos e, por conseguinte, o nível de aprendizagem por parte dos alunos.

Com esse intuito, esta dissertação busca nas idéias de alguns estudiosos, assim como nas técnicas já experimentadas e outras a serem usadas, formas e procedimentos para que o trabalho do professor, na tarefa de ensinar, possa ser efetuado da melhor maneira possível.

Uma das coisas mais importantes no mundo para o ser humano é o conhecimento que ele pode construir ao longo da vida. Credo nessa idéia, é muito gratificante a profissão de professor, principalmente quando este não se

considera o dono da verdade. Nesse sentido, a frase do educador Paulo Freire, quando já falava do novo paradigma da educação, vem bem dentro desse espírito: *“Ninguém educa ninguém, ninguém educa si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo”* (FREIRE, 1988, p.68).

## **1.2 – Justificativa**

O avanço da Tecnologia de Informação traz consigo novas técnicas que podem ser aplicadas em diversas atividades profissionais, sendo uma delas a Educação. Tendo em mente que nada se impõe ao mundo de forma solitária, a tecnologia e suas técnicas, assim como a pedagogia e suas formas de aplicação no ensino, têm à frente um grande desafio: proporcionar a transmissão de dados de forma mais eficiente e agradável, além de permitir colocá-los em prática o mais rápido possível, objetivando atingir a construção do conhecimento. Nessa direção, a afirmação de Moran (1996, p.1), sintetiza muito bem o pensamento do trabalho em conjunto, como uma equipe:

*“A grande tecnologia é o ser humano, a nossa mente. As tecnologias são extensão da nossa mente, do nosso corpo”.*

Um dos grandes desafios de uma instituição de ensino é o acompanhamento, por parte dos professores e alunos, da evolução tecnológica, dos seus conceitos e principalmente da compreensão desses. Sendo assim, a aplicação em sala de aula dos conteúdos de forma objetiva,

clara e prazerosa, possibilita um maior interesse, por parte do aluno, quanto as aulas ministradas.

A utilização de ambientes virtuais em sala de aula constitui-se numa das formas de aproximar os conteúdos da realidade, a exemplo do funcionamento da Internet.

A tecnologia existente para o desenvolvimento dos ambientes virtuais tem sido constantemente aprimorada em diversos aspectos. A criação de figuras humanas é um dos aspectos que vêm a elevar o nível de realismo. A interatividade do usuário com os ambientes é ampliada pela entrada de mais duas tecnologias aplicadas aos ambientes virtuais: *Extensible Markup Language (XML)* e *Structured Query Language (SQL)*. A primeira permite uma maior manipulação dos ambientes virtuais e a segunda possibilita o acesso à base de dados. Essa interação proporciona a utilização de dois dos sentidos humanos: visão e audição.

No Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (CEFET/RN) existe uma estrutura voltada para o uso em rede local e nas salas de aula, o que favorece o ensino através da Internet e Intranet.

Além disso, existe uma política definida pela Direção Geral de trabalhar com todas as novas formas de tecnologias em conjunto com a equipe pedagógica.

## **1.3 – Objetivos**

### 1.3.1 – Objetivo Geral

Esta dissertação pretende mostrar mais uma vertente de utilização da tecnologia 3D (terceira dimensão), aplicável ao ensino presencial e a distância, gerando perspectivas para um modelo de ensino-aprendizagem, no qual o aluno é parte integrante da interação.

### 1.3.2 – Objetivos Específicos

Em função dos aspectos mencionados acima, esta dissertação apresenta os seguintes objetivos específicos:

- a) Levantar aspectos do processo de ensino-aprendizagem que sugerem a utilização de tecnologia de terceira dimensão;
- b) Estudar a tecnologia de terceira dimensão na Internet, e especificamente a VRML;
- c) Propor e criar ambientes virtuais para aplicação no ensino presencial e a distância.
- d) Mostrar como esses ambientes podem interagir entre si.

## **1.4 – Estrutura da Dissertação**

Esta dissertação está dividida em 7 (sete) capítulos, constando de um resumo ao final de cada um deles, objetivando uma melhor compreensão das idéias discutidas e apresentadas.

O capítulo I descreve, de maneira sucinta, as considerações e os objetivos que norteiam esta dissertação.

O capítulo II contextualiza os fundamentos teóricos quanto a utilização e construção de ambientes virtuais na Internet.

O ensino a distância enquanto método agrega as mais diversas tecnologias, dentre elas a de ambientes virtuais. O capítulo III procura fundamentar as diversas vertentes teóricas no que se refere a conceitos e formas de aplicação da Educação a Distância, inclusive através da Internet.

Já no capítulo IV, o objetivo é o conhecimento da teoria e dos fundamentos para construção de ambientes 3D, procurando mostrar ao desenvolvedor as formas de otimização na construção dos ambientes virtuais na *Virtual Reality Modeling Language* – VRML.

O capítulo V traz uma discussão dos principais conceitos da VRML, enfocando o uso dos mesmos na construção dos ambientes virtuais 3D e levantando possibilidades de como eles podem ser trabalhados.

A descrição dos procedimentos e etapas desenvolvidas na construção de uma proposta de utilização dos ambientes virtuais na Educação a Distância via Internet, constitui-se na essência do capítulo VI.

São apresentadas, no capítulo VII, conclusões e sugestões, objetivando ajudar à ampliação e melhoria na utilização dos ambientes virtuais, de forma a possibilitar uma completa interação aluno-ambiente virtual, através de banco de dados e linguagem de programação vinculada ao ambiente, com a finalidade de tornar a aula mais simples, objetiva e prazerosa. Tudo isso

favorecendo a aprendizagem e a construção do conhecimento no espaço CEFET/RN.

## **CAPÍTULO II – FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

### **UTILIZAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS NA INTERNET**

#### **2.1 - Introdução**

A necessidade de buscar novas formas que auxiliem a melhoria da transmissão das informações, objetivando a construção de conhecimento, leva a uma constante investigação de novas metodologias e técnicas de ensino, que possibilitem a concretização da qualidade na relação ensino-aprendizagem.

São descritos alguns pensamentos de ilustres pedagogos associados aos fundamentos de técnicas para a utilização de ambientes virtuais na Educação.



## 2.2 – Contextualização da Pesquisa

O avanço da Tecnologia de Informação traz consigo novas técnicas que podem ser aplicadas em diversos campos do conhecimento humano; entre eles o da Educação, no qual um dos mais importantes objetivos a ser alcançado é a eficácia na transmissão da informação, a fim de transformá-la de fato em conhecimento.

O objetivo é possibilitar a transmissão de informação de forma objetiva, clara, prazerosa, despertando o interesse do aluno quanto ao conteúdo trabalhado.

A necessidade de ampliar o conhecimento em diversas áreas tem levado os alunos a buscarem cada vez mais, uma maior quantidade de informação. Essa busca tem se intensificado em virtude de diversos fatores sociais e econômicos, além do psicológico.

Outro motivo a ser considerado é a busca e permanência no emprego, questões relacionadas às exigências do mundo globalizado, que tem produzido novos comportamentos na sociedade tecnológica emergente.

Diante do surgimento constante de novas tecnologias, faz-se necessário, estudá-las e verificar quais são, e como elas podem contribuir para a implementação de um ensino mais envolvente, prazeroso e de qualidade.

Dentre as tecnologias, a Internet tem possibilitado uma grande diversificação de informação, o que tem levado os educadores a repensarem suas práticas, seus planejamentos e suas execuções nas atividades pedagógicas.

As tecnologias existentes para transferência de dados atualmente encontram-se em um nível de avanço tal que facilita a utilização de dados em qualquer tipo de mídia, com rapidez e segurança.

Lévy (1994, p. 1) constata que as tecnologias têm modificado a forma de transmissão da informação, a produção de conhecimento e o comportamento humano. Afirma ainda:

*“... toda e qualquer reflexão séria sobre o devir dos sistemas de educação e formação na cybercultura deve apoiar-se numa análise prévia da mutação contemporânea da relação com o saber.”.*

Observa-se que três constatações são levantadas: a primeira *“envolve a velocidade do surgimento e da renovação dos saberes e do know-how”*; a segunda, *“fortemente ligada à primeira, concerne à nova natureza do trabalho, na qual a parte de transação de conhecimentos não pára de crescer”*; a terceira e última constatação diz que *“o ciberespaço suporta tecnologias intelectuais que ampliam, exteriorizam e alteram muitas funções cognitivas humanas”*.

Como exemplos das funções cognitivas humanas, Lévy cita a memória (banco de dados, hipertextos, fichários digitais), a imaginação (simulações), a percepção (sensores digitais, telepresença, realidades virtuais) e os raciocínios (inteligência artificial, modelização de fenômenos complexos).

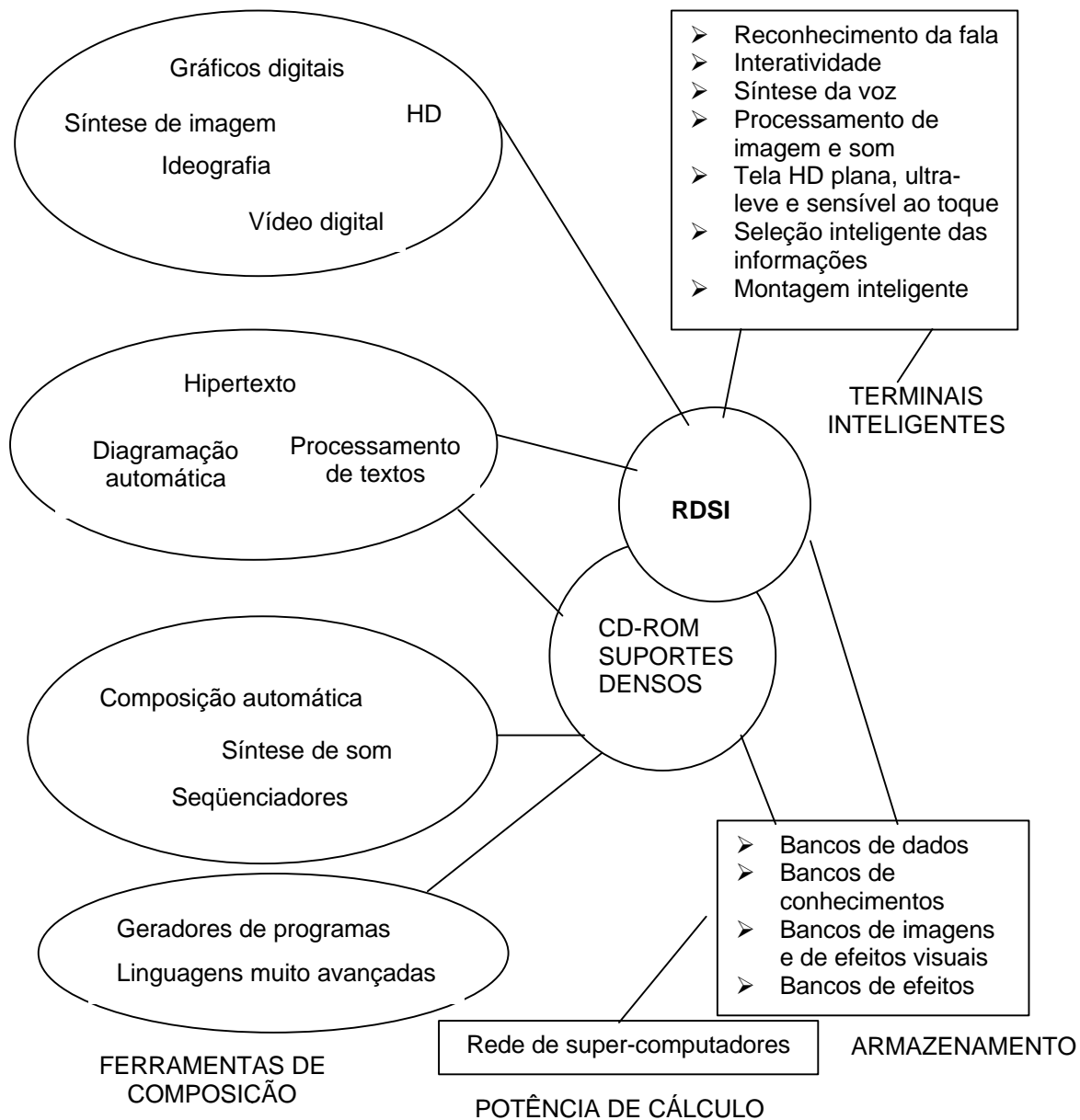
Essas tecnologias favorecem novas formas de acesso à informação, tais como: novos estilos de raciocínio e conhecimento, navegação hipertextual, simulações, deduções lógicas, entre outras. Em função das tecnologias intelectuais e das memórias dinâmicas serem disponibilizadas em documentos numéricos, ou *softwares* em rede, a possibilidade da reprodução e transferência dos conteúdos para um grande número de indivíduos aumenta o potencial de inteligência coletiva dos grupos humanos.

Hoje, existem redes que possibilitam a integração das mídias através de tecnologias e técnicas bastante avançadas, as quais permitem que as pessoas possam comunicar-se de muitas formas e de qualquer lugar. Em seu livro “*As Tecnologias das Inteligências*”, Lévy (1993, p. 103) cita quatro pólos funcionais, que agem como complexos de interfaces e, em sua opinião, substituirão em breve as antigas distinções fundadas sobre os suportes que estão no centro da rede digital em formação. Alguns desses suportes são a imprensa, a edição, a gravação musical, o rádio, o cinema, a televisão, o telefone, entre outros. Quanto aos pólos funcionais, ele define como:

- a) A produção ou composição de dados, de programas ou de representações audiovisuais (todas as técnicas digitais de ajuda à criação);
- b) A seleção, recepção e o tratamento de dados, dos sons ou das imagens (os terminais de recepção “inteligentes”);
- c) A transmissão (a Rede Digital de Serviços Integrados - RDSI e as mídias densas como os discos óticos);
- d) As funções de armazenamento (banco de dados, bancos de imagens etc).

O funcionamento desses pólos pode ser ilustrado de acordo com o esquema da figura 1:

**Figura 1 – A Circulação das Interfaces no começo do Terceiro Milênio**



Fonte: "As Tecnologias da Inteligência", Lévy (1993, p. 105)

## 2.3 – Microfotônica

Para corroborar com as idéias de Lévy, atualmente já existem várias empresas trabalhando no desenvolvimento de comutadores que possam transmitir os dados em bandas larguíssimas, com o intuito de minimizar os pontos críticos das transmissões nos cruzamentos e pontos de encontro dos computadores centrais das redes, principalmente no uso da Internet, já que o volume de dados, que atualmente trafega, está aumentando muito rapidamente.

No momento, tem-se minimizado o congestionamento de dados utilizando a técnica da “espremida” dada nas ondas de luz em cada fibra ótica. A tecnologia DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing* – Multiplexação de Divisão de Comprimento de Onda Densa) possibilita que muitos fluxos de dados diferentes viajem ao longo de uma única fibra ótica.

Basicamente 3 (três) direções estão sendo tomadas para a concretização efetiva do uso dessa tecnologia. A primeira começa nos comunicadores óticos, acarretando a miniaturização dos dispositivos que controlam a luz. A segunda direção é decorrente dessa miniaturização dos comutadores fotônicos, pois poderão oferecer bandas extremamente largas ao usuário final, sedimentando de uma vez a teoria da rede digital proposta por Lévy, a qual não apresenta limites para comunicação entre pontos distintos, ou seja, possibilita enviar qualquer tipo de mídia em tempo real. Finalmente, a terceira direção, apresenta equipamentos prontos, a exemplo dos produzidos pelas empresas Honey-Well, Sun Microsystems e IBM, as quais têm testado o uso da fotônica em computação, isto é, fazendo com que fileiras de *leds* e raios

laser trabalhem como “barramento” (via de tráfego de informação) para transportar informações na placa-mãe, como por exemplo o transporte de dados do microprocessador para os *chips* de memória e tela do monitor.

Seguindo esse caminho, há uma grande possibilidade de, num futuro próximo, ter-se tanto uma rede mundial de alta velocidade quanto computadores de altíssima velocidade em qualquer ponto do mundo.

Toda essa tecnologia de nada adiantará caso não se agregue a ela uma consistente forma de pensar a sua aplicação, associada aos ideários dos estudiosos em cognição, bem como sua utilização pedagógica no ensino a partir das tecnologias. Dessa maneira os fundamentos da aprendizagem devem e podem ajudar a unir a tecnologia, a cognição e a pedagogia.

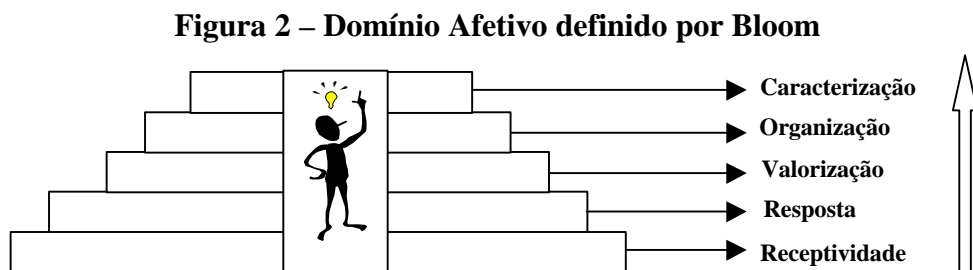
## 2.4 – Fundamentos da Aprendizagem

É necessário buscar formas e procedimentos que possam transmitir as informações aos alunos, de maneira que essas se transformem em conhecimentos. O trabalho liderado por Benjamim Bloom (1956) apresentou uma classificação de níveis de comportamentos intelectuais importantes para o aprendizado, possibilitando uma melhor absorção das informações transmitidas. Esse estudo ficou conhecido como “Taxonomia de Bloom” e, a partir dele, foram definidos três domínios: o cognitivo, o psicomotor e o afetivo.

O domínio *cognitivo*, definido por Bloom, possui 6 (seis) níveis. O primeiro deles é o nível de **Conhecimento**, que tem como objetivo requerer do aluno a reprodução exata da informação que tenha sido fornecida. O segundo

nível, **Compreensão**, requer elaboração de um dado ou informação original, fazendo com que o aluno seja capaz de usar essa mesma informação, ampliá-la, reduzi-la e representá-la de outra forma ou prever conseqüências. O terceiro nível, **Aplicação**, reúne processos nos quais o estudante transporta uma informação genérica para uma situação nova e específica. O quarto nível, **Análise**, caracteriza-se por separar uma informação nos elementos que a compõem, estabelecendo relações entre eles. O quinto nível, **Síntese**, representa os processos nos quais o aluno reúne elementos de informação para compor algo novo que terá, necessariamente, traços individuais distintos. O resultado do aprendizado nesta área aprimora o comportamento criativo tendo, como maior enfoque, a formulação de novos padrões. O sexto e último nível, **Avaliação**, refere-se aos processos cognitivos mais complexos tendo, como objetivo, confrontar um dado, uma informação, uma teoria, um produto etc, com um critério ou conjunto de critérios que podem ser internos ou externos ao próprio objeto de avaliação.

O domínio *afetivo*, possui 5 (cinco) níveis: **Receptividade** (acolhimento e aquiescência), **Resposta**, **Valorização**, **Organização** e **Caracterização**, podendo ser graficamente representado como na figura 2 abaixo:



Fonte: <http://penta2.ufrgs.br/edu/bloom/teobloom.htm>.

A **Receptividade** consiste na percepção do aluno quanto à existência de um dado valor na instrução, dando a devida atenção para ele de modo seletivo e intencional. A **Resposta** presume alguma ação por parte do aluno em referência a um valor inseparável à instrução, podendo essa ação abranger desde a simples obediência a determinações explícitas até a iniciativa na qual se possa notar alguma expressão de satisfação vinda do aluno. A **Valorização**, valor comunicado na instrução e absorvido pelo aluno, distingue-se do tipo de objetivo do nível de resposta pela consistência (não esporádica), persistência (prolongam-se além do período de instrução) e, num nível mais intenso, a persuasão, ou seja, o aluno procura convencer outras pessoas da importância do valor comunicado, numa espécie de catequese. A **Organização** reinterpreta o valor comunicado na instrução à luz de outros valores análogos ou antagônicos ao valor original, isto é, o aluno analisa diferentes ângulos desse valor, compara-o a valores concorrentes. A **Caracterização** dá-se quando o processo de internalização atinge o ponto em que o indivíduo passa a ser identificado pela sua comunidade como um símbolo ou representante do valor que incorporou.

Finalmente, o domínio *Psicomotor*, a exemplo do afetivo, também possui 5 (cinco) níveis: Percepção, Posicionamento, Execução Acompanhada, Mecanização e Completo Domínio de Movimentos.

A **Percepção** está relacionada à atenção que o aluno presta a todos os movimentos envolvidos na ação global, suas conexões e implicações. O **Posicionamento** dá-se pela posição correta e eficaz para executar os movimentos propriamente ditos. A **Execução Acompanhada** tem-se quando o



aprendiz, já posicionado adequadamente, passa a executar os movimentos de forma ainda hesitante, ou seja, imperfeita ou parcial. A **Mecanização** são ações executadas integralmente, isto é, o ciclo de movimentos é completo e o aprendiz coordena uma ação com as demais às quais ela se liga. O **Completo Domínio de Movimento** é a maestria sobre as ações que se constituíram objeto da aprendizagem.

Observando-se os conceitos definidos por Bloom, no seu estudo sobre os níveis de comportamentos intelectuais para o aprendizado, percebe-se, com maior clareza, a importância de incentivar o professor na busca da elaboração de novas formas e posturas para a criação de uma nova metodologia aliada a ações pedagógicas que tenham, como principal objetivo, a construção do conhecimento de maneira mais rápida, consistente e que mostre, com aplicações práticas e reais, resultados satisfatórios.

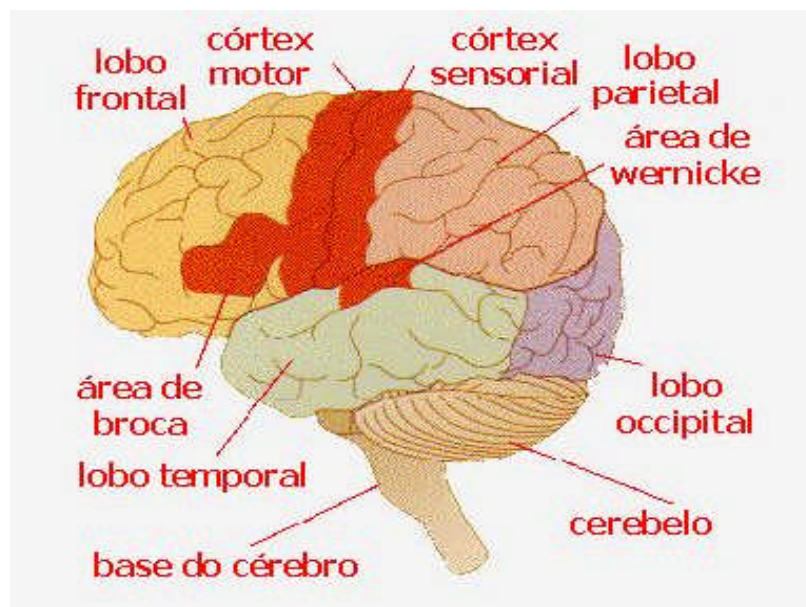
Quando se fala sobre comportamentos intelectuais, remete-se ao funcionamento cognitivo. Vários estudiosos trabalham e pesquisam essa área da Psicologia da Aprendizagem. Um esquema de arquitetura cognitiva apresentado por Richard (*apud* Ergonomia Cognitiva, Fialho, 1999, p. 35) possibilita o entendimento de como a informação é armazenada e compreendida pelo cérebro.

A importância de tentar conhecer o funcionamento do nosso cérebro está na aplicação de tais conhecimentos por parte do professor na concepção de novas formas pedagógicas, para que favoreça à construção do conhecimento pelo aluno, por ele mesmo e por ambos.

A figura 3 mostra de forma simples a divisão do cérebro que, no sentido longitudinal, tem duas metades chamadas hemisférios cerebrais, e cujo hemisfério do córtex cerebral tem quatro lobos como divisão. Os lobos têm a seguinte conceituação:

- ✓ Lobo Occipital → Ligado a vários aspectos da visão;
- ✓ Lobo Frontal → Ligado ao raciocínio, ao planejamento, às partes da fala e do movimento (córtex motor), às emoções e à solução de problemas;
- ✓ Lobo Temporal → Ligado à percepção e reconhecimento dos estímulos auditivos (audição) e à memória (hipocampus);
- ✓ Lobo Parietal → Ligado à percepção dos estímulos relacionados ao tato, à pressão, à temperatura e à dor.

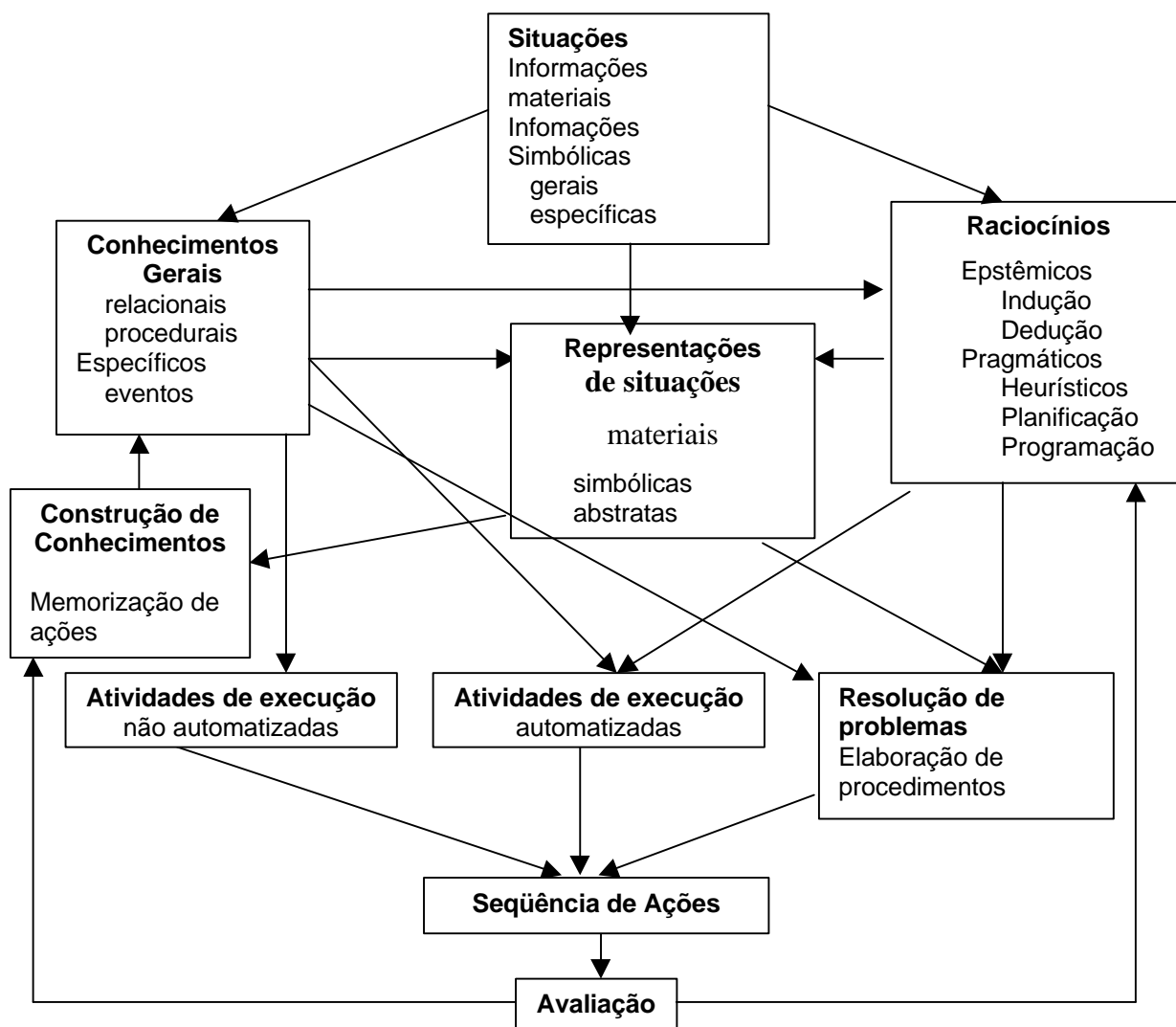
**Figura 3 – Divisões do Cérebro**



Fonte: <http://planeta.terra.com.br/educacao/resumo/toppage1.htm>

De maneira simplificada, o funcionamento cerebral obedece à seguinte lógica: dada uma certa “situação” (problema, questão etc), ela será “representada” na memória de curto termo (MCT) que, através de raciocínios e da criação de atividades (automatizadas ou não), possibilita uma resolução dessa situação tendo, como objetivo final, a construção do conhecimento na memória de longo termo (MLT). Esse esquema, sendo trabalhado por orientadores pedagógicos com os professores, mostra, a partir de exemplos práticos, como o nosso cérebro funciona. É mais uma maneira de mostrar novos caminhos para que a transmissão das informações chegue de maneira mais rápida e concreta à construção do conhecimento que se deseja alcançar no aluno. O esquema elaborado por Richard (1999, apud Fialho, 1999, p. 35) tem a estrutura mostrada na figura 4:

**Figura 4 – Esquema da Arquitetura Cognitiva de Richard**



Fonte: Fialho, 1999, p. 35

Entender, mesmo de maneira simplificada, o funcionamento cognitivo, possibilita trabalhar de diversas formas na colocação dos conteúdos didáticos para os alunos, formas essas que podem e devem variar com os assuntos a serem ministrados, aplicando-se todas as técnicas de ensino para atingir o objetivo da apreensão desses conteúdos pelo aluno de uma forma mais prazerosa e tranqüila possível.

Outra maneira de envolver o aluno, de forma a criar uma maior cumplicidade e participação nos conteúdos ministrados e possibilitar uma diminuição no tempo de absorção dessas informações, para que estas se transformem em conhecimentos, é trabalhando as Inteligências Múltiplas, defendida por Gardner (1983, p. 21).

Em sua obra intitulada “Inteligências Múltiplas – A Teoria na Prática”, Gardner afirma que é importante saber tirar proveito das condições já contidas em cada indivíduo, e tais condições se manifestam de diversas maneiras. Essas inteligências podem e devem ser trabalhadas pelo professor da forma mais direta e pessoal possível já que, para ele, cada pessoa tem tipos de mentes diferentes.

Em entrevista publicada no periódico ASSINEI (1998, p. 28), Gardner declara que os estudantes podem manifestar sua inteligência de diversas formas e que as escolas precisam entender e assimilar esse novo comportamento:

*“Elas deveriam ajudá-los a descobrir características individuais de inteligência. É fundamental determinar se abrangem uma grande diversidade de habilidades, temas e preocupações de seus alunos, se os estudantes podem se envolver nas atividades de diferentes maneiras e se eles têm formas variadas para mostrar o que entenderam”.*

Para ele, essas inteligências do ser humano estão divididas em 7 (sete) tipos: Lingüística, Lógico-Matemática, Espacial, Musical, Corporal-Cinestésica, Intrapessoal e Interpessoal.

A inteligência Lingüística está relacionada com a linguagem verbal, a sensibilidade quanto ao significado das palavras, a capacidade de seguir regras gramaticais e o uso da linguagem para convencer, estimular, transmitir informações, ensinar ou simplesmente agradar.

A inteligência Lógico-Matemática é a mais pesquisada nos atuais testes de Quociente de Inteligência (QI), envolvendo a capacidade de reconhecer padrões e de trabalhar com símbolos abstratos, estando relacionada com a habilidade de manipular longas cadeias de raciocínio, de elaborar questões novas, de conceber problemas e descobrir padrões, grupos e relações.

A inteligência Musical é a sensibilidade para reconhecer padrões tonais, ritmos e batidas, incluindo também a habilidade com manuseio de instrumentos musicais.

A inteligência Corporal-Cinestésica permite resolver problemas e elaborar produtos utilizando corpo inteiro ou parte dele, estando relacionada com o movimento corporal, habilidade física para jogar, criar um produto novo ou expressar emoções.

A inteligência Espacial possibilita a formação, a manipulação e operação de modelos mentais, caracterizando o perfil de quem mostra potenciais com: percepção acurada de diferentes ângulos, reconhecimento de

relações de objetos com espaço, representação gráfica e manipulação de imagens.

A inteligência Intrapessoal é a capacidade de formar um conceito verídico sobre si mesmo, de acessar aos próprios sentimentos, nomear emoções e reorientar o comportamento. Está relacionada com os estados interiores do ser, com a auto-reflexão e a sensibilidade diante do contexto espiritual.

A inteligência Interpessoal permite compreender as outras pessoas, entender o que as motiva e como trabalham. Está relacionada ao convívio humano, às relações interpessoais e à comunicação. Aqueles que aprendem cooperativamente, gostam de estar com pessoas e aprendem o sentimento das outras. Essa inteligência possibilita intervir no estado de ânimo, nas alterações de humor, no temperamento, nas motivações e nas intenções de outras pessoas.

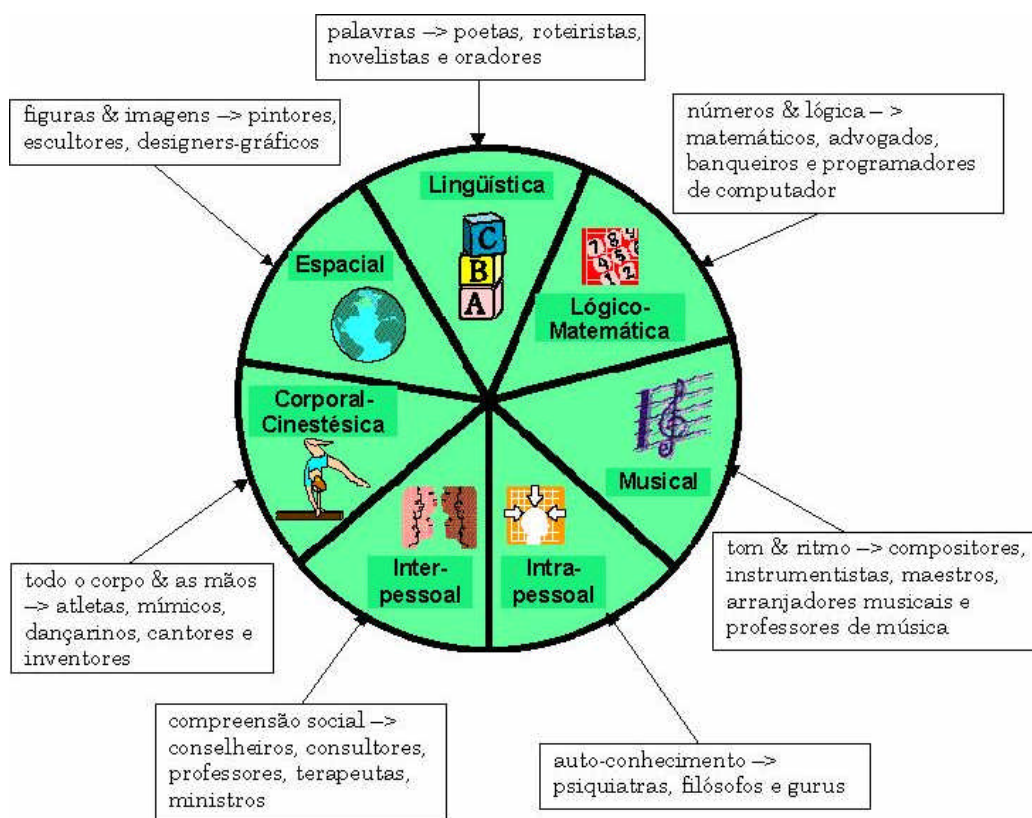
Essas divisões da inteligência, segundo Gardner, permitem estruturar as aulas de maneira que se possa trabalhar o aluno com um conjunto de informações técnicas agregadas ao conhecimento geral. Dessa forma, o discente pode ter um completo domínio de todas as partes da situação que está se colocando para seu futuro aprendizado.

No ensino técnico, há uma grande possibilidade de se trabalhar com a teoria de Gardner, por haver, com certa freqüência por parte do professor, um trabalho quase individualizado em relação aos alunos, pois se usam muitos projetos de desenvolvimento técnico, necessitando dividi-los em diversas partes para serem concluídos. Assim, pode-se direcionar as tarefas

aos alunos que tenham melhores condições de desenvolvê-las, principalmente nas inteligências: Lingüística, Lógico-Matemática, Espacial e Interpessoal.

Em uma outra entrevista realizada pela revista Pátio, da Editora Artes Médicas e publicada no site da Associação Brasileira de Estudos das Inteligências Múltiplas e Emocional (ABRAE), Gardner acrescenta a essas 7 (sete) mais duas novas inteligências: a Naturalista, relativa à compreensão do homem e suas relações com a natureza e a Existencial, a qual faz perguntas básicas sobre a vida, a morte e o universo. A figura 5 representa a teoria de Gardner:

**Figura 5 – Representação das Inteligências Múltiplas de Gardner**



Fonte: <http://planeta.terra.com.br/educacao/resumo/toppage1.htm>.



É importante salientar que a associação entre o trabalho executado junto aos alunos e à definição de Inteligência Interpessoal relaciona-se constantemente ao fazer, ao aprender, e ao trabalho coletivo, por dois motivos importantes: o primeiro é pelo fato de a faixa etária, durante o ingresso desses alunos, estar em torno de 15 anos; e o segundo é que nas áreas de conhecimento onde as faixas etárias de ingresso são mais altas, há comportamentos de superioridade, o que conseqüentemente desenvolve resistências ao trabalho coletivo.

Esses dados são fornecidos pela Coordenação de Registros Escolares e pelos orientadores pedagógicos de todas as áreas de conhecimento do CEFET/RN nas reuniões pedagógicas e semanais através de relatórios.

As informações transmitidas pelo professor devem ser moldadas a fim de se tornarem interessantes. Nesse sentido, Moran (1997, p. 1) afirma que em Educação, tanto nas organizações empresariais como nas escolares, busca-se o equilíbrio entre a flexibilidade e a organização. Flexibilidade quanto ao conceito de liberdade e a Organização no que diz respeito à hierarquia, às normas e à rigidez que todo trabalho impõe. Continua, ainda nesse mesmo contexto, sobre a forma de ensinar e aprender, dizendo que o ensinar deve ser mais compartilhado, orientado e coordenado pelo professor, mas tendo uma participação direta e profunda dos alunos, tanto de maneira individual como coletiva.

É importante trabalharem o professor e o aluno de tal maneira que ambos promovam a integração entre a teoria e a prática de forma objetiva,

continuada e prazerosa. Dessa maneira, deve-se buscar unir técnicas e tecnologias, objetivando melhorar gradativa e permanentemente o aprendizado do aluno.

A Internet pode potencialmente proporcionar novas formas de aprendizado, no entanto é preciso tomar determinados cuidados para que as informações transmitidas não sejam colocadas desordenadamente, sem objetividade, e necessitando da participação efetiva do professor para explicá-las.

Essa nova forma de transmissão de informações pode ser muito bem aplicada em Educação Continuada e a Distância, principalmente devido ao aumento da velocidade de transmissão de dados pela Internet, que já está sendo implementada no Brasil. Não há necessidade de se estar com um professor constantemente, de forma presencial. A realização do aprendizado depende de diversos fatores, que fogem ao objetivo central deste trabalho.

Cabe ao professor, elaborar formas de trabalhar a tecnologia de maneira apropriada, para que se tire dela o maior rendimento possível. Pode-se observar ainda a necessidade de se trabalhar o ensino de um outro modo, conforme o comentário de Moran (1997, p. 2):

*“Com a Internet estamos começando a ter que modificar a forma de ensinar e aprender tanto nos cursos presenciais como nos de educação continuada, a distância. Só vale a pena estarmos juntos fisicamente – num curso empresarial ou escolar – quando*

*acontece algo significativo, quando aprendemos mais estando juntos do que pesquisando isoladamente nas nossas casas” .*

Com a necessidade de se trabalhar em equipe, cresce também a de se conhecer e ter habilidades em outras áreas que não as de competência natural. Em função disso, têm-se tornado cada vez mais requisitados os profissionais que tenham conhecimentos que transcendam a atividade principal. Um médico da área de bio-engenharia ou genética, nos dias de hoje, necessita de ter conhecimentos de informática e física quântica, o que para alguns anos seria impossível imaginar.

Outro exemplo seria um professor, com conhecimentos na construção de ambientes virtuais 3D, poder ajudar um cientista a criar determinadas situações para experiências específicas.

## **2.5 – Resumo**

Com base em todos os conceitos apresentados, verifica-se a possibilidade do direcionamento da metodologia de ensino para que a grande demanda de informação seja assimilada de modo proveitoso, proporcionando a construção do conhecimento.

A metodologia de ensino ficará tanto mais completa, quanto mais o educador conseguir abranger uma maior quantidade de aspectos da natureza humana, e complementando com as tecnologias avançadas da RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados), com os princípios idealizados por **Bloom**, com o processo cognitivo definido por **Richard**, com as particularidades das

inteligências múltiplas levantadas por **Gardner**, e com o emprego das formas de ensino e aprendizado defendidos por **Moran**.

As modelagens de ambientes virtuais surgem como uma excelente possibilidade de melhora da compreensão, por parte dos alunos, relativa aos conteúdos trabalhados.

Melhorar o aprendizado do aluno, tanto presencial, quanto a distância, no menor espaço de tempo possível e de maneira mais agradável e interessante ao aluno, constitui-se no principal objetivo do trabalho.

Vale ressaltar que a tecnologia não deve ser encarada como a solução de todos os problemas da educação, mas como uma ferramenta poderosa para auxiliar as atividades do professor. Nessa mesma direção, Graves (2000 apud Heide, p. 15), comenta:

*“Quero que meus alunos saibam como viver vidas produtivas e recompensadoras. A tecnologia é uma parte cada vez mais importante na vida, no trabalho e na convivência do mundo de hoje. O papel essencial para os professores, no meu modo de entender, é introduzir os alunos em algumas possibilidades dessa nova cultura, dar-lhes a oportunidade de participar e usufruir tudo isso.”*

Com essa percepção, por parte dos professores, existe uma grande e real possibilidade de melhorar a prática de ensino para que o objetivo maior, que é a construção do conhecimento, seja atingido de uma forma plena.

## **CAPÍTULO III – EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

### **FUNDAMENTOS DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E APLICAÇÕES.**

#### **3.1 - Introdução**

A necessidade de capacitação pessoal em grande demanda leva à busca novas formas de se lecionar, que permitam alcançar uma considerável quantidade de alunos de uma só vez. No entanto, deseja-se que isso venha a acontecer sob uma metodologia pedagogicamente correta e com os melhores recursos tecnológicos.

Nesse sentido, as escolas e empresas têm procurado a Educação a Distância (EaD) com o intuito de abranger uma grande quantidade de alunos, com baixo custo operacional, além de possibilitar, às pessoas que morem ou trabalhem em locais distantes, o mesmo tipo de atendimento, ou seja, assistir a aulas da mesma maneira que a presencial.

### **3.2 – Expectativas da Educação a Distância**

As mudanças na economia mundial transformam qualquer país ou região em alvo dos impactos provocados, quer pelo atual paradigma técnico-econômico, quer pelas novas organizações do trabalho. São exigidos cada vez mais recursos humanos com um perfil profissional que se destaque, tanto pela capacidade de fazer e pensar como pela capacidade de aprender de uma forma continuada, fruto da educação profissional permanente e de qualidade, voltada ao mercado e para às exigências da sociedade.

Seguindo esse caminho, a Educação a Distância pode atender a essa expectativa de forma mais eficaz do que outras modalidades de ensino, promovendo um incremento no número de alunos alcançados, sem oferecer riscos à qualidade do ensino (Nunes, 1992, p. 16). A crescente demanda por ensino e treinamento, conseqüência da intensa evolução produzida pela cultura, pela ciência e pela tecnologia, vem recebendo respostas positivas através da Educação a Distância. Fato evidenciado na Alemanha, por exemplo, onde, apesar do alto custo da mão-de-obra, credita-se aos investimentos em treinamento e reciclagem o alto índice de produtividade do trabalho (1999, UFSC, p. 95).

Outro motivo importante é a criação de uma cultura do ensino a distância que possibilite, em maior escala, a transmissão de informação a outras localidades, considerando, inclusive, o uso da videoconferência que, segundo Barcia (1996, p. 6):

*“É adequada a instituições que queiram criar programas de formação de redes de ensino e pesquisa, e implantar processos de ensino a distância para atividades de formação e treinamento, com material didático estruturado para tal fim, gerando novos cursos e/ou expandindo os já existentes.”*

### **3.3 – Histórico da Educação a Distância**

Experiências em educação a distância encontraram eco desde a Antigüidade; primeiramente na Grécia e, posteriormente, em Roma. As epístolas comunicando informações rotineiras adicionavam-se às que transmitiam o saber científico e àquelas que intencionalmente objetivavam a instrução. Essa prática atravessou o tempo e assumiu um papel extremamente significativo no Iluminismo e no Humanismo (Saraiva, 1996, p. 38).

A Educação a Distância ganhou respeitabilidade acadêmica no século XIX com a autorização de concessão de diplomas através desse método, na Europa e nos Estados Unidos. Atualmente muitos países a adotam em todos os níveis e em sistemas formais e não formais de ensino, de modo a atender milhares de estudantes e um grande número de instituições que treinam seus recursos humanos através de cursos dados por esse método.

Como metodologia no Brasil, a Educação a Distância foi oficializada com a promulgação da Lei n. 9394/96, embora a sua utilização tenha sido desenvolvida muito antes disso.

A primeira experiência nesse método, especificamente no Brasil, data de 1923, aconteceu a partir de programas de literatura, radiotelegrafia e

telefonía, línguas, literatura infantil e outros temas de interesse comunitário, transmitidos pela Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, fundada por Edgard Roquete Pinto e um grupo de amigos, e operada pelo Departamento de Correios e Telégrafos.

Outros projetos implantados com relativo sucesso, como o Instituto Rádio-Monitor (1939), o Instituto Universal Brasileiro (1941), o Movimento de Educação de Base- MEB (década de 50), o Projeto Minerva (1970), o Sistema Avançado de Comunicações Interdisciplinares – SACI (1974), o Projeto Logos (1974), o Telecurso 2º Grau (final dos anos 70), Telecurso 1º Grau (década de 80), o Telecurso 2000 (na década de 90), os cursos profissionalizantes do “sistema 5 S” (Sebrae, Senac, Senat, Senar e Senai), demonstram o fato de que o Brasil, em função das suas extensões continentais e de suas diferenças sociais, econômicas e culturais, tem muito a ganhar com o desenvolvimento e a implantação de projetos baseados na tecnologia da Educação a Distância.

### **3.4 – O Conceito de “Educação a Distância”**

Existe uma diferença conceitual entre os termos “educação” e “ensino”. Para Preti (1996, p. 24 e 25), ensino refere-se à instrução, adestramento, transmissão de conhecimento e informação; enquanto que a educação constitui-se num processo de ensino-aprendizagem que leva o indivíduo a saber pensar, criar, inovar, participar ativamente do seu próprio crescimento.



Por outro lado, ainda segundo Preti, o termo “distância” deve ser entendido não somente como idéia de espaço geográfico, mas, também, de tempo e, até mesmo, de diferenças culturais, sociais e psicológicas.

Então, estabelecer comparação entre Educação a Distância e a Educação Presencial significa dar entendimento apenas parcial a essa questão. A primeira pressupõe um processo educativo sistemático e organizado que, em função do fato de professor e alunos não estarem necessariamente na mesma sala, exige uma comunicação de dupla via. Há também a necessidade de um processo continuado, privilegiando as estratégias de comunicação. A segunda facilita a interação de muitos para muitos, mas é dependente de tempo e lugar. Embora as atividades em sala de aula propiciem interação de grupo, as mesmas requerem que os participantes estejam juntos no mesmo tempo e lugar. Por outro lado, a Educação a Distância não depende de lugar e o tempo é flexibilizado, daí apresenta a característica de transmissão (um-para-muitos) ou modelo tutorial (um-para-um) mas, preferencialmente, modelo de interação de muitos-para-muitos.

Dentro desse contexto, pode-se identificar a Educação a Distância como sendo um processo de ensino-aprendizagem no qual o foco passa a ser o aluno e não o mestre, e onde aquele, passa a definir e planejar o caminho que irá percorrer até alcançar os objetivos planejados. Assim, para Preti, a simples difusão de informação não pode ser confundida com Educação a Distância. Ou seja, essa modalidade de ensino é uma atividade que deve estar associada ao enfoque de todo o processo, envolvendo o seu planejamento, levantamento de objetivos e conteúdos, a produção dos materiais educativos e

a forma pela qual os mesmos chegarão até o usuário, o acompanhamento e a avaliação, assim como a previsão do controle de todas as etapas do trabalho, considerando-se, inclusive, o redimensionamento das estratégias.

### **3.5 – As Gerações de Educação a Distância**

A Educação a Distância pressupõe o uso de um meio de comunicação social – mídia – para unir professor e aluno. Para Tripathi (1997, apud UFSC 1999, p. 25), as experiências implantadas até os anos 80 (oitenta) caracterizavam-se pelo uso de tecnologias restritas ao material impresso, aos programas em áudio, vídeo ou transmissões em TVs e rádios educativas. Atualmente, o uso da Internet, satélites, fibras óticas e outros meios possibilita a interação a distância e em tempo real, com uma eficiência cada vez maior.

É importante salientar que essa modalidade não depende, necessariamente, da sofisticação tecnológica. Segundo Scriven (1991, apud UFSC 1999, p. 25), as modernas tecnologias somente passam a ser um instrumento adequado quando são consideradas e planejadas para o uso, a partir de um grande contingente de alunos.

Embora haja uma tendência em se considerar a integração de todas as mídias no projeto de cursos a distância, existe uma classificação por gerações, relativa ao tipo de tecnologia adotada nesses cursos. Para Villarroel (1996, p. 93), a primeira geração é aquela baseada no texto (mídia impressa), com o auxílio de outros meios, geralmente os audiovisuais, que podem fazer parte de um pacote instrucional definido, na forma de meios gravados ou mediante a sua transmissão por estações de rádio e televisão.

A segunda geração indica a possibilidade de se contactar muitas pessoas em tempo real e de forma simultânea – comunicação síncrona – mesmo que em locais diferentes. As teleconferências, executadas em dias e horários preestabelecidos, permitindo a comunicação entre instrutores/alunos, durante o período em que durar a transmissão, constituem-se no meio mais difundido de ensino a distância, relativo à segunda geração.

Mesmo levando-se em consideração a divergência entre alguns autores, o que mais se difunde como elemento de caracterização da terceira geração da Educação a Distância é a possibilidade de se contactar muitas pessoas em um tempo assíncrono. É a comunicação de “muitos-para-muitos”, permitida através do uso, por exemplo, da videoconferência. Ainda segundo Villarroel (1996, p. 93), o ensino desvincula-se da limitação de espaço/tempo imposta aos instrutores e alunos pelos meios das gerações anteriores. Os alunos não precisam ter os horários e/ou atividades ajustados aos horários ou ao espaço físico da Instituição. A comunicação professor-aluno pode ser feita em momentos que normalmente não são utilizados em cursos tradicionais como nas férias escolares, feriados ou durante as horas da madrugada, por exemplo. A comunicação não se dá, necessariamente, em tempo real. O aluno pode receber instruções escritas para posterior análise, interação e apresentação de seus trabalhos. Através do uso do computador – quer através do correio eletrônico, quer pelo acesso à *Web* – pode-se transmitir, receber, guardar e organizar grandes quantidades de informações, disponibilizando-as a uma infinidade de pessoas, de forma econômica e no momento em que essas necessitem usá-las. Como característica da *Web* apresenta-se o seu potencial

de uso de hipertexto e/ou hiperímia, ou seja, criação de *links* entre documentos, textos e outras mídias que estejam residentes em qualquer computador ao redor do mundo.

### **3.6 – Vantagens e Limitações da Educação a Distância**

Com base no livro-texto *Introdução à Educação a Distância* (1999, UFSC, p. 25), deve-se considerar, antes de tudo, que qualquer que seja a tecnologia utilizada, essa não substitui nem irá substituir a figura do professor, posto que ela não é um fim em si mesma, e sim um instrumento que, se bem utilizado, irá contribuir para ampliar as possibilidades da educação.

Outro fator de importância determinante e que se faz necessário buscar, durante o planejamento de um curso baseado na modalidade de ensino em foco, ainda de acordo com o livro-texto *Introdução à Educação a Distância*, é a familiaridade dos participantes com a tecnologia que será adotada, com os símbolos e linguagens pertinentes e a interação com o professor. Com o desenvolvimento da *Web*, a Educação a Distância inclinou-se no sentido de eliminar as distâncias da educação tradicional pois, mesmo que seja paradoxal, essa modalidade permitirá a construção de escolas sem fronteiras. Pode-se reunir nesse único meio de comunicação as vantagens dos diferentes modos de se compartilhar informações e idéias, de uma forma cada vez mais interativa, com a vantagem da redução de custos e da ampliação das possibilidades de auto-instrução.

Em trabalho publicado pela Universidade Federal de Santa Catarina, através do livro-texto *Introdução à Educação a Distância*, Gutierrez

(1997, apud UFSC 1999, p. 29) aponta algumas vantagens e limitações para a Educação a Distância. Como vantagem, a democratização do acesso à educação merece ser destacada por oferecer educação para todos; atendimento a alunos dispersos geograficamente e residentes em locais onde não haja instituições convencionais de ensino; igualdade de oportunidades educativas, de modo especial para as pessoas que não puderam iniciar ou concluir seus estudos, além da permanência dos alunos no seu meio cultural e natural, evitando êxodos que incidam negativamente no desenvolvimento regional.

Ao propiciar uma aprendizagem autônoma e ligada à experiência, a Educação a Distância utiliza a aprendizagem relacionada às experiências dos alunos, às suas vidas profissionais e sociais, sem afastamento de seus locais de trabalho, formando-os fora do contexto de sala de aula.

A diversificação e ampliação das ofertas de estudos e cursos regulares ou não e a comunicação bidirecional freqüente, como garantia para uma aprendizagem dinâmica e inovadora, promovem um ensino inovador e de qualidade.

O incentivo à educação permanente promove a satisfação da demanda e das aspirações dos mais diversos grupos, assim como a oferta de estratégias e instrumentos adequados para a formação permanente, reciclagem e aperfeiçoamento profissional.

Por fim, outra vantagem significativa é a redução de custos, propiciada por uma economia de escala e maior rentabilidade em relação aos cursos tradicionais.

Em oposição, a organização de projetos sem a adequada preparação; falta de pessoal especializado na produção dos materiais, especialmente impressos; preocupação com a quantidade de alunos, em detrimento da qualidade; despreparo da clientela para a auto-instrução e programas pouco vinculados à realidade do país são fatores limitantes da Educação a Distância no Brasil.

### **3.7 – Educação ON-LINE**

De acordo com Harasim (1998, p. 50), a educação *on-line* representa um domínio novo sem igual de educação interativa. Compartilha atributos do ensino presencial e da aprendizagem a distância. Entretanto, a natureza do ambiente tem implicações distintas para a educação.

Atualmente, o uso do computador em conferências educacionais tem aproximado duas perspectivas tradicionais: como uma variante de educação a distância ou como uma extensão de atividades de sala de aula. Porém, nenhuma perspectiva é completamente adequada ou apropriada. Harasim (1998, p. 50) diz que defender perspectivas tradicionais pode limitar nossa compreensão e realização do grande potencial desse novo instrumento. Os atributos que caracterizam esse novo domínio não dependem do tempo nem do lugar e usam os meios de comunicação interativa de muitos para muitos. Essa combinação contribui para fazer da educação *on-line* um novo e singular domínio, distinto do presencial ou da Educação a Distância (Harasim, 1989, p. 50).

É necessário entender a educação *on-line* como um domínio distinto e sem igual. A natureza de grupo, na conferência por computador, pode ser o componente mais fundamental ou crítico da construção da teoria e do projeto de implementação de atividades educacionais *on-line*.

### 3.7.1 – Aprendizagem Colaborativa

Teorias de aprendizagem colaborativa vêem o estudante como um participante ativo no processo de aprendizagem, envolvido e construindo conhecimento por um processo de discussão e interação com o aprender. Essa interação entre estudantes é que distingue as atitudes cooperativas de outros ambientes de aprendizagem.

Segundo Webb (apud Harasim, 1982, p. 52), identificam-se dois modos gerais pelos quais as atividades colaborativas ajudam os membros do grupo a aprender:

1. Através de variáveis que podem criar um clima emocional ou intelectual para aprender;
2. Através de mecanismos que afetam diretamente processos cognitivos.

O ambiente *on-line* é particularmente apropriado para aproximações de aprendizagem colaborativas que enfatizam interação de grupo. Muito mais que um dispositivo técnico para trocar informação a conferência por computador facilita o compartilhar conhecimento e entendimento entre membros de um grupo que não está trabalhando junto ao mesmo tempo e lugar. A conferência por computador foi desenvolvida para facilitar a interatividade de comunicação de grupo. Cada conferência é um

arquivo que é construído e compartilhado pelos membros dessa conferência. O sistema automaticamente anota arquivos em tópicos de discussões e atualiza os membros com novos comentários em novos tópicos.

### 3.7.2 – Aprendizagem Ativa

A participação ativa nas tarefas tem sido um dos resultados principais de colaborações *on-line*. Os estudantes fazem anotações regularmente, não apenas sobre as discussões ocorridas nas conferências, mas também escrevendo mensagens aos conferencistas.

A atividade *on-line*, segundo Harasim (1998, p. 50), oferece ao educador uma oportunidade sem igual para analisá-las, desde que as interações sejam baseadas e arquivadas no sistema. Além disso a maioria dos sistemas gera estatísticas de uso que podem medir a quantia de interação.

A natureza do domínio *on-line* contribui habilitando e apoiando a aprendizagem ativa: estudantes ativos apresentam idéias e respondem uns aos outros num processo que contribui facilitando um maior nível de desenvolvimento de compreensão. A participação ativa também cria um ambiente particularmente rico de informação e proporciona, para cada estudante, múltiplas perspectivas de idéias ou temas.

### 3.7.3 – Aprendizagem Interativa

De acordo com Harasim (1989, p. 55) as pesquisas mostram que aprendizagem *on-line* não só é ativa, mas também é interativa. A troca de debate nos cursos são centradas nos estudantes, envolvendo dinâmica e



extensa divisão de informações, idéias e opiniões entre eles. A construção de conhecimento se dá quando exploram assuntos, examinam os argumentos de um e de outro, concordam, discordam e questionam posições.

A colaboração contribui para nível mais elevado de aprendizagem por reestruturação cognitiva ou resolução de conflito através do que novos caminhos de compreensão de material emergem como resultado do contato com perspectivas novas ou diferentes.

#### 3.7.4 – Estrutura para uma Educação *ON-LINE*

A instrução *on-line* é mais do que uma modalidade nova de transmitir o novo. É um domínio novo da aprendizagem que permite educadores e estudantes interagirem mais facilmente, mais freqüentemente e talvez mais eficazmente na aprendizagem, como também desenvolve novas e diferentes formas de interações educacionais. Ao aproximar-se desse novo domínio das velhas atitudes (tais como os sistemas de aulas presenciais ou os modos de Educação a Distancia), pode-se estar aplicando metáforas que não só são limitantes como perspectivas, mas, talvez seja necessário reconhecer a natureza distinta da instrução em linha, no trabalho dos professores enquanto pedagogos, implementadores, investigadores e como aprendizes, caso se tentasse realizar o potencial desse novo domínio para aumentar as opções e oportunidades educacionais.

Destacam-se, para Harasim (1989, p. 57), aspectos e características importantes em cursos *on-line*, que devem ser trabalhados no intuito de alcançar os objetivos pré-estabelecidos, são os seguintes:

a) Clientela dos cursos

- ✓ Estudantes que estão aptos a entrar na Universidade e/ou no mercado de trabalho;
- ✓ Universidades que não oferecem o curso desejado;
- ✓ Empresas e/ou Universidades em localização remotas;
- ✓ Empresas e/ou Universidades equipadas com computadores;
- ✓ Trabalhadores e/ou estudantes que preferem trabalhar individualmente sem que haja a necessidade de se definir o tempo e o lugar do estudo.

b) Características dos cursos

- ✓ Lugar e tempo independentes;
- ✓ Comunicação para todos;
- ✓ Ensino colaborativo;
- ✓ Dependência de textos-base para promover comentários reflexivos e cuidadosos;
- ✓ Comunicações síncronas e assíncronas;
- ✓ Acesso a comunidades isoladas geograficamente;
- ✓ Compartilhamento das diferenças culturais;
- ✓ Estímulo à interatividade.

c) Meios de telecomunicação utilizados nos cursos

- ✓ Internet – potencial da Web para educação on-line;
- ✓ E-mail;
- ✓ Videoconferência;
- ✓ Teleconferência.

d) Conseqüências do uso dos meios de telecomunicações

- ✓ Oferta de cursos on-line para um grande número de indivíduos;
- ✓ Atitudes de maior controle e responsabilidade sobre a própria aprendizagem;
- ✓ Uma demanda maior na reflexão ao escrever do que no falar;
- ✓ Aumento da comunicação entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos, em comparação a uma classe similar sem o uso do computador;
- ✓ O fomento da comunicação, da interatividade e da colaboração através da comunicação eletrônica.

Ainda segundo Harasim (1989, p. 60), várias estratégias devem ser adotadas para que o modelo a ser implantado possibilite uma real consolidação na estrutura do curso, tanto no sentido técnico, quanto no administrativo. Para isso, diversos fatores devem ser abordados para consolidação dessa estrutura. As estratégias e diretrizes para as instruções dos modelos on-line são as seguintes:

a) Características da clientela

- ✓ Fortes razões para se inscreverem no curso;
- ✓ Ajuda de suas famílias;
- ✓ Discípulos independentes;
- ✓ Certo nível de conhecimento tecnológico e experiência.

b) Diretrizes para um planejamento de cursos on-line – interesses pedagógicos

- ✓ Identificação das metas de ensino;
- ✓ Qual o propósito do curso?

- ✓ Quais são as metas institucionais e pessoais para o curso?
- ✓ Mudanças filosóficas de ensino-aprendizagem;
- ✓ Atividades que promovam uma aprendizagem ativa e independente;
- ✓ Materiais relevantes e tarefas negociadas ajudam a assegurar a participação, envolvimento e ações.
- ✓ Redefinição do papel dos professores.

c) O tutor como facilitador de acesso aos conhecimentos

- ✓ Avaliação de estudantes e instrutores;
- ✓ Estimulação da interatividade.

Potencialmente, pode haver interação por três modos: com o conteúdo, o instrutor e outros aprendizes. Os instrutores podem requerer aos estudantes que enviem comentários e leituras, ou providenciar links de auxílio na Internet previamente avaliados. Estudantes também podem enviar outras produções de seus trabalhos, experiências semelhantes, imagens digitalizadas e páginas da Web. Grupos podem resolver um problema, criar uma simulação para outros, projetar um produto, ou completar uma tarefa. Essas atividades podem ou não ser obrigatórias, e os grupos serem selecionados por si só ou criados heterogeneamente.

A interação dos estudantes poderia ser de forma síncrona ou assíncrona. Para as atividades que requerem um maior número de tarefas que envolvam pensamento e reflexão, o modelo sincronizado pode não ser muito proveitoso. Atividades síncronas requerem cuidados estruturais, organizadores avançados e monitores. A retroalimentação do aprendiz é crucial para um processo interativo.

Harasim (1989, p. 62) afirma que para buscar as maiores chances de sucesso nos cursos ditos on-line, os indivíduos e/ou organizações devem:

- ✓ Criar uma equipe para desenvolver técnicas pessoais, assuntos de matérias técnicas etc;
- ✓ Organizar o tempo de forma a permitir que a equipe possa explorar, experimentar e avaliar suas atividades;
- ✓ Criar míni-cursos nos quais os alunos possam fazer provas por equipamentos, aprender programas práticos, adquirir experiência em educação on-line, de forma a que se possa, efetivamente, verificar se estão aprendendo por meio deles;
- ✓ Começar com poucos cursos e expandir gradativamente. Revisão continuada e ajuste dos cursos em função das falhas. Adotar incentivos para aqueles com disposição de assumir riscos.

### **3.8 – Modelos de EaD**

Para que uma nova metodologia de ensino seja aplicada de forma a ter possibilidades de ser efetivamente aceita, faz-se necessário verificar todos os pontos importantes, tanto os da teoria como os da aplicação prática, para permitir um maior entendimento e relacionamento entre essas duas atividades.

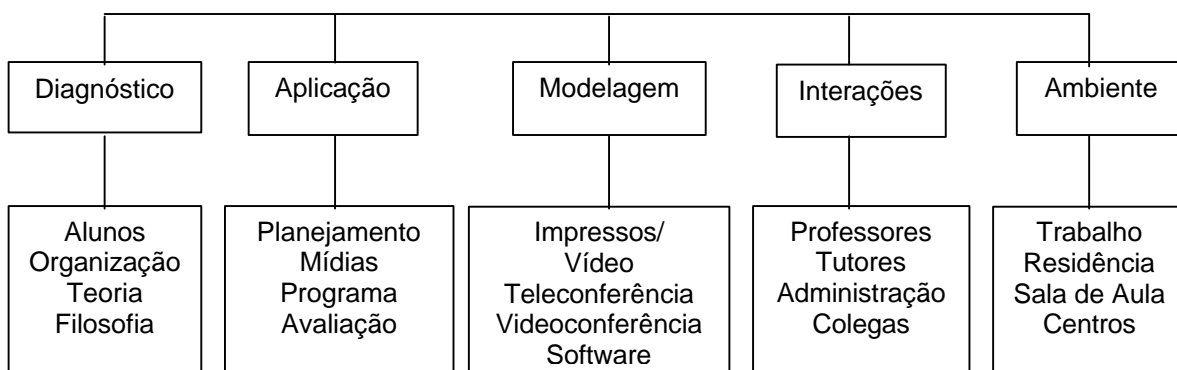
Mesmo que a instituição não pretenda ser de Educação a Distância, ela deve possuir um corpo docente e administrativo próprios que tenham tarefas de desenvolvimento diferente das normalmente desenvolvidas.

Para que a aplicação da Educação a Distância seja efetivada, devem-se observar alguns conceitos e formas de trabalho. Um conceito-chave é o conceito de sistemas, que pode ser compreendido como um conjunto de elementos dinamicamente inter-relacionados, formando uma rede de comunicações e relações em função da dependência recíproca, os quais desenvolvem atividades ou funções que têm como meta atingir os objetivos pre-estabelecidos. Dessa maneira e de um modo geral, os sistemas têm as seguintes características:

- ✓ Entrada de dados;
- ✓ Transformação desses dados colocados no sistema para serem trabalhados da maneira mais adequada;
- ✓ Saída de dados e/ou informações de forma direcionada ao objetivo proposto;
- ✓ Feedback → efetuar uma retroalimentação no sistema com dados já trabalhados para que, cada vez mais, seja melhorado o nível da informação;
- ✓ Estabilidade → após determinada quantidade de feedback existe, naturalmente, uma constante troca de informações que não mais altera, de modo significativo, a resposta do sistema, tornando-o assim estável em relação à consistência;
- ✓ Adaptabilidade → qualquer mudança de conteúdo e forma faz com que se necessite de um tempo para que seja aceita concretamente a nova situação. Essa fase pode levar um tempo maior ou menor em função da aplicação dos itens anteriores.

Existe um modelo sistêmico (sistema formado por um conjunto de componentes, em que cada um deles tem dentro de si um sub-sistema), definido por Moore (1996, p. 9), que se aplica de uma forma consistente ao trabalho já começado pelo CEFET/RN, como mostrada figura 6 abaixo:

**Figura 6 - Modelo Sistêmico de Moore para EaD**



**Fonte: Moore (1996, p. 9)**

Nos modelos sistêmicos as vantagens mais significantes estão no fato de que é uma ferramenta a qual proporciona meios de distinguir a EaD da educação convencional, como também distinguir uma boa de uma má EaD. Outra vantagem é no tocante a sua aplicabilidade, pois esses modelos podem ser aplicados em todos os níveis de ensino (programas, unidades, consórcios etc), proporcionando assim uma completa integração natural entre o planejamento e a prática, tanto por parte do professor como por parte da instituição.

### 3.9 – Internet na Sala de Aula

Toda tecnologia tem seu grau de importância e utilidade, cabe a nós verificarmos como, quando e de que forma devemos usar essa tecnologia para que o objetivo seja alcançado – no nosso caso, a construção do conhecimento.

Observa-se o comentário de Hechinger e Koch (apud Heide, 2000 p. 39):

*“Para ter alunos exploradores, precisamos de professores que estimulem a exploração. Para lidar com a Era da Informação dentro e fora da sala de aula, precisamos de professores que possam ensinar os alunos a gerenciar as informações por meio das tecnologias disponíveis e que possam ajudá-los a transformar informações em conhecimentos.”* (Nancy Hechinger e Melissa Koch (1993), “Beyond the lightbulb”. *Technos: Quarterly for Education and Technology*, 2(1): 23).

Este é o maior desafio (ensinar os alunos a gerenciar informações) que o professor dessa Era da Informação tem que enfrentar e resolver da melhor maneira possível, para que ele fique em sintonia com as novas posturas dos alunos e da sociedade, as quais são determinadas pelos novos paradigmas dessa nova conjuntura sócio-técnica mundial.

Segundo Heide (2000, p. 39), trabalhando com a Internet como ferramenta de aprendizagem, esse é um trabalho progressivo, o qual está



sendo produzido por comunidades de aprendizes. O valor educacional, nessa nova postura da sociedade, depende da colocação na Internet e do que será feito com as informações que retirarmos dela. A melhor maneira de assegurar que a Internet seja relevante e significativa na própria sala de aula é unir-se a outros aprendizes para familiarizar-se com a variedade de recursos.

Para a aplicação da Internet em sala de aula, alguns pontos devem ser colocados para que se possa planejar esse uso de maneira adequada. Para Heide e Stilborne (2000, p. 39), a chave desse uso não é qual tecnologia está disponível na sala de aula, mas sim como utilizá-la. Para se ter uma idéia de como a aplicação da tecnologia pode não corresponder aos anseios para uma construção do conhecimento, basta verificar o uso que se fazia dos computadores, os quais ajudavam na instrução por meio de exercícios e práticas, baseados no trabalho behaviorista como o do Skinner e dessa maneira, com esse paradigma, a tecnologia foi relegada a um papel secundário e suplementar, não conseguindo assim agregar seus verdadeiros potenciais. Pesquisas efetuadas nos Estados Unidos mostraram que, através dessa maneira pela qual se estava utilizando a tecnologia, nenhuma melhora significativa foi identificada na aprendizagem dos alunos.

A predominância, no momento atual, das teorias construtivistas de aprendizado faz com que os alunos construam ativamente o conhecimento, à medida que compreendem suas experiências. Nesse sentido, a aprendizagem construtivista é ativa, centrada no aluno e tende a ser orientada por projeto. As teorias atuais colocam a tecnologia nas mãos dos alunos para ajudar no desenvolvimento de suas habilidades cognitivas de ordem superior e falam do

poder da tecnologia para acessar, armazenar, manipular e analisar informações, permitindo, assim, que os alunos gastem mais tempo refletindo e compreendendo. Segundo Grau e Bartasis (1995, apud Heide 2000, p. 23) um ambiente construtivista concentra-se na solução de problemas, no pensamento crítico e na utilização ativa do conhecimento, eles afirmam:

*“Em geral, os objetivos de instrução em um ambiente construtivista concentram-se na solução de problemas, no raciocínio, no pensamento crítico e na utilização ativa de conhecimento. Além disso, os construtivistas vêem a colaboração, a metacognição e a instrução centrada no aluno como elementos essenciais do ambiente de aprendizagem”*

As habilidades do mercado de trabalho e os requisitos de emprego estão mudando. As habilidades de comunicação tornaram-se essenciais para ganhar a vida, e os alunos não estão entrando no mercado de trabalho adequadamente preparados, mas as habilidades exigidas para viver nesse ambiente devem ser aprendidas hoje. Nesse sentido, não se deve dar ao luxo de equivocar-se com atitudes comprovadamente erradas, em momentos anteriores.

Existem diversas razões para que escolas e professores fiquem menos entusiasmados com a possibilidade de trazer a Internet para dentro da sala de aula, entre elas podem ser incluídas, segundo Heide (2000, p. 25), as seguintes razões:

- ✓ Uma sistêmica falta de consistência dos usos apropriados da tecnologia nas escolas;
- ✓ A aparente complexidade da Internet;
- ✓ A ausência de novas formas de avaliação para medir novas formas de aprendizagem;
- ✓ A falta de linhas telefônicas ou de linhas de dados nas escolas;
- ✓ Os reduzidos recursos para a educação pública;
- ✓ As preocupações sobre a segurança da criança na Internet;
- ✓ A falta de tempo e de oportunidades de treinamento para os professores.

Além desses pontos, outros, mais subjetivos e tão importantes quanto estes, podem fazer os mesmos efeitos:

- ✓ Falta de suporte administrativo;
- ✓ Resistência de colegas a uma tentativa de o professor explorar novos métodos;
- ✓ À primeira vista, a Internet pode parecer-se dominada por *technowizards* (pessoas da área técnica que parecem só se preocupar com o que a tecnologia pode fazer em vez de se preocuparem também como ela pode melhorar os processos de ensino aprendizagem);
- ✓ Alguns professores podem ficar intimidados pelo fato de que seus alunos sabem muito mais do que eles próprios sobre a Internet.

Pode-se, em função dessas observações e até pela necessidade de ampliar para o aluno o poder de alcance das informações em tempo real, planejar toda a aplicação do uso da Internet em sala de aula, pois, tendo em vista que a revolução tecnológica produziu uma geração de alunos que cresceu

com fontes de mídia multidimensional e interativa, nada mais justo do que unir essa forma de visão na nova sociedade ao cotidiano em sala de aula, de modo que as afirmações abaixo sintetizam, e muito bem, como o acesso à Internet pode deixar a sala de aula como um ambiente de aprendizagem cooperativa ainda maior, onde o professor fornecerá a direção, a orientação e a inspiração para a realização dos trabalhos e a tão desejada construção do conhecimento.

As afirmações são:

*“As descrições de trabalho de todos os indivíduos na escola mudarão fundamentalmente por causa da infovia. Os alunos deixarão de realizar testes de preparação para criar produtos de informação que realmente possam ser utilizados por ‘clientes’ em todo o mundo. Para os professores, a mais difícil mudança no trabalho talvez seja que não mais estaremos no centro do aprendizado de nossos alunos. Nós nos tornaremos intermediários – conectando nossos alunos a outros por meio das redes que os ajudarão a criar e fazer crescer seu conhecimento de uma maneira que um professor sozinho apenas sonharia em fazer”* (Citado por Thérèse Mageau (1994, maio/junho), “Will the superhighway really change schools?” *Electronic Learning* 13(8): 14, apud Heide, 2000: 27).

*“Para os professores, a tecnologia deve ser um meio para novos fins, para uma aprendizagem mais dinâmica, mas a tecnologia não deve ser a questão principal. As questões reais são as novas formas de percepção e a consciência exigida pela mudança, as formas antigas de autoridade por formas mais democráticas encontradas em uma comunidade de aprendizagem verdadeira”*  
**(Rowe, 1994 apud Heide, 2000: 27).**

Por fim, na aplicação da Internet em sala de aula, deve-se ter em mente que qualquer empreendimento de aprendizagem, para ser bem sucedido, dependerá da capacidade de dominar o básico e depois, gradualmente, expandir o conhecimento por meio da prática. Dessa maneira, Heide (2000, p. 29), elaborou um esquema que possibilita a implantação dessa tecnologia na forma já citada, levando-se também em conta que a Internet contém diversas ferramentas e cada uma delas tem uma função específica. Logo, a maioria dos professores que as explora vai querer familiarizar-se com elas, as quais podem ser utilizadas para fornecer aos alunos oportunidades bastante atraentes para tornar a aula cada vez mais prazerosa, buscando no aluno a capacidade de acessar e interpretar o mundo ao redor dele. O esquema tem a seguinte estrutura (figura 7):

**Figura 7 – Internet na Sala de Aula**



Fonte: Heide (2000, p. 31)

### 3.10 – Educação a Distância no CEFET/RN

Vários fatores favorecem a implantação de uma estrutura de ensino a distância que necessite do uso das novas tecnologias para transmissão em alta velocidade, tanto no que diz respeito à parte técnico-pedagógica quanto à parte técnico-científica.

Um dos principais fatores foi a criação da cultura de relacionamento constante com os pedagogos, o que possibilitou uma

construção de conhecimentos mais sólida e sistemática por parte dos professores da área técnica, fazendo com que a relação professor-aluno fosse mais abrangente no que diz respeito à forma de transmitir, de elaborar os conteúdos didáticos e de elaborar as avaliações. Dessa maneira, abriu-se um canal para a elaboração sistemática de bons conteúdos didáticos e, conseqüentemente, possibilitou-se a colocação desses conteúdos em mídia eletrônica de forma mais simplificada.

Um outro fator, que possibilitou o aumento da cultura em transmissão de conteúdos via meios eletrônicos, foi a criação do nosso provedor e o constante uso de avaliações e aulas montadas via intranet no CEFET/RN.

O trabalho realizado no Programa de Iniciação Profissional do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (PROCEFET), o qual ensina através da 1ª geração de EaD e pela televisão, não chega a ser uma teleconferência porque as dúvidas dos alunos são tiradas por carta, telefone ou *e-mail* em um momento diferente do do programa de televisão.

Dois últimos fatores contribuem para o uso de aulas a distância. Um deles é o fato de se ter uma rede interligando todas as salas de aula e estas conterem TV, videocassete, microcomputador com kit multimídia e um retroprojetor. O outro fator é a existência de uma rede de altíssima velocidade, intitulada NATALNET. Essa rede com tecnologia ATM (Asynchronous Transfer Mode) de 622 Mbps está sendo desenvolvida a partir de um projeto conjunto entre a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), o Centro

Federal de Educação Tecnológica do RN (CEFET/RN), a Companhia Telefônica do Estado do RN (TELEMAR) e a Secretaria do Estado da Educação, Cultura e do Desporto (SECD) através da Escola Estadual ATHENEU, sob a coordenação da UFRN. Todo desenvolvimento e a implantação foram efetuados entre alunos e professores da UFRN e do CEFET/RN.

As novas técnicas e tecnologias existentes nas telecomunicações possibilitam o uso de hipermídia (hipertextos + multimídias) na Educação a Distância que, em função dessa nova realidade, aproxima muito mais o trabalho com ambientes virtuais, através da linguagem VRML, no ensino.

Nesse sentido, pode-se elaborar um plano para a aplicação do uso de ambientes virtuais, cujo objetivo é a aplicação do conteúdo didático de forma prática e real, observando-se a construção de um novo planejamento para a nova prática pedagógica, a fim de acompanhar as novas formas transmitidas das informações ao aluno.

### **3.11 – Resumo**

Neste capítulo foram mostrados os conceitos mais relevantes da EaD, e quais tecnologias podem ser trabalhadas. Foi dado um enfoque histórico e conceitual da EaD, além de serem apresentadas suas vantagens e desvantagens quanto à utilização.

Em um segundo momento, foi evidenciado o uso da Educação ON-LINE como sendo uma possível forma da aplicação em EaD via internet, que pode ser utilizada na realidade do CEFET/RN e, por último, foram



mostradas quais as formas que possibilitam uma implementação da Internet em sala de aula.

## **CAPÍTULO IV - GRÁFICOS 3D NA INTERNET**

### **CONCEITOS DE GRÁFICOS 3D PARA AMBIENTES VIRTUAIS**

#### **4.1 - Introdução**

A tecnologia tem avançado de forma muito rápida em vários setores da área de telemática, na qual um dos grandes saltos foi com relação à transmissão de dados.

Mesmo não atingindo ainda o que a ciência prevê para um futuro próximo, as tecnologias de comunicação já estão com uma estrutura capaz de colocar dados de qualquer tipo de mídia a uma velocidade bastante razoável, o que permite transmitir aulas de um ponto a outro, sem transtornos.

Esse capítulo conceitua e mostra como devemos trabalhar e pensar a construção de ambientes virtuais com a utilização das novas tecnologias voltadas para ambientes 3D.

## 4.2 – Ambientes Virtuais na Internet – Conceitos Gerais de Gráficos 3D

Um dos mais recentes desenvolvimentos tecnológicos para a Internet foi a implantação da *Virtual Reality Modeling Language (VRML)* como uma linguagem de descrição de cenas virtuais interativas em três dimensões. Assim, a VRML pode ser encarada como a HTML para gráficos 3D na WWW<sup>1</sup>. A *Web* foi um projeto iniciado pelo *Centre Européen de Recherche Nucléaire* (Centro Europeu de Investigação Nuclear)-CERN.

## 4.3 – Histórico da Criação da VRML

O desenvolvimento para a criação da linguagem VRML tem-se dado em função de vários fatores referentes à criação de algumas tecnologias usadas para efetivar uma comunicação entre pessoas – em especial a Internet – , de maneira que possibilitasse a transferência de informações de qualquer lugar e a qualquer tempo.

Com a Internet, a qual deu origem a uma crescente evolução de novas tecnologias e de novos padrões, tanto para o mundo da comunicação, quanto para o mundo dos computadores, surgiram novos padrões. Um dos mais bem elaborados foi a HTML<sup>2</sup>. No sentido de usar uma tecnologia equivalente a HTML, mas sendo orientada a gráficos de três dimensões realizou-se a 1ª reunião reconhecida pela Conferência Internacional da *World*

---

<sup>1</sup> WWW é a sigla de "*World Wide Web*" que é um sistema, o qual possibilita a navegação de documentos hipertexto pela Internet numa interface gráfica. Outra designação da WWW é *Web*.

<sup>2</sup> HTML é a sigla de "*HyperText Markup Language*". É uma linguagem de descrição de informação para construção de páginas para a *Web*.

*Wide Web* em Genebra, 1994 (*First International Conference on the World-Wide Web*, 1994).

Nessa conferência, Tim Berners-Lee e Dave Raggett, dois pioneiros na ajuda da criação da WWW, organizaram uma sessão informal para discutir a criação de uma interface 3D para a WWW. A conclusão a que chegaram foi a de que o progresso para a *Web* necessitaria de uma nova linguagem de descrição de cenas 3D interativas, surgindo assim, a VRML.

Houve um consenso no sentido de que a primeira versão da VRML deveria ser baseada numa linguagem já existente para modelagem em 3D. Isso porque diminuiria o tempo para a conclusão da mesma, além de minimizar os erros iniciais da versão zero. Diversas propostas foram lançadas, incluindo os formatos *Cyberspace Development Format (CDF)* da *Autodesk*, *Object Orientated Geometry Language (OOGL)* da Universidade de *Minnesota* e *Manchester Scene Description Language (MSDL)* da Universidade de *Manchester*. Após algum debate, decidiu-se que a VRML deveria ser baseada no formato *Open Inventor*, da *Silicon Graphics (Open Inventor, 1995)*. As principais razões para essa decisão foram:

- ✓ *Open Inventor* já ter sido largamente utilizado na Educação e Indústria para aplicações com visualização 3D em tempo real;
- ✓ Não ser uma linguagem que descreva somente a geometria 3D, mas também as propriedades dos objetos, tais como material, textura e iluminação, permitindo adicionar realismo a uma cena virtual;
- ✓ Ser escalável, isto é, possibilitar que novas características sejam facilmente adicionadas;

✓ A *Silicon Graphics* ter concordado em ceder o formato a domínio público.

Outra decisão tomada foi a grande dificuldade de implementar interações e comportamentos multi-participados, o que seria deixado para mais tarde. Por esse motivo, a 1ª versão do VRML (VRML 1.0), lançada em 1995, iria somente descrever ambientes estáticos. Então, o objetivo principal ficou tendo como foco à ampliação do *Open Inventor* para que se possibilitasse trabalhar com plataformas independentes e com ligações à WWW.

Abaixo, apresenta-se a evolução cronológica, historiando de maneira sucinta a evolução da VRML:

✓ Versão → **VRML 1.0** (Maio/1995)

- Final de 1994, foi apresentado o primeiro esboço do VRML;
- Maio/1995 na 2ª Conferência da WWW, em Chicago, definido que a 1ª versão desta linguagem seria baseada no *Open Inventor*, no formato da *Silicon Graphics Inc.* (SGI);
- A especificação da VRML 1.0 (Bell, 1995, p. 8), finalizada em Maio/1995, incluía apenas o suporte para a construção de objetos 3D, aplicação de texturas e iluminação;
- No final de 1995 já havia vários *browsers* VRML disponíveis, embora poucos com a capacidade para suportar todas as características existentes na linguagem.

✓ Versão → **VRML 1.0c** (Janeiro/1996)

- Em janeiro/1996, começaram a ser detectadas várias ambigüidades na linguagem;

- Esse problema foi corrigido em janeiro/1996, através de uma nova especificação designada por VRML 1.0c (*clarified*) e, ainda, não sendo adicionada qualquer característica à linguagem.

✓ Versão → **VRML 1.1**

- Cancelada por deixar ineficiente a implementação no *browser*, no final de 1995. Foi iniciada a criação da nova versão do VRML, com denominação de VRML 1.1.

✓ Versão → **Moving Worlds** (Janeiro/1996)

- Incorporação, na versão 1.0, para suporte à animação e à interação. O Grupo de Arquitetura da VRML (VAG) começou a verificar quais seriam as possibilidades de alterar a sua sintaxe, e isso seria de maneira radical. A *Silicon Graphics*, a *Netscape*, entre outras trabalharam em conjunto para criar a *Moving Worlds*, que mais tarde seria o ponto de partida para a versão 2.0 da VRML.

✓ Versão → **VRML 2.0** (Agosto/1996)

- Em Agosto/1996 a *Moving Worlds* deu lugar à versão da VRML 2.0 (Bell, 1996, p.12). Essa nova versão, além de alterar radicalmente a sintaxe, adicionou animação, interação, sons, fundos (*backgrounds*) e suporte para programação externa.

- ✓ Versão → **VRML 97** (Dezembro/1997)
  - No início de 1997, o VAG começou a pensar na forma de apresentar a especificação da VRML 2.0 à *International Organization for Standardization – ISO*<sup>1</sup>. A formalização na ISO da VRML foi designada por VRML97 (site da *International Standard ISO/IEC*). Essa especificação foi ratificada pela Organização ISO em Dezembro/1997. A maior parte dos *browsers* VRML 2.0 são, agora, *browsers* VRML 97.
  
- ✓ Versão → **VRML 200x** (Setembro/2000)
  - Em meados de setembro, o consórcio intitulado “*The Web3D Consortium*” (Web3D) começou a trabalhar no novo ambiente para desenvolvimentos em ambientes 3D com as seguintes recomendações práticas: trabalhar com o GeoVRML 1.0, o H-Anim 1.1 e ter acesso à base de dados *Structured Query Language (SQL)*, na VRML, (VRML 200x). O GeoVRML irá prover o suporte à representação e visualização de dados geográficos, usando o padrão do VRML97, sua identificação no consórcio é “geovrml”; o H-Anim 1.1 é um caminho para o modelo da representação e animação de figuras humanas em VRML97, sua identificação no consórcio é “h-anim”, e o acesso à base de dados em SQL, que terá como práticas, recomendadas para esse acesso, duas separadas interfaces complementares. Todas as direções dos trabalhos desse

---

<sup>1</sup> ISO (International Organization for Standardization – Organização Internacional para Padronizações) - Organização fundada em 1946, sem fins lucrativos, que tem por objetivo a elaboração de padrões internacionais para redes de computadores, comunicações entre computadores etc.

consórcio estão concentrados no aperfeiçoamento dos componentes da próxima especificação da geração para a *Web3D* que, no caso, terá como meta o trabalho da VRML, usando a *Extensible Markup Language (XML)*, daí a decisão de se criar um grupo para desenvolver as tarefas de projetar e implementar o X3D (*Extensible 3D*).

As versões VRML 1.0 e VRML 2.0 têm diferenças substanciais, tanto na sintaxe, quanto nas características, mas, entre a versão 2.0 e a versão 97 da VRML, as diferenças foram pequenas. Com relação ao VRML 200x, a ser lançado comercialmente, ter-se-á uma grande flexibilidade tanto na programação, quanto no tratamento de imagens ao trabalhar com MPEG-4, nas animações e, principalmente, na possibilidade de manipular dados através de um banco de dados, o que amplia e muito a interação que poderá ser implementada para o usuário nos ambientes virtuais.

#### **4.4 - Visualização de Cenas Virtuais**

O acesso a um arquivo através do *browser* tem como primeira tarefa o teste do tipo de dados adotado nesse arquivo, cuja transferência é normatizada pela MIME<sup>1</sup>. Devido ao fato de arquivos para *Web* possuírem diversas mídias, *software* adicionais, denominados *plug-ins* são necessários. Os *plug-ins* são programas que adicionam capacidades originalmente não

---

<sup>1</sup> MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) – Norma para Internet que possibilita a transferência de dados que não sejam constituídos por informação não textual (tais como gráficos, áudio etc ) por sistemas ou serviços convencionais sem essa capacidade



existentes ao *browser* (assim como a outros aplicativos), dentre elas a de visualizar informação não-HTML.

Os *browsers* existentes atualmente não oferecem o recurso de navegação dentro dos ambientes criados em VRML, por isso faz-se necessária instalação de um *plug-in*, a fim de tornar possível a navegação por esses ambientes virtuais. Alguns dos mais populares *plug-ins* até o momento são:

- ✓ *Cosmo Player* da *Silicon Graphics*;
- ✓ *World View* da *Intervista*;
- ✓ *Liquid Reality* da *Dimension X*;
- ✓ *Community Place* da *Sony*;
- ✓ *RVE browser*.

O *Cosmo Player* foi escolhido como o *plug-in* a ser utilizado na criação dos modelos. A sua tela de navegação é mostrada na figura 8 a seguir.

**Figura 8 – Barra de Navegação do Cosmo Player**



Fonte: Cosmo Player

No *site* do repositório da VRML (*The Repository*, 1998), está disponível uma lista atualizada de *browsers* VRML. No *site* de testes de *browsers* para a VRML (*VRML Browsers Testing*) e em Ressler, (1998, p. 19), podem ser encontrados testes e comparações entre os vários *browsers* VRML existentes.

A especificação da VRML requer que todos os *browsers* suportem os formatos de imagem JPEG e PNG para texturas, e o formato MPEG para

texturas em movimento. A maioria dos *browsers*, por algumas razões óbvias, suporta adicionalmente o formato GIF e alguns aceitam igualmente o formato RGB da *Silicon Graphics*.

#### **4.5 – Navegação e Interação**

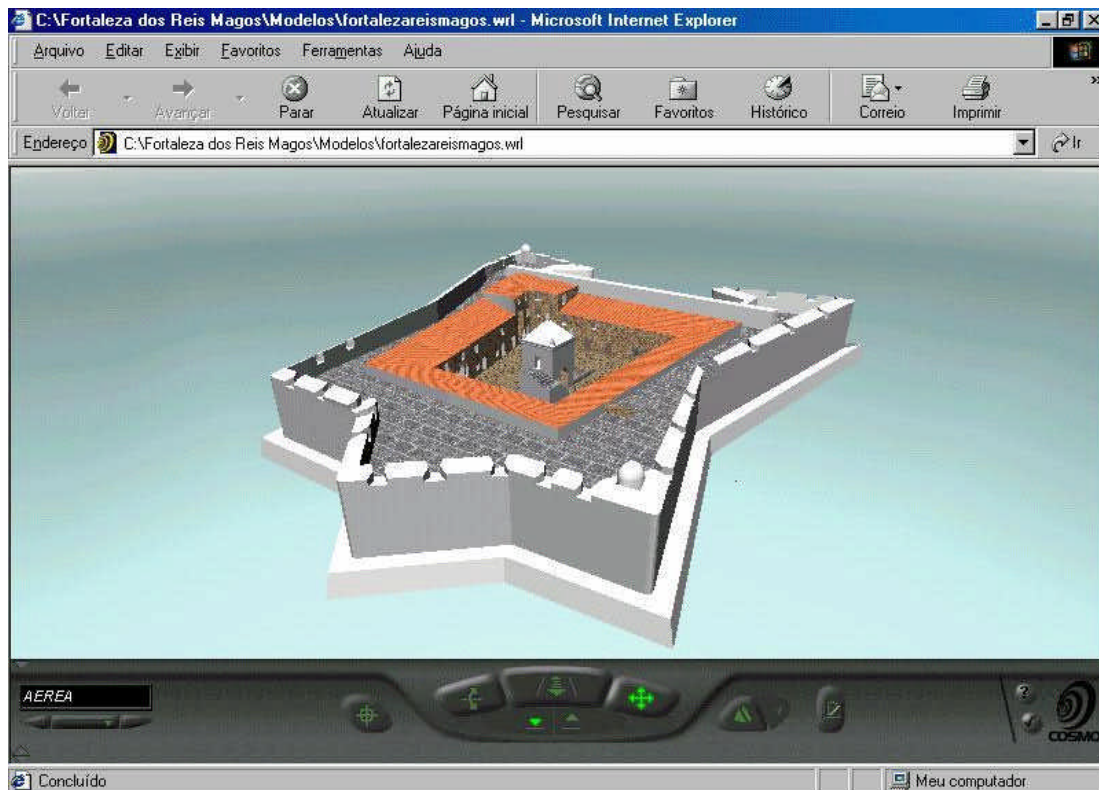
A navegação e a interação nos ambientes virtuais permitem ao utilizador manipular o objeto 3D (girar, mover etc), usando os periféricos do computador (tipicamente teclado e *mouse*), através da simulação de movimentos. Alguns *browsers* implementam também um modo de visualização (*seek*), em que o usuário aponta com o *mouse* para um objeto da cena e o ponto de visão é automaticamente atualizado para esse objeto.

#### **4.6 – Exemplos de VRML na Internet**

A possibilidade de criar ambientes tridimensionais na *Web* proporciona oportunidades muito interessantes em diversas áreas, especialmente na arquitetura e na Educação. A modelagem por computador é hoje largamente utilizada nessas áreas como uma ferramenta para compreender a relação espacial entre os objetos. A importância da VRML vem do fato de permitir que os modelos 3D possam ser visualizados por qualquer pessoa com acesso à Internet. Outra grande característica presente nos ambientes virtuais é a possibilidade da utilização da multimídia, tornando o ambiente virtual, criado pela VRML, mais interativo.

Existem vários campos para a aplicação da VRML, alguns exemplos são: no ensino (inclusive a Distância), na visualização/pesquisa científica, no turismo (Figura 9), na engenharia, na arquitetura, na propaganda, no entretenimento etc.

**Figura 9 – Fortaleza dos Reis Magos, exemplo de um Modelo em VRML**



Fonte: <http://www.cefet-rn.br/~forte>.

#### 4.7 - Criação de Ambientes Virtuais

Para criar um ambiente com a VRML, pode-se utilizar um simples editor de texto ou ferramentas de modelação 3D. Essas ferramentas podem ser modeladores específicos de VRML ou simplesmente modeladores genéricos 3D. Nesse último caso será necessário converter a informação do modelo para o formato VRML.

A forma de criar um ambiente em VRML está condicionada à complexidade do modelo que se pretende construir. Nos processos de construção de ambientes virtuais, que basicamente são: Edição de Texto e utilização de Modeladores, há vantagens e desvantagens, como por exemplo, na Edição de Texto para a programação, uma vantagem que esse processo nos proporciona é a não obrigatoriedade de se utilizar um software específico e ainda podermos trabalhar com todas as características da VRML. Como desvantagem, existe a dificuldade de quando se quer modelar objetos 3D com alguma complexidade. Em relação ao item Utilização dos Modeladores, a maior vantagem é a existência de uma interface bastante “amigável” para modelar e animar os objetos 3D, e, a desvantagem está no fato de que, quando usamos um modelador não-destinado ao uso da VRML, surge a possibilidade de o modelador não suportar todas as características da linguagem.

#### **4.8 - Editor de Texto**

Uma das grandes vantagens da VRML é o fato da construção do código-fonte ser composta de texto puro, podendo ser desenvolvido com um simples editor de texto. Essa característica traz consigo outra vantagem que é a de não ser necessário utilizar *software* específico e nem de precisar que o programador tenha um conhecimento profundo das características da VRML. Entretanto, como tudo na vida, isso possui uma desvantagem, que está no fato de ser extremamente difícil criar objetos 3D com alguma complexidade, sendo necessário um conhecimento mais aprofundado da VRML.

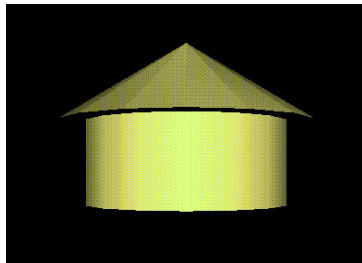
Abaixo está o código-fonte em VRML, escrito no editor de texto *WordPad*, o qual retorna como resultado o desenho mostrado na Figura 11.

**Figura 10 – Código Fonte em VRML feito no Editor de Texto *WordPad***

```
#VRML V2.0 utf8
# A Yellow hut
Group {
  children [
    # Draw the hut walls
    Shape {appearance DEF Yellow
      Appearance { material Material { diffuseColor 1.0 1.0 0.5 } }
      geometry Cylinder { height 2.0 radius 2.0 }
    },
    # Draw the hut roof
    Transform {
      translation 0.0 2.0 0.0
      children Shape { appearance USE Yellow
        geometry Cone { height 2.0 bottomRadius 2.5 } }
    }
  ]
}
```

Fonte: VRML 2.0 Sourcebook, 1997

**Figura 11 – Apresentação no *Cosmo Player* do Código VRML da figura 10**



Fonte: VRML 2.0 Sourcebook, 1997

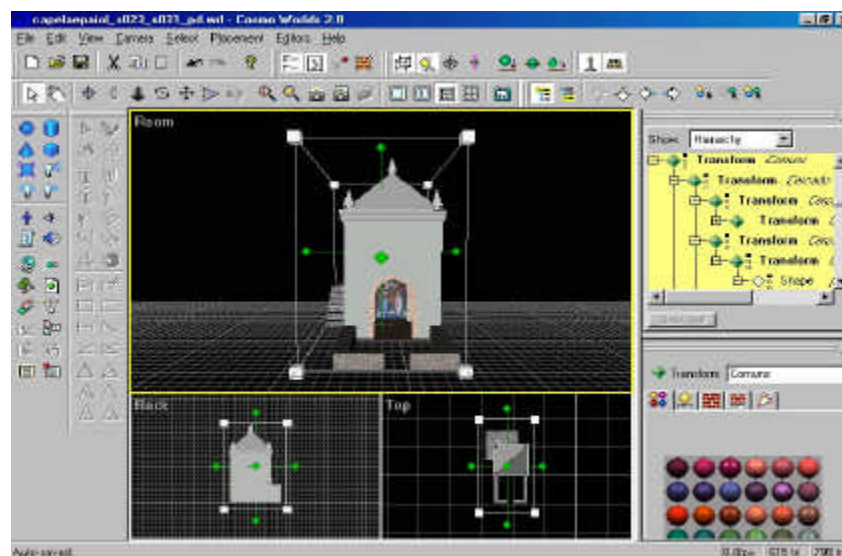
## 4.9 – Modeladores VRML

Um modelador de VRML é uma aplicação de modelagem 3D usada para criar cenas no formato da VRML. O código VRML é gerado pelo próprio modelador.

Duas grandes vantagens podem ser observadas quando se usa um modelador. A primeira delas é a interface "amigável" para modelar e animar objetos 3D, e a outra está no fato de não ser requerido um grande domínio da VRML. Isso não significa que, quando for necessário implementar modelos com características mais requintadas, não seja preciso conhecer, com mais profundidade, a VRML.

De acordo com Schweber (1998), Morrey (1998) e Polevoi (1998: apud Miranda, 1999, p. 32) o *Cosmo Worlds* da Silicon Graphics é um dos modeladores mais poderosos e robustos para a construção de ambientes virtuais em VRML. Abaixo, a figura 12 mostra a interface do programa:

**Figura 12 – Modelador VRML: *Cosmo Worlds* da Silicon Graphics.**



Fonte: Cosmo Worlds

#### 4.10 - Características dos Ambientes VRML

Novas características, como animação, interação e suporte à programação externa, possibilitaram a adição de comportamentos aos objetos

de uma cena, fazendo com que os Ambientes Virtuais em 3D sejam bastante dinâmicos. A Tabela 1 apresenta as características mais relevantes desses ambientes.

**Tabela 1 - Características de um Ambiente VRML**

Interatividade	Os ambientes VRML respondem às ações do usuário:  Portas que se abrem quando são tocadas; campainhas que tocam quando são acionadas; luzes que se acendem quando o usuário entra em um novo ambiente etc.
Animação	Objetos e criaturas que se movem; bolas que saltam; aves que voam; <i>avatars</i> <sup>1</sup> que passeiam, correm ou saltam etc.
Áudio	Música de fundo, ruídos ambientes e efeitos sonoros em geral.
<i>Scripts</i>	Inclusão de programação externa, normalmente JAVA ou <i>javascript</i> , para adicionar comportamentos mais complexos aos objetos.
Protótipos	Criação de novos objetos que podem ser reutilizados.

Fonte: VRML 2.0 Sourcebook, 1997

#### 4.11 - Servidores de Ambientes VRML

Uma das vantagens da VRML é a sua utilização na Internet. Tal como qualquer outro documento *web*, torna-se assim necessária a sua instalação numa máquina servidora para esse fim, implicando questões ao

<sup>1</sup> Representação humana num ambiente multiusuário.

nível de configuração e da própria natureza dos arquivos. Nesse sentido é necessário adicionar o MIME respectivo: *model/vrml*.

Uma das características principais de um arquivo escrito em VRML é o reduzido tamanho. Além disso, a disponibilização na Internet é de forma compactada, melhorando o desempenho da transmissão na rede.

#### **4.12 - Resumo**

Neste capítulo foram conceituadas e mostradas as técnicas e tecnologias usadas para a construção de ambientes virtuais, efetuando um breve histórico da criação da *Virtual Reality Modeling Language* – VRML, empregada na construção de ambientes virtuais, assim como os recursos oferecidos pelos softwares de modelagem.

O objetivo geral deste capítulo foi contextualizar a utilização de ambiente 3D para a Internet, no intuito de construir conhecimento que possa proporcionar ao aluno o “saber” e o “saber fazer” na construção de ambientes virtuais.



## **CAPÍTULO V – VIRTUAL REALITY MODELING LANGUAGE - VRML**

### **CONCEITOS DE VRML PARA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS**

#### **5.1 – Considerações Iniciais**

Em função da imprescindível necessidade de se conhecer os conceitos da linguagem-foco desta dissertação, e também para realizar a construção dos ambientes virtuais, este capítulo tem como objetivo tentar sedimentar todos os procedimentos e etapas que envolvem a construção desses ambientes.

#### **5.2 – Introdução**

Como em toda linguagem, para se trabalhar com VRML de forma adequada e produtiva, há a necessidade de se conhecer todas as suas características, mesmo sendo uma linguagem conceituadamente simples.

Para tornar a compreensão da filosofia dessa linguagem mais acessível é apresentada uma visão geral de como se desenvolve a criação de

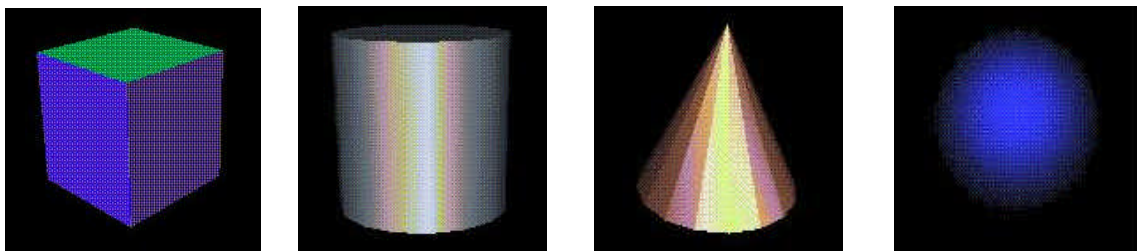
Ambientes Virtuais. Para isso é adotado o modelador *Cosmo Worlds* da *Silicon Graphics*, já citado anteriormente, no qual são mostradas todas as fases do desenvolvimento, incluindo seus recursos, suas ferramentas e seus procedimentos.

### 5.3 - Primitivas da VRML

Na VRML existem quatro primitivas que norteiam a construção de todos os modelos virtuais. Essas primitivas são figuras geométricas que a partir das quais se constrói qualquer modelo. As primitivas são:

- ✓ *Box* → cria uma caixa, especificando as suas dimensões nos eixos (x, y, z);
- ✓ *Sphere* → cria uma esfera, especificando o seu raio;
- ✓ *Cylinder* → cria um cilindro, especificando a sua altura e o seu raio;
- ✓ *Cone* → cria um cone, especificando a sua altura e o raio da base.

**Figura 13 – Primitivas da VRML vistas pelo Plug-in *Cosmo Player***



Fonte: VRML 2.0 Sourcebook, 1997

### 5.4 - Definição e Utilização de Nós

O primeiro conceito a ser apresentado no estudo da VRML é o de nó. Um nó, na VRML, equivale a uma classe na Programação Orientada a

Objetos, e o conjunto de **nós** representa a estrutura básica de um arquivo VRML.

Uma definição completa de todos os **nós** pode ser encontrada nas normas da *International Standard Organization* (VRML,1997). Existem 54 tipos diferentes de **nós**, subdivididos em 7 categorias, as quais são descritas na tabela 2:

**Tabela 2- Divisão dos vários tipos de Nós por Categorias.**

<b>Tipos de Nós</b>	<b>Objetivo</b>
Geometria	Representar a geometria no ambiente VRML.
Aparência	Determinar o aspecto de um objeto.
Agrupamento	Agrupar vários <b>nós</b> .
Animação e Comportamentos	Fornecer suporte à animação, som e outras atividades baseadas no tempo, assim como à programação de comportamentos.
Sensores	Detectar os movimentos e as ações do usuário.
Ambientes	Criar ambientes em determinadas áreas do ambiente.
Navegação	Afetar a navegação do usuário através do ambiente.

**Fonte: VRML 2.0 Sourcebook, 1997**

Uma das características mais interessantes e úteis da VRML é a capacidade de associar um nome a um **nó**, para posteriormente poder usar

essa definição na cena. Isso é particularmente importante quando se pretende criar animações e adicionar alguns comportamentos aos objetos. Efetivamente para controlar o fluxo de eventos entre objetos de uma cena, torna-se necessário identificar os **nós** que fazem parte dessa interação.

Associa-se um identificador a um **nó**, utilizando a instrução DEF, colocada antes do tipo do **nó**, como mostrado a seguir no exemplo de um cubo:

Exemplo: **DEF minhaCaixa Box { size 5 2 3 }**

Em seguida, é possível declarar a instância do cubo através da instrução USE:

Exemplo: **USE minhaCaixa**

A palavra reservada DEF só pode ser utilizada para associar um identificador a um **nó** que já exista na cena. É possível usar o mesmo DEF repetidas vezes num arquivo, mas apenas é válida a última declaração antes da instrução USE.

Essas normas (VRML, 1997) propõem ainda que, para o uso do mesmo nome a vários **nós**, a resposta dada pela instrução USE é a última encontrada pela instrução DEF. No exemplo abaixo, observa-se que o nome objeto é declarado duas vezes para o **nó Appearance**. Desta forma, a aparência do último objeto do exemplo será uma textura, enquanto que a do segundo objeto será a cor azul.

Em qualquer parte do arquivo, **nós**, definidos através do comando DEF, podem ser referidos imediatamente após a sua declaração. Não é possível fazer referência a **nós** declarados em arquivos externos.

### Exemplo de definição e utilização de NÓS (DEF/USE).

```

# Primeiro objeto
Shape { appearance DEF objeto Appearance {
                                material Material { emissiveColor 0 0 1 } }
    geometry Box {}
}

# Segundo objeto
Shape { appearance USE objeto
    geometry Cylinder{}
}

# Terceiro objeto
Shape { appearance DEF objeto Appearance {
                                texture ImageTexture { url foto.jpg } }
    geometry Cone {}
}

# Último objeto
Shape {appearance USE objeto
    geometry Cylinder{}
}

```

Fonte: VRML 2.0 Sourcebook, 1997

Existem operações que atuam nas primitivas, objetivando mudar as coordenadas dos objetos que estão hierarquicamente abaixo do **nó** *Transform*. Essas operações realizam mudanças de escala (*scale*), rotações (*rotation*) e translações (*translation*).

#### 5.4.1 - Campos de um **Nó**

Todo **nó** possui campos, que têm a finalidade de atribuir características como: cor do material, dimensões do cubo etc.

Com a mesma filosofia de linguagem de programação, os campos precisam ter um identificador e um tipo de dados. Os tipos de dados são os seguintes:

- ✓ *Simple* è como uma variável simples (Ex.: *SFTime*, *SFImage*, *SFBool* etc.)
- ✓ *Múltiplo* è como um *array* (Ex.: *MFTime*, *MFVec3f*, *MFRotation* etc.)

No exemplo mostrado abaixo, a cor do **nó** Placa é determinada através do campo *DiffuseColor*.

Exemplo: **Placa { *diffuseColor* 0 0.2 0.1 }**

No caso acima, o conteúdo do campo *DiffuseColor* é guardado num vetor do tipo *SFColor*. Por padrão, num arquivo VRML, os tipos já são declarados, não sendo necessário defini-los.

Os campos podem ser declarados como privados ou públicos. A diferença entre esses dois tipos segue abaixo:

- a) Privado → declarado com o termo *field*, e seu valor nunca pode ser alterado por outros **nós**;
- b) Público → declarado como *exposedField*, e seu valor pode ser alterado por outros **nós**.

#### 5.4.2 - Entradas e Saídas de um Nó

Além dos campos que caracterizam um **nó**, há ainda outras propriedades que permitem a comunicação entre os **nós** de uma cena VRML: *eventIn*s e *eventOut*s<sup>1</sup>.

Um *eventIn* serve para um **nó** receber eventos que vão alterar as suas propriedades. Enquanto que um *eventOut* serve para um **nó** enviar eventos, isso ocorre quando houver alguma alteração no **nó**. Na tabela a seguir, apresentamos as sintaxes e exemplos de ambas as propriedades:

**Tabela 3 - Definição e utilização de Nós (DEF/USE).**

Eventos	Sintaxe	Exemplos
EventIn	Set_<evento>	set_color, set_intensity
EventOut	<evento>_changed	color_changed, position_changed

Fonte: VRML 2.0 Sourcebook, 1997

EventIn e eventOut não contêm valores associados e devem ser vistos como as portas de um **nó**, uma vez que eles servem, unicamente, para deixar passar informações para dentro ou para fora de um **nó**. A seguir é mostrado um campo público (*exposedField*) com ambas as declarações de evento:

---

<sup>1</sup> Os termos originais - *EventIn* e *eventOut* - serão utilizados ao longo desta dissertação, por não *se* ter encontrado um termo equivalente em português.

Exemplo:

**exposedField objeto**

é equivalente a:

**field objeto;**

**eventIn set\_objeto;**

**eventOut objeto\_changed;**

No caso acima, o eventIn set\_objeto é gerado quando outro **nó** altera o campo objeto. O eventOut objeto\_changed é gerado por este **nó** quando alguma propriedade do campo objeto é alterada.

## 5.5 - Construção da Geometria e Aplicação de Materiais

Existe um **nó** que descreve a geometria e a aparência de um objeto, esse **nó** chama-se *Shape*. As propriedades mais utilizadas e que representam bem o seu foco são, entre outras, geometria, material e textura, as quais definem o aspecto do objeto. Como exemplo, mostramos a figura 14, com seu respectivo código-fonte em VRML.

**Figura 14 – *Shape* com Textura**





**Figura 15 – Código Fonte da Figura 14**

```

#VRML V2.0 utf8
#Cosmo Worlds V2.0
Transform {
  children  Shape {
    appearance Appearance {
      material Material {
        ambientIntensity 1
        diffuseColor 0.54 0.05 0.25
        specularColor 0.81 0.77 0.75
        emissiveColor 0.22 0.22 0.22
        shininess 0.2
        transparency 0.26
      }
      texture ImageTexture {
        repeatS TRUE
        repeatT TRUE
        url      "../..../CosmoSoftware/Shared/textures/nature/sky4.gif"
      }
    }
    geometry Box { }
  }
  translation 0 1 0
}

```

**Fonte: VRML 2.0 Sourcebook, 1997**

Durante a construção de uma geometria deve-se tomar cuidado com o número de polígonos que é formado nos objetos, pois isso implica diretamente o tamanho do arquivo, ou seja, quanto maior o número de polígonos maior será o tamanho desse arquivo. A origem de todo esse cuidado advém do fato de que quanto mais polígonos existirem, maior será o esforço do *browser* para **renderizar**, logo, será necessário um tempo maior para a visualização do objeto. Outro fator importante é o tempo de *download*, já que é diretamente proporcional ao número de polígonos, ou seja, quanto maior for o número de polígonos maior será o tempo de *download*.

Algumas regras práticas podem ser aplicadas para a obtenção dessa renderização. Uma delas é sempre observar a parte do objeto que, em qualquer situação, não precisa ser visto, e portanto, deve-se retirar os polígonos, correspondentes a essa parte, do objeto. Por exemplo: o fundo de

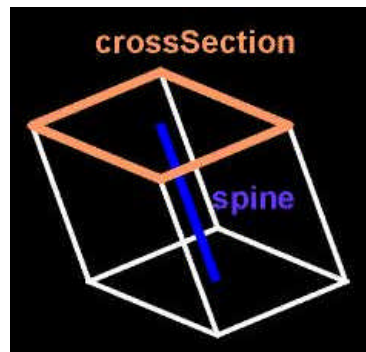
um objeto que esteja assentado no chão – já que tais polígonos não precisam ser renderizados, podem ser omitidos. Outra recomendação é a remoção dos *backfaces* (necessidade de renderizar os polígonos do lado oposto à face principal), mesmo que não seja sempre possível. A criação de texturas de baixa resolução é outro ponto importante na diminuição do tempo de *download*. Sobre as texturas, serão mostrados mais detalhes na sessão 5.7.2.

## 5.6 – Extrusão de Figuras

Durante a criação de algum objeto, às vezes torna-se necessário expandir em uma ou mais direções esse objeto. Para isso existe um **nó** chamado *Extrusion*, facilitando a realização desse tipo de trabalho. Esse **nó** possibilita a construção de tubos, vasos, roscas, paredes mais grossas sem a necessidade de colocar outro objeto.

O **nó** *Extrusion* define um polígono (*crossSection*) que percorre um caminho (*spine*) no espaço, construindo assim uma continuação do polígono, possibilitando a mudança de escala da *crossSection*, como também girá-la ao longo do *spine*. A figura 16 mostra como a extrusão ocorre:

Figura 16 – Extrusão de um Polígono

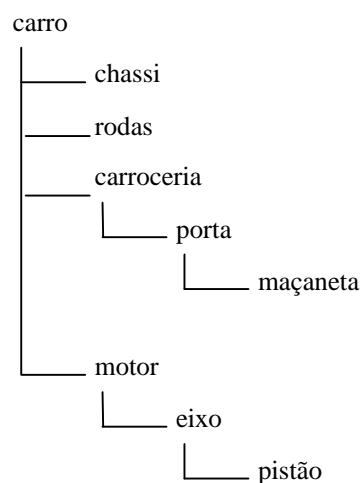


Fonte: <http://www.di.ufpe.br/~if291/galeria/divirtual/desen.html>.

## 5.7 - Hierarquia de Cenas

A forma como a estrutura das cenas (*SceneGraph*) apresenta os objetos em VRML é hierárquica. Para isso existem **nós** específicos para agrupar esses objetos.

O esquema abaixo mostra uma hierarquia, fazendo uma analogia com algumas partes do carro.



Os **nós** *Transform* e *Group* são alguns que servem para agrupar objetos, sendo chamados de **nós** de agrupamento. Eles possuem um campo chamado *children*, para a adição de novos **nós**.

Grupos de **nós** podem, dessa forma, ser adicionados à cena, expandindo a estrutura hierárquica. Couch (1997, p. 123) chama a atenção para o fato de cada grupo possuir o seu próprio espaço de coordenadas, o que é fundamental para a aplicação de transformações geométricas de forma estruturada.

A figura 17 apresenta uma parte do Modelo Educacional, o qual é o ambiente desenvolvido para demonstração da aplicação dessa linguagem nesta dissertação.

**Figura 17 – Modelo Educacional**

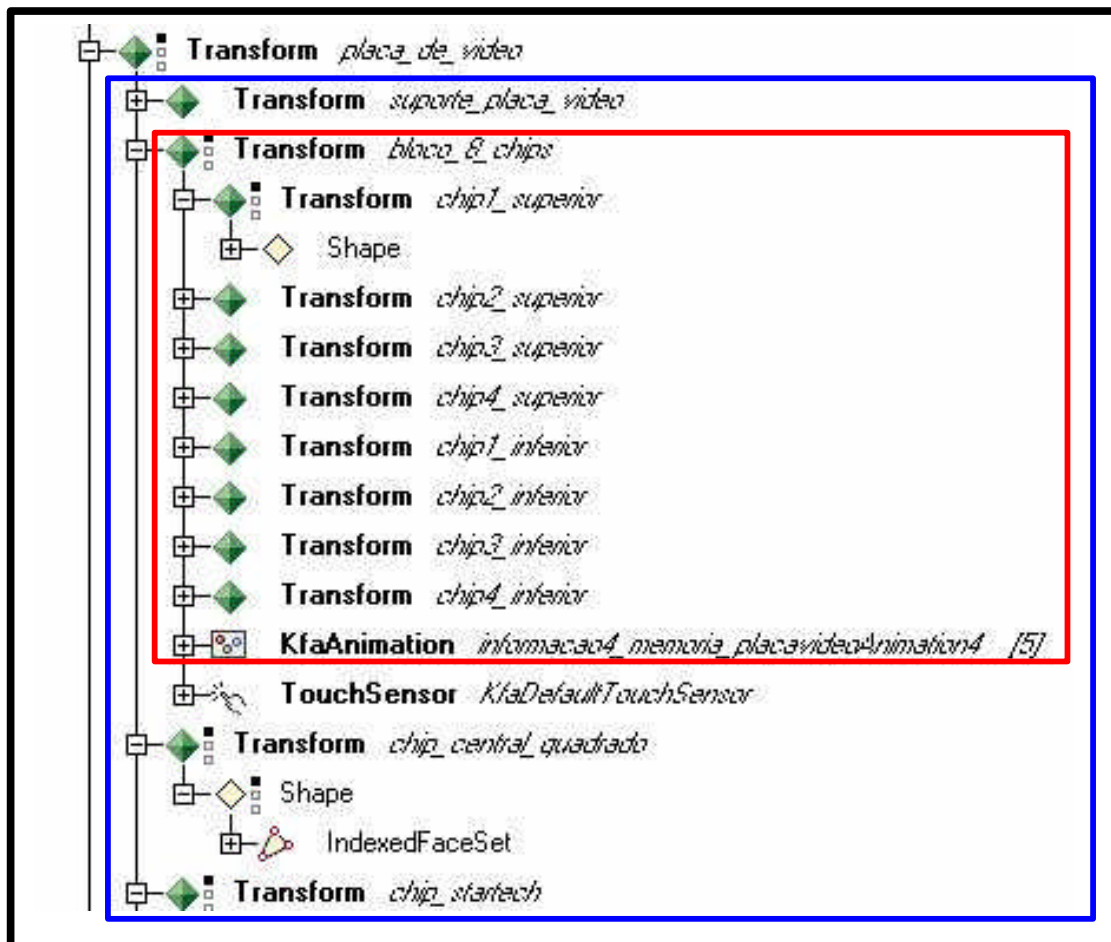


Fonte: <http://www.cefet-rn.br/~regis>.

A hierarquia é uma das técnicas usadas para se obter uma boa otimização com relação à renderização a ser efetuada pelo *browser*, ou seja, os cálculos que são efetuados por esse *software* para visualizar uma cena. Um exemplo dessa estruturação é mostrado na figura 18, na qual pode-se

observar o agrupamento de *transforms* mostrados nas três caixas de cor de linha preta, azul e vermelha, as quais representam a hierarquia entre a Placa de Vídeo, o Suporte da Placa de Vídeo e os Chips que em conjunto com a animação e um sensor de toque que estão contidos dentro do Bloco de oito Chips.

Figura 18 – Hierarquia de uma Cena



Fonte: <http://www.cefet-rn.br/~regis>.

## 5.8 - Aparências dos Objetos

É necessário que as aparências dos objetos sejam definidas. A mudança dessa aparência ocorre com a combinação do **nó** material com a aplicação de alguma textura.

### 5.8.1 - Material

Com relação à mudança no material (aparência), os itens a serem trabalhados são: cor, brilho e transparência.

A importância do material num objeto se dá pela necessidade de se querer refletir a luz, o resultado somente conseguido com a aplicação de um material.

A visualização de uma cena tem como padrão na VRML nenhum sombreamento e uma cor constante em todas as faces que, por *default* (dados preexistentes no *software*), origina a cor de um branco brilhante.

### 5.8.2 - Texturas

As texturas são imagens 2D que têm como objetivo aumentar o realismo do objeto na cena. Quando aplicada ao objeto, a cor da textura sobrepõem a do **nó** material aplicado ao objeto.

Existe um sistema de coordenadas para descrever as posições de uma imagem usada numa textura. Esse sistema chama-se Espaço da Textura, o qual usa as coordenadas **u** e **v** para definir a posição. A coordenada **u** representa a componente horizontal e a **v** a componente vertical, ambas normalizadas.

De acordo com Ballreich (1997 apud Miranda, 1999, p. 78), a diferença entre o sistema de coordenadas da textura para o do espaço 3D, se dá pelo fato de que as coordenadas da textura só fazem referência ao espaço 2D da textura e não à sua posição no espaço 3D ou a sua posição no objeto, já

que as coordenadas também são 2D. Essa é a razão pela qual as coordenadas **u** e **v** são normalizadas entre **0** e **1**.

Devido a essa diferença de dimensões entre o espaço das texturas e o das superfícies, nas quais as texturas são aplicadas, faz-se necessário outro sistema de coordenadas para estabelecer a ligação entre o mapa da textura e a superfície geométrica. Esse espaço é definido pelos sistemas de coordenadas **s** e **t**, sendo **s** a componente horizontal e **t** a componente vertical.

É através de um processo de repetições das coordenadas **u** e **v**, que se definem as coordenadas **s** e **t**, tanto é que, sem repetição, as coordenadas **s** e **t** são equivalentes às **u** e **v**. Por meio dessa definição é que se torna possível repetir uma textura sobre uma superfície maior, e isso ajuda a evitar um possível bloqueio no *browser* quando for necessário aplicar uma textura sobre uma área grande, como por exemplo: um pátio, uma grande calçada etc. Nesse caso, uma textura com grande resolução ficará muito pesada quando visualizada pelo *browser*. Para contornar esse problema, recomenda-se fazer uma textura pequena, a qual será visualizada mais rapidamente por existirem menos pontos a serem renderizados.

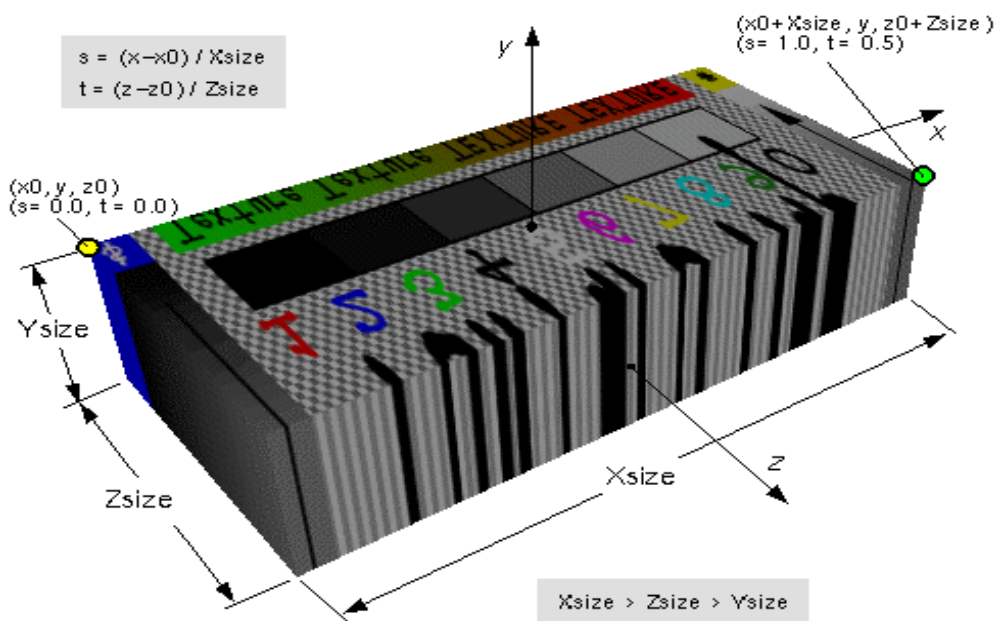
O tamanho de uma textura é outro ponto vital na eficiência de um modelo em VRML, já que aumentará o tamanho do arquivo e seu tempo de *download*. Ballreich (1997, apud Miranda, 1999, p. 80), diz que uma textura deve obedecer, entre outras, às regras seguintes:

- ✓ Aplicar o tamanho menor possível;
- ✓ Ser quadrada (64x64, 128x128, ...);
- ✓ Ter resolução como potência de dois (16, 32, 64, 128, ...).

Os formatos gráficos das texturas utilizadas são: *Graphics Interchange Format* (GIF), *Joint Photographic Experts Group* (JPEG) e *Portable Network Graphics* (PNG). Na prática, todos os *browsers* suportam esses formatos, mas deve-se evitar, a não ser que haja muita necessidade, outros tipos de formatos que não os acima citados.

As figuras 19 a 21 mostram as coordenadas de três tipo de texturas:

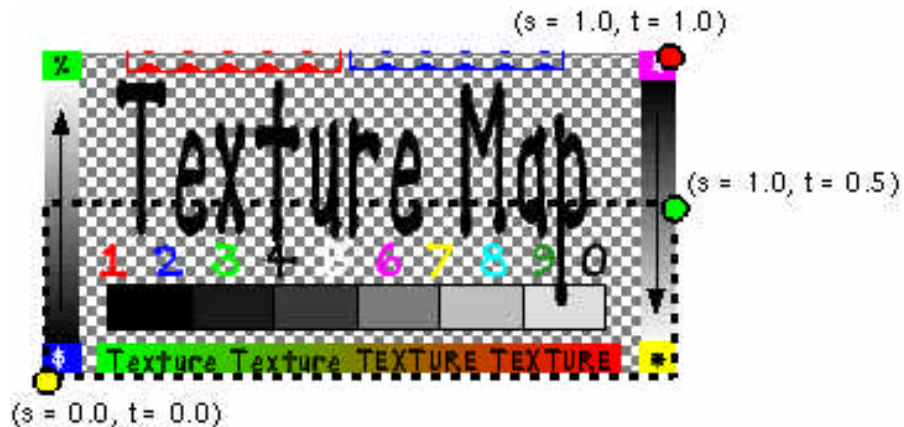
**Figura 19 – Mapeamento de Textura por definição do Nó *IndexedFaceSet***



Fonte: <http://www.web3d.org/>

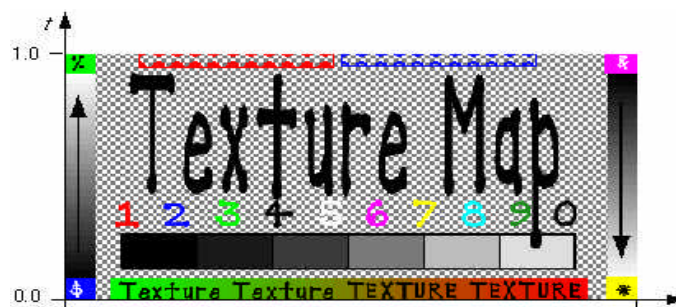


Figura 20 – ImageTexture por um Nó IndexedFaceSet



Fonte: <http://www.web3d.org/>

Figura 21 – Sistema de Coordenadas do Nó MovieTexture



Fonte: <http://www.web3d.org/>

## 5.9 - Iluminação de Cenas

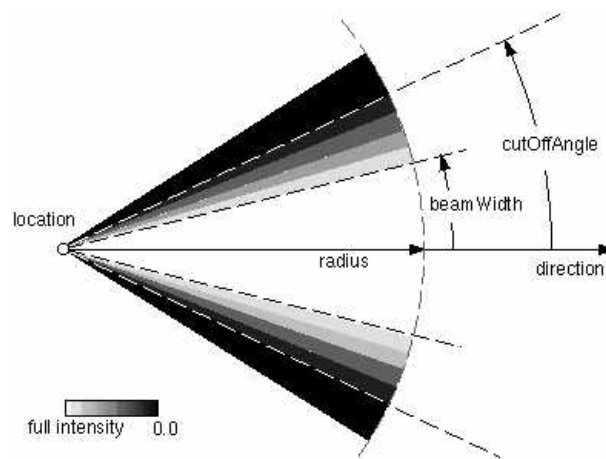
Por *default*,, existe uma luz (*headlight*) que acompanha a posição do observador da cena, sendo adicionada automaticamente pelo *browser*. Os tipos de fonte de luz existentes na VRML, além da *HeadLight*, são:

- ✓ Luz Direcional (*DirectionalLight*) → permite dirigir raios luminosos, paralelos e em uma direção, a partir do infinito. Somente os **nós** do mesmo grupo do **nó** *DirectionalLight* são afetados pela sua luz, além disso vale ressaltar a

importância de que este tipo de iluminação causa um menor esforço no *browser*,

- ✓ Luz Omnidirecional (*PointLight*) → nessa fonte de luz é especificada a posição no espaço de uma fonte que irradia luz em todas as direções. Existe um campo, *radius*, que tem, como propriedade, indicar a distância que a luz pode atingir. Por esse motivo os objetos fora desse alcance não serão iluminados pelo nó;
- ✓ Holofote (*SpotLight*) → esta fonte de luz ilumina em forma de cone. Também existe um campo *radius* com a mesma função do explicado no item acima. O fato importante a ser conhecido é que ela tem um cálculo bastante lento, por isso não é aconselhável usá-la, a não ser em caso extremamente necessário.

**Figura 22 – Definições da Fonte de Luz *SpotLight***



Fonte: <http://www.web3d.org/>

## 5.10 - Aplicação de Sensores

Os sensores são **nós** de um tipo especial, criados especificamente para detectarem as ações do usuário e gerarem eventos para a cena VRML. Os sensores existentes são os seguintes:

✓ *TouchSensor* → Detecta quando o usuário seleciona um determinado objeto, ou seja, monitora **nós** de geometria que pertencem ao seu grupo.

Os eventos gerados por esse **nó** são:

- ◆ *isActive* → envia TRUE ou FALSE quando o botão do cursor é pressionado;
  - ◆ *isOver* → envia TRUE ou FALSE quando o cursor é movido para dentro ou para fora de uma geometria;
  - ◆ *hitPoint\_changed* → envia o ponto no objeto indicado pelo cursor;
  - ◆ *hitNormal\_changed* → envia a Normal à superfície do objeto, no ponto indicado pelo cursor;
  - ◆ *hitTextCoord\_changed* → envia a coordenada da textura no ponto indicado pelo cursor;
  - ◆ *touchTime* → envia a hora que o botão do cursor é solto.
- ✓ *PlaneSensor* → Desloca o objeto selecionado num movimento, ao longo do plano XY, ou seja, monitora **nós** de geometria que pertencem ao seu grupo, interpretando o movimento de arrasto como uma translação no plano XY, local do sensor. Os eventos gerados são:
- ◆ *isActive* → envia TRUE ou FALSE quando o botão do cursor é pressionado;
  - ◆ *trackPoint\_changed* → envia o ponto no plano XY indicado pelo cursor;

- ◆ *translation\_changed* → envia o valor da translação no plano XY.
- ✓ *CylinderSensor* → Desloca o objeto selecionado num movimento cilíndrico, ou seja, monitora **nós** de geometria que pertencem ao seu grupo. Este **nó** interpreta o movimento de arrasto 2D como uma rotação, no espaço 3D, em torno do eixo y, local do sensor. Na verdade, o que acontece é que, quando o usuário aponta uma geometria, o *browser* gera um cilindro imaginário em torno do eixo y do sistema local de coordenadas do sensor. Os eventos gerados são:
  - ◆ *isActive* → envia TRUE ou FALSE quando o botão do cursor é pressionado;
  - ◆ *trackPoint\_changed* → envia o ponto indicado pelo cursor na superfície do cilindro imaginário;
  - ◆ *rotation\_changed* → envia o valor da rotação durante o arrasto.
- ✓ *SphereSensor* → Desloca o objeto selecionado num movimento esférico, ou seja, monitora, **nós** de geometria que pertencem ao seu grupo. Este **nó** interpreta um arrasto 2D como uma rotação, no espaço 3D, em torno da origem, local do sensor. Na verdade, o que acontece é que, quando o usuário pressiona o botão do cursor sobre uma geometria monitorada o *browser* gera uma esfera imaginária com o raio dado pela distância entre o ponto indicado e a origem. Os eventos gerados são:
  - ◆ *isActive* → envia TRUE ou FALSE quando o botão do cursor é pressionado;
  - ◆ *trackPoint\_changed* → envia o ponto indicado pelo cursor na superfície da esfera imaginária;

- ◆ *rotation\_changed* → envia o valor da rotação durante o arrasto.
- ✓ *ProximitySensor* → Detecta quando o usuário se aproxima de um determinado objeto, ou seja, gera eventos sempre que o observador entra, sai ou se move dentro de uma área;
- ✓ *VisibilitySensor* → Detecta se um determinado objeto é visível para o usuário, ou seja, detecta quando um observador pode ver um objeto específico ou uma determinada área;
- ✓ *TimeSensor* → Detecta o tempo corrente, normalmente usado no controle de animações, por ser esse sensor visto, segundo Ames (1997, p. 117), como um relógio de uma cena. Os eventos gerados são:
  - ◆ *isActive* → indica se o **nó** está em execução naquele instante;
  - ◆ *startTime* → inicia a ocorrência de algo;
  - ◆ *stopTime* → finaliza a ocorrência de algo;
  - ◆ *loop* → é um valor TRUE ou FALSE, indicando quando o **nó** deve continuar ou não o ciclo.

Deve-se notar que um sensor não é um **nó** de agrupamento e por esse motivo ele não pode conter uma lista de objetos como sendo *children*, então, um sensor deve ser colocado dentro de um **nó** de agrupamento, como, por exemplo, com o **nó** *Transform*. A ordem pela qual o sensor e os outros objetos são ligados não tem qualquer importância. Sendo assim, o sensor pode ser declarado antes ou depois de um objeto. Uma outra informação importante para ser conhecida sobre os sensores é que ele está limitado a atuar unicamente sobre os objetos declarados no campo *children* do grupo ao qual pertence.

## 5.11 - Interpoladores

Os **nós** interpoladores possibilitam adicionar animação aos ambientes VRML. O método de interpolação depende do tipo de interpolador que está definido na especificação do VRML.

Todos os interpoladores apresentam a mesma estrutura. Para cada lista de *keys* (termo que designa os pontos-chave), está associada uma lista de valores correspondentes aos valores de saída (*keyValue*). O *browser* gera, através de interpolação linear, os quadros necessários para passar de um quadro-chave a outro.

A VRML possui vários interpoladores: *ColorInterpolator*, *CoordinateInterpolator*, *NormalInterpolator*, *OrientationInterpolator*, *PositionInterpolator* e *ScalarInterpolator*.

O princípio de funcionamento do interpolador é o seguinte:

- ✓ Interpolador recebe um *input* através de um *eventIn* próprio, designado por *set\_fraction*;
- ✓ Testa o valor recebido com os valores existentes na lista de *keys*, calcula o seu valor de saída;
- ✓ Passa o valor de saída para um *eventOut* próprio, designado por *value\_changed*.

## 5.12 - Animação

Animação é a alteração de algo ao longo do tempo. Por exemplo, a alteração da posição de um sistema de coordenadas implica que a posição

do objeto construída nesse sistema seja modificada à medida que o tempo passa. De acordo com Ames (1997, p. 110), uma animação requer dois elementos fundamentais:

- ✓ Um relógio para controlar o *playback* da animação;
- ✓ Uma descrição de como as coisas mudam no decurso da animação.

Essa alteração é realizada com a técnica de animação por quadros-chave, a qual consiste na especificação de momentos-chave na seqüência de animação, nos quais os desenhos correspondentes a esses momentos são chamados de quadros-chave (*keyframes*). Para efetuar uma animação por computador faz-se necessário calcular os quadros (*frames*) intermediários através de interpolação. Em VRML, estas animações, por quadros-chaves, são criadas utilizando-se interpoladores e sensores para controle de tempo.

É criado um relógio, um sensor *TimeSensor*, que pode ser usado para controlar o tempo em que a animação acontece. Em seu decorrer, esse sensor envia múltiplos eventos através de *eventOuts*. Durante cada ciclo, envia também, através do *eventOut fraction\_changed*, frações de tempo entre 0.0 e 1.0, correspondentes ao início e ao fim de ciclo.

Uma definição fundamental, que é bastante usada nas animações, é a das rotas (*routes*), as quais têm como finalidade efetuar uma ligação entre um evento que sai de um nó (*eventOut*) e um evento que chega a outro nó (*eventIn*). Em outras palavras, as *routes* são usadas para criar um fluxo de dados para uma animação. É importante saber que o comando ROUTE não faz parte da hierarquia da cena. O processo ocorre da seguinte

maneira: nos interpoladores, são definidos os *keys* e os seus valores correspondentes nos campos *key* e *keyValue*, como referido anteriormente. Cada *key* define uma fração de tempo entre 0.0 e 1.0, à qual corresponde um valor de saída. Esse valor pode corresponder, por exemplo, a uma nova posição, rotação ou fator de escala, que é então enviada pelo interpolador através de outra *route* para o **nó** *Transform*. O comando ROUTE conecta dois **nós** usando:

- ✓ nome do **nós** emissor e do *eventOut*;
- ✓ nome do **nós** receptor e do *eventIn*;

os tipos de dados que saem do emissor e os que chegam ao receptor, devem ser do mesmo tipo. A sintaxe deste comando é:

```
ROUTE Emissor.rotation_changed TO Receptor.set_rotation
```

O processo ocorre quando, a partir do momento em que as duas *routes* são estabelecidas, o relógio é iniciado e se inicia o fluxo de eventos do *TimeSensor* para o *Interpolator* e deste para o *Transform*, acontecendo, dessa forma, uma animação do sistema de coordenadas, que pode ser uma translação, rotação ou fator de escala.

Existem determinadas situações que fogem do controle durante a geração de eventos em uma cena VRML, a exemplo dos *loops*, das falhas na ordem de execução de eventos etc, o que deixa a cena fora de controle. Como Couch (1997, p. 89) informa, a ordem de como os eventos são executados é de inteira responsabilidade do *browser*, por isso é necessário ter um cuidado especial nas situações que envolvam o controle da ordem de execução de alguma cena.



Uma boa técnica que pode ser usada e que não acarreta esse tipo de problema na ordem de execução é o *Fan Out*, a qual consiste em controlar vários objetos a partir da mesma fonte, ou seja, estabelece várias *routes* entre um mesmo objeto de origem e vários objetos de destino. Como exemplo, pode-se desejar que, ao abrir uma porta, três janelas fossem abertas também, então isso seria escrito assim:

```
ROUTE porta1.isActive TO janela1.turnOn
```

```
ROUTE porta1.isActive TO janela2.turnOn
```

```
ROUTE porta1.isActive TO janela3.turnOn
```

Essa mesma técnica pode ser usada de forma contrária, sendo chamada de *Fan In*, a qual consiste em estabelecer várias *routes* entre diferentes objetos-origem e um mesmo objeto-destino. Como exemplo, se dois interruptores ligassem simultaneamente uma lâmpada, então seria escrito da seguinte forma:

```
ROUTE interruptor1.isActive TO lâmpada1.turnOn
```

```
ROUTE interruptor2.isActive TO lâmpada1.turnOn
```

Uma observação que se deve fazer para esta técnica de *Fan In* é sobre o problema ocorrido no *browser* quando duas ou mais fontes geram um evento no mesmo instante de tempo, ou seja, os eventos geram o mesmo *timestamp*, provocando uma “colisão”. Devido a isso, o *browser* não sabe qual evento deve ser executado primeiro, acarretando um bloqueio no carregamento do modelo pelo browser.

### 5.13 – Utilização de *Inlines*

Quando uma cena VRML contém muitos objetos, uma carga muito grande de bytes é enviada ao *browser*, podendo até mesmo acontecer o travamento do software. Isso ocorre devido a um excesso de cálculos que será realizado para mostrar a cena. A fim de evitar isso, existe na VRML uma técnica chamada *InLine* que tem como função dividir o ambiente em várias partes menores de modo a facilitar o *download*. Essa técnica permite reduzir o tamanho do arquivo principal, deixando de incluir alguma geometria, que a princípio é aquela que não é vista no plano principal, para dar lugar a uma referência, um apontador para um arquivo externo. Tecnicamente falando, o **nó** de agrupamento *InLine* lê os filhos de qualquer endereço na *Web* (URL), o *browser* não carrega imediatamente o **nó**; em vez disso, ele vai ao URL procurar os dados e, enquanto isso, uma caixa é mostrada no local onde o objeto deve aparecer.

### 5.14 – Utilização de *Billboard*

Na criação de ambientes virtuais, um dos objetivos mais importantes que o desenvolvedor deve ter em mente é a redução de polígonos, pois isso traz grandes benefícios à execução do modelo na Internet. Preocupados com isso, os desenvolvedores da VRML criaram vários **nós** que possibilitam essa tarefa. O *billboard* é um deles e funciona como um **nó** de agrupamento, tendo como função criar um grupo com um sistema de coordenadas especiais, o qual rotaciona automaticamente para ficar de frente

para a câmera. Na verdade ele é útil para incluir imagens 2D (textos, árvores, postes etc) que devem ficar de frente para a câmera e isso resultar no efeito produzido pelo 3D. Por ser uma imagem 2D reduziu-se bastante o número de polígonos, o que aumentou o desempenho de exibição da cena.

### 5.15 – Aplicação dos LODs

É totalmente natural desejar um ambiente virtual o mais realista possível, mas isso implica uma maior demora no tempo de *download* e, conseqüentemente, uma perda de interatividade. Para alcançar um bom nível de realismo, sem perda da interatividade, é necessário controlar o nível de detalhe com que o *browser* irá construir os objetos.

Para efetuar esse controle de nível de detalhe existe um **nó** chamado *Level of Detail* (LOD), o qual é um **nó** de agrupamento que cria um grupo de representações capaz de descrever diferentes versões de um mesmo objeto. O **nó** LOD, especifica vários níveis de detalhe e o *browser* escolhe a versão apropriada do objeto de acordo com a distância entre o objeto e o observador. Para que isto aconteça os **nós** filhos do LOD devem ser listados em ordem decrescente de nível de detalhe, e esses **nós**, com menor nível de detalhe, devem ter a geometria mais simples possível e nenhum texto.

### 5.16 – Navegação

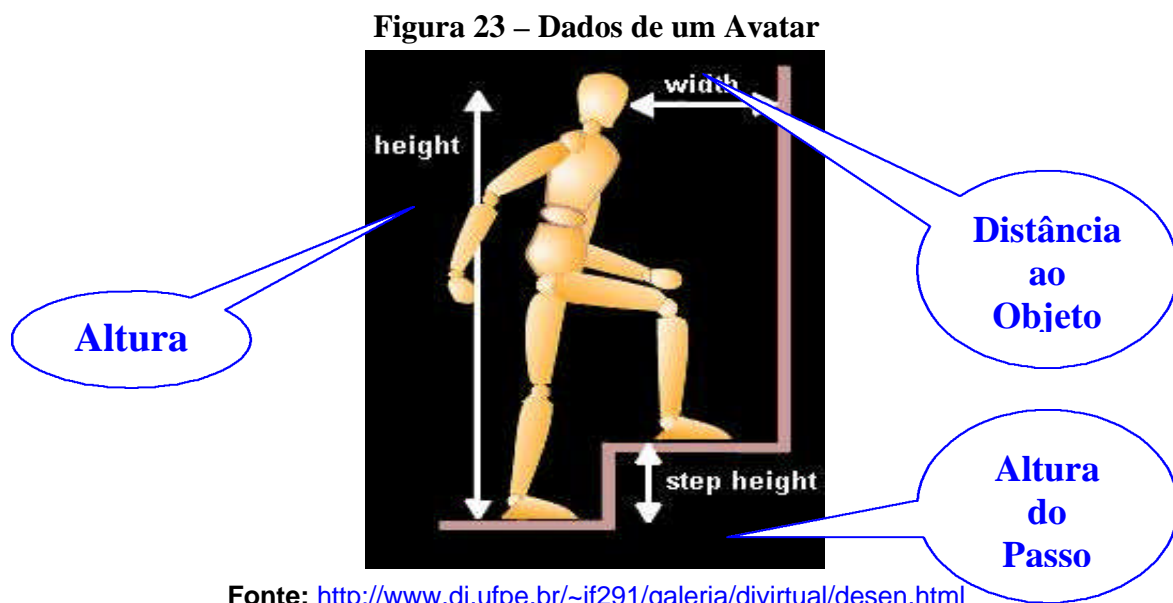
A VRML preocupa-se com a navegação do modelo, que se constitui num importante ponto da Internet. O **nó** *NavigationInfo* indica para o

*browser* qual o melhor método de interação que deve ser aplicado ao ambiente a ser construído. Além de uma boa navegabilidade, as pessoas desejam, instintivamente, se sentir dentro do ambiente virtual, ou seja, ter a sensação da presença física. Sendo assim, devem ser previstas as detecções de colisões, para evitar, por exemplo, a passagem por uma parede como se fosse um fantasma, e é para isso, além de outros fatores, que as informações de navegação ajudam na cena.

Os tipos de navegação existentes na VRML são:

- ✓ WALK → apropriado para paisagens onde o observador pode andar;
- ✓ EXAMINE → indicado para inspecionar objetos que o observador pode manipular;
- ✓ FLY → indicado para explorar, com vistas aéreas, espaços abertos;
- ✓ NONE → somente através de *viewpoints* e *scripts* é que se realizará a navegação da cena, que terá de ser fornecida explicitamente pelo autor do ambiente.

O nó *NavigationInfo* especifica as dimensões e a velocidade do avatar do observador, como indicado na figura 23:



## 5.17 – Pontos de Visão

O nó *Viewpoint* tem como função descrever a posição, a orientação e o campo de visão para o observador de uma cena. Por *default*, entra no ambiente na posição (0,0 0,0 10,0). O nó *Viewpoint* pode ser transformado com o nó *Transform*.

Através do nó *Viewpoint*, podem ser especificados os itens:

- ✓ Novas posições de entrada do observador no ambiente VRML;
- ✓ Novas vistas especiais para o observador;
- ✓ Nomes para as vistas, para que elas venham a aparecer no menu do *browser*.

## 5.18 - Resumo

Na construção de ambientes em VRML, várias etapas distintas fazem parte do todo e, como qualquer desenvolvimento de projeto que se queira levar séria e precisamente, as etapas sempre se relacionam de uma maneira muito forte. Não é diferente no trabalho em realidade virtual, principalmente porque essa tecnologia leva à necessidade de conhecer diversas atividades que normalmente dependem de profissionais em cada uma delas, os quais devem ter experiência e conhecimento mais aprofundados na atividade fim.

Então, neste capítulo, foram levantados os conhecimentos necessários para o desenvolvimento do modelo educacional, e mais algum outro que tem uma maior relação com o mesmo, tentando mostrar uma

seqüência lógica de conhecimentos que venham a auxiliar a construção de um ambiente virtual.

Em todas as etapas tentou-se sempre mostrar o cuidado, tomando na construção do ambiente, a fim de torná-lo cada vez mais otimizado para a aplicação na Internet.

## **CAPÍTULO VI – CONSTRUÇÃO DE UM MODELO EDUCACIONAL**

### **APLICAÇÃO DE UM AMBIENTE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO**

#### **6.1 - Introdução**

Chega-se ao principal motivo de toda esta dissertação, que é mostrar como foi desenvolvido o modelo educacional a ser aplicado em sala de aula através da Internet, tanto de forma presencial quanto a distância.

Este capítulo é dividido em duas partes. A primeira abrange todos os procedimentos pertinentes à concepção de um ambiente virtual usando a VRML. Já a segunda trata de todas as especificações e etapas para a construção de uma aplicação nesse ambiente virtual para uso em sala de aula através da Internet.

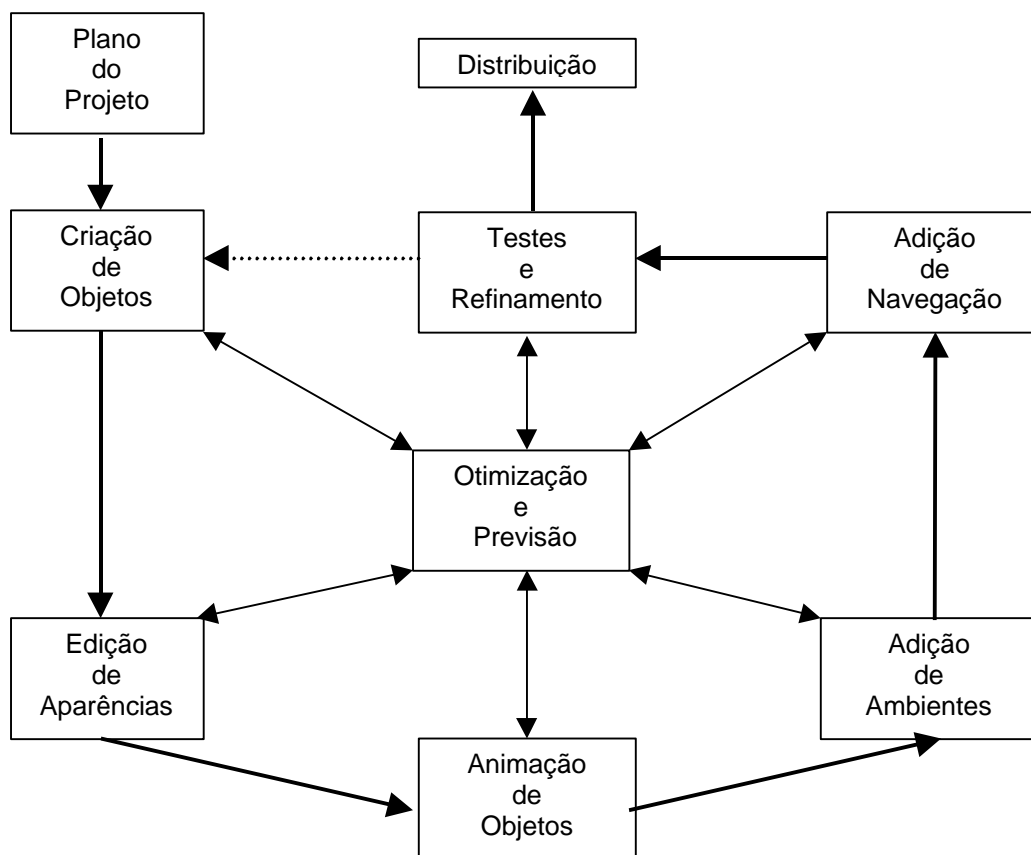
A segunda parte também explica como a VRML pode ajudar a compreensão, por parte do aluno, de conceitos mais complexos, mostrando como funciona internamente o objeto de estudo. Dessa maneira, o aluno participa de todos os movimentos e interage plenamente com o ambiente virtual, possibilitando assim um maior e melhor aprendizado.

## 6.2 – Concepção

Como dito, esta primeira parte tem como objetivo mostrar os procedimentos necessários à concepção de um ambiente virtual. Existem métodos elaborados por diversos autores para orientar o desenvolvimento desses ambientes. Um dos autores, Hartman (1998, apud Miranda, 1999, p. 73), defende a necessidade de efetuar várias etapas de forma cíclica dentro de uma certa ordem de execução. Essa seqüência cíclica, após a primeira execução, não é necessariamente feita na mesma ordem. As etapas para planificar um projeto em VRML são mostradas na figura 24:



**Figura 24 – Planificação Processual de Criação de um Ambiente VRML**



Fonte: Hartman (apud Miranda, 1999, p. 73)

Na etapa referente ao Plano do Projeto, é definido o objetivo, ao qual deverá ser aplicado, assim como o público alvo.

Na etapa seguinte, Criação de Objetos, são criados os objetos que compõem a cena usando a seqüência:

- ✓ Medição de todos os objetos que compõem a cena e definição do *lay-out*,
- ✓ Representação dos vários objetos que compõem o objeto final de estudo, através de um ou mais **nós**;

Deve-se tomar o cuidado de minimizar o número de triângulos para alcançar a otimização da cena. Isso pode ser feito ao mesmo tempo em

que os objetos são posicionados, seguindo um *lay-out* previamente definido no primeiro passo dessa etapa.

Na etapa Edição de Aparências são definidos os aspectos visuais dos objetos, isto é, a definição do material e cores a serem atribuídos a eles. Nesse momento, é efetuado o tratamento das texturas através do *software* para tratamento de imagens.

Na etapa Animação de Objetos, realizam-se todas as animações do modelo, mas antes disso determinam-se os pontos de visão (*ViewPoints*).

Na etapa Adição de Ambientes são aplicados ao modelo recursos como: *background*, nevoeiros, sons etc, exceto a iluminação *headlight*, a qual faz parte da etapa Adição de Navegação.

Na etapa Adição de Navegação é definido o tipo de navegação à qual o observador terá acesso.

As etapas Otimização e Previsão, e, Testes e Refinamento, devem ser trabalhadas simultaneamente em todas as etapas anteriores. Na otimização dos objetos, conforme discutido no capítulo V, constata-se que a aplicação torna-se mais fácil se efetuada no momento da construção dos objetos, pois esse procedimento não causa prejuízo para a visualização dos objetos.

Na etapa final, a de Distribuição, o interesse é pela disponibilização, tanto do modelo quanto do *site*, para o efetivo uso na Internet. O ambiente virtual, usado na Internet, é o resultado de um pacote formado no modelador VRML.

### 6.3 – Aplicação

Nesta segunda parte o objetivo é a criação da interface para o aluno, a qual consiste na elaboração de um *site* para disponibilização dos conteúdos didáticos e do modelo educacional em forma de aulas. Tudo isso pode ser acessado pelos alunos via Internet, tanto no ensino presencial como no ensino a distância.

Uma base de dados é disponibilizada no servidor para que o professor e o aluno possam colocar questões e/ou dúvidas, as quais ficam armazenadas para posteriores tratamentos.

O ambiente virtual construído teve como idéia principal mostrar como se dá a transmissão, na placa-mãe (motherboard), de um caractere qualquer digitado no teclado até o vídeo.

A construção foi realizada de acordo com os seguintes princípios:

- ✓ Não há limites de aulas para serem colocadas no *site*;
- ✓ Os assuntos referentes às aulas deverão ser disponibilizados em forma de textos;
- ✓ Os alunos deverão efetuar o cadastramento para receberem os conteúdos didáticos complementares via *e-mail*;
- ✓ Disponibilização de uma sessão para contatos e esclarecimentos com o professor, via *e-mail*.

Na construção do *site*, foram utilizados: o *Microsoft Front Page 2000* como editor de páginas *Web*; o *Paint Shop Pro 6.0* para o tratamento das imagens; e usou-se *Cascade Style Sheet (CSS)* para melhoramento de desempenho na programação do código HTML, possibilitando assim uma

melhor definição do padrão visual da página. Além disso, para a construção do ambiente virtual foi utilizado o modelador *Cosmo Worlds* da *Silicon Graphics*.

A metodologia usada para o desenvolvimento de todas as etapas da construção do modelo educacional para o ensino a distância ou presencial, tem como base os seguintes itens:

- ✓ Utilização da tecnologia de páginas dinâmicas, linguagem de programação capaz de acessar banco de dados no padrão *Structure Query Language* (SQL) via Internet;
- ✓ Criação de um modelo educacional como parte de um modelo maior que atenda a explicação de todo o funcionamento e filosofia da Internet;
- ✓ Possibilidade do uso do ambiente na Internet, para aplicação em sala de aula, por todos os alunos de segundo grau;
- ✓ Alimentação da base de dados de exclusividade do professor, podendo ele efetuar a manutenção da base de qualquer lugar, desde que disponha de acesso à Internet.

### 6.3.1 – Descrição da Construção do Modelo Educacional

Como sabido, uma das maiores preocupações do desenvolvedor de ambientes virtuais em 3D para a Internet deve ser a busca da otimização do modelo, principalmente com relação ao tamanho do arquivo. Tendo isso como meta, é importante a aplicação de todas as regras discutidas no capítulo V, sendo o ponto chave é a minimização do número de polígonos.

O ambiente virtual foi desenvolvido duas vezes. Na primeira construção, a intenção era não promover otimização alguma, ou seja, não

houve a preocupação com a exclusão dos polígonos desnecessários ao ambiente, nem com o formato e tamanho das texturas. No entanto, na segunda construção, todas as medidas referentes a otimização foram efetuadas.

Os arquivos têm uma substancial diferença de tamanho e conseqüente de desempenho quanto ao seu uso na Internet. A tabela 4 mostra a relação entre os dois arquivos (ambientes):

**Tabela 4 – Comparação entre Arquivos Otimizados e Não-Otimizados em VRML**

Informações Gerais	Modelo Não Otimizado		Modelo Otimizado		Modelo para Publicação	
	Em KBytes	Em Triângulos	Em Kbytes	Em Triângulos	Em KBytes	Em Triângulos
Placa de Vídeo	739	1984	509	1614	56	1614
% da diferença com relação ao modelo Não Otimizado	-	-	31,1	18,6	92,4	18,6

Fonte: <http://www.cefet-rn.br/~regis/>

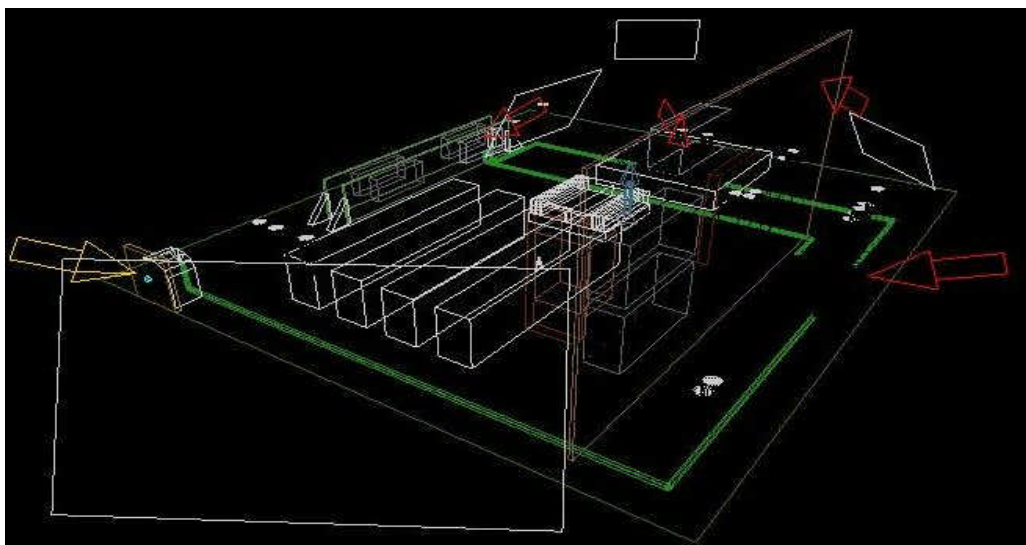
Verifica-se que a quantidade de polígonos e o tamanho dos arquivos estão diretamente relacionados. A partir desta constatação, fica fundamentada a preocupação que deve-se ter com a otimização dos ambientes em VRML.

### 6.3.2 – Imagens da Construção do Modelo Educacional

Essa sessão tem a preocupação de ilustrar algumas das etapas da construção do modelo educacional, através de figuras retiradas durante o processo de construção.

A figura 25 mostra a estrutura geométrica do ambiente virtual construído a partir da colocação, em 3D, de objetos representados através das interseções das arestas dos polígonos, que na edição no *Cosmo Worlds* chama-se *Wireframe*. Os quatro polígonos de formato retangular, são **nós** do tipo *panel* onde foram colocados os textos existentes no ambiente.

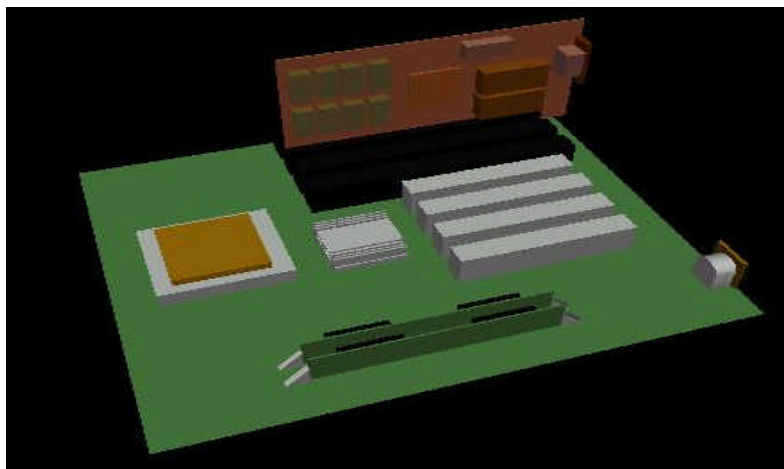
**Figura 25 – Modelo em VRML com a Edição no Formato *Wireframe* do *Cosmo Worlds***



Fonte: <http://www.cefet-m.br/~regis/>

A figura 26 mostra o início da construção do ambiente, quando ainda sem uma maior preocupação com o tipo de material e cores a serem usados, e sim, com a disposição, forma e aparência.

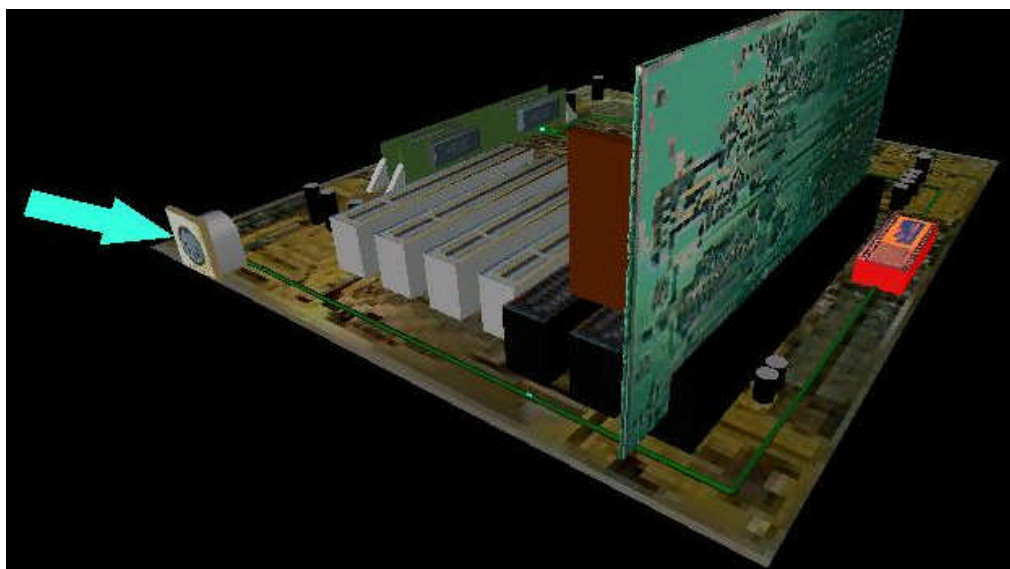
**Figura 26 – Início da Construção do Modelo Educacional**



Fonte: <http://www.cefet-rn.br/~regis/>

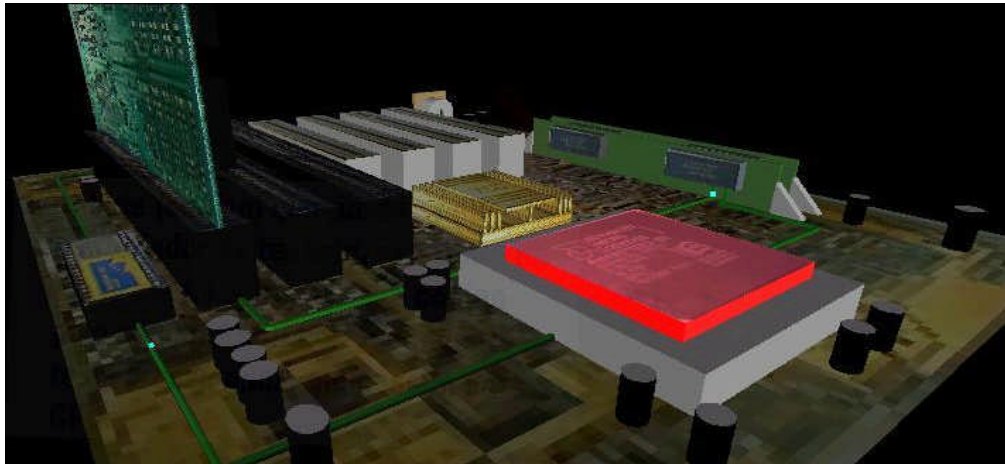
As figuras 27 a 30 mostram numa seqüência lógica o caminho da animação que foi desenvolvida para o modelo educacional proposto. Verifica-se que todos os objetos já estão com os materiais, as cores e as texturas definidas e aplicadas.

**Figura 27 – Byte em Fluxo do Teclado ao Controlador**



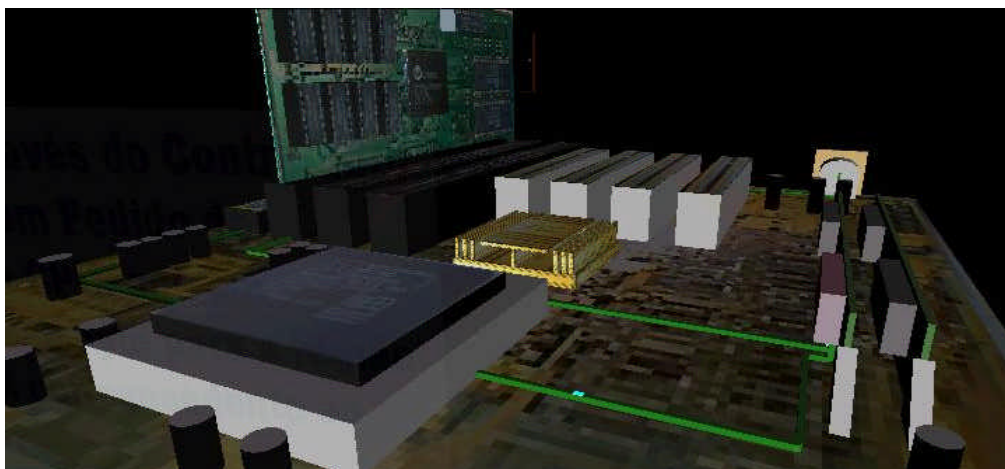
Fonte: <http://www.cefet-rn.br/~regis/>

**Figura 28 – Byte transformado em Código ASCII em direção a CPU(cor vermelha)**



Fonte: <http://www.cefet-rn.br/~regis/>

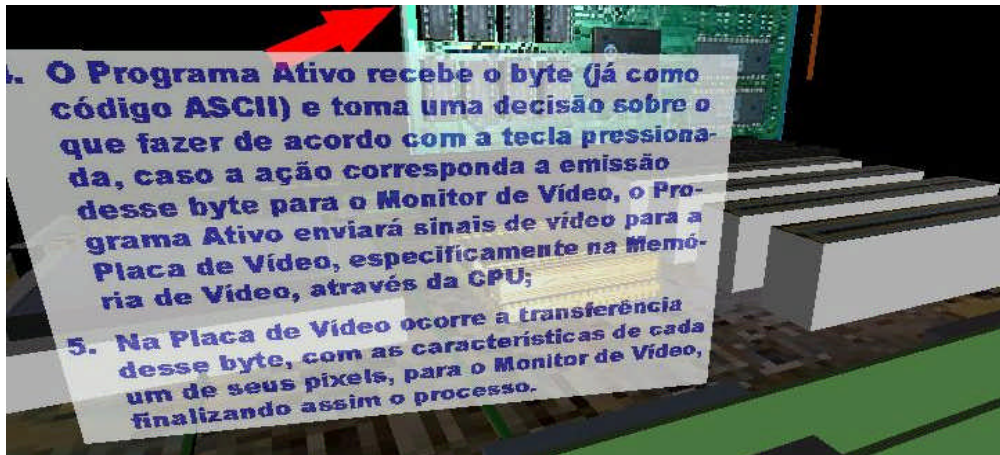
**Figura 29 – Caractere ASCII sendo enviado da CPU aos Chips da Memória RAM**



Fonte: <http://www.cefet-rn.br/~regis/>



**Figura 30 – Vista da Placa de Vídeo com destaque do **Nó** Panel com um Texto Incluso**



Fonte: <http://www.cefet-rn.br/~regis/>

## 6.4 – Resumo

Foi mostrado como se concebe um ambiente virtual, de acordo com a definição de Hartman (apud Miranda, 1999: 73), a qual divide a construção em 8 (oito) etapas, detalhando-as de acordo com o objetivo do projeto, que no caso é voltado para a aplicação na educação, com a disponibilização desse modelo na Internet.

Num segundo momento, foram explanadas: a forma e a técnica para o desenvolvimento do *site* e construção do ambiente virtual, e em seguida, a descrição de algumas imagens da construção do modelo educacional em VRML.

Este capítulo sintetiza todos os estudos realizados para a aplicação de um ambiente virtual na educação.

## **CAPÍTULO VII - CONCLUSÕES**

### **RECOMENDAÇÕES E PROPOSTA PARA UMA SISTEMATIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

#### **7.1 – Considerações Iniciais sobre as Conclusões**

A pesquisa inicial teve como ponto de partida um projeto desenvolvido para aplicação ao turismo do Estado do Rio Grande do Norte, fruto do convênio entre o CEFET/RN e o Instituto Politécnico da Guarda de Portugal. Tal projeto consistiu na modelagem em VRML do principal ponto turístico da cidade do Natal, a **Fortaleza dos Reis Magos**, o qual pode ser visualizada através do endereço: <http://www.cefet-rn.br/~forte>.

Os bons resultados obtidos neste projeto levaram a Direção do CEFET/RN a criar a Equipe de Desenvolvimento para construção de Ambientes Virtuais (EDAV) voltados para o ensino nas 6 (seis) áreas educacionais existentes na Instituição.

Foi percebida, em função do modelo inicial desenvolvido, a necessidade de agregar essa nova tecnologia a projetos educacionais, que a partir daí apontou para essa pesquisa, culminando com essa dissertação.

O problema aqui apresentado foi direcionado para se obter uma forma de lecionar através de ambientes virtuais em 3D usando a *Virtual Reality Modeling Language* (VRML) através da Internet nas salas de aula do CEFET/RN, com a intenção de se aplicar essa tecnologia no Ensino a Distância.

Essa linguagem é uma das mais recentes tecnologias de desenvolvimento de ambientes virtuais em três dimensões (3D) na Internet. A VRML pode ser trabalhada de forma interativa, gerando possibilidade de atualizar e/ou modificar os ambientes virtuais para adaptá-los às novas realidades. A expansão e aceitação dessa linguagem são incontestáveis, haja vista que já existem estudos contínuos, como o do Consórcio Web3D, para a definição e aprimoramento de novas versões da VRML, que irão possibilitar o trabalho com modelos mais sofisticados que representem e realizem animações em figuras humanas, acesso a banco de dados de padrão SQL e apresentam capacidade de prover e suportar representações e visualizações de dados geográficos.

Um das vantagens da VRML é possibilitar a visualização de ambientes virtuais por qualquer pessoa que tenha acesso à Internet, independentemente da plataforma que esteja usando (*Windows 95/98/ME/NT/2000, Linux, Unix* etc). A existência de características de multimídia, interação com as linguagens HTML, *Java, JavaScript, VRMLScript* e a base de dados em SQL, fazem com que a VRML se torne uma poderosa ferramenta para aplicação em muitos ramos da ciência e atividades

acadêmicas e comerciais como turismo, arquitetura, engenharia, educação, entre outros.

Como ainda existem limitações com as tecnologias atuais, principalmente com relação à largura de banda das redes de telecomunicações e à velocidade de processamento gráfico dos PCs, o ambiente virtual precisa ser trabalhado com relação a sua otimização, para que o aluno ou usuário venha a se sentir mais à vontade e cada vez mais atraído a usá-lo.

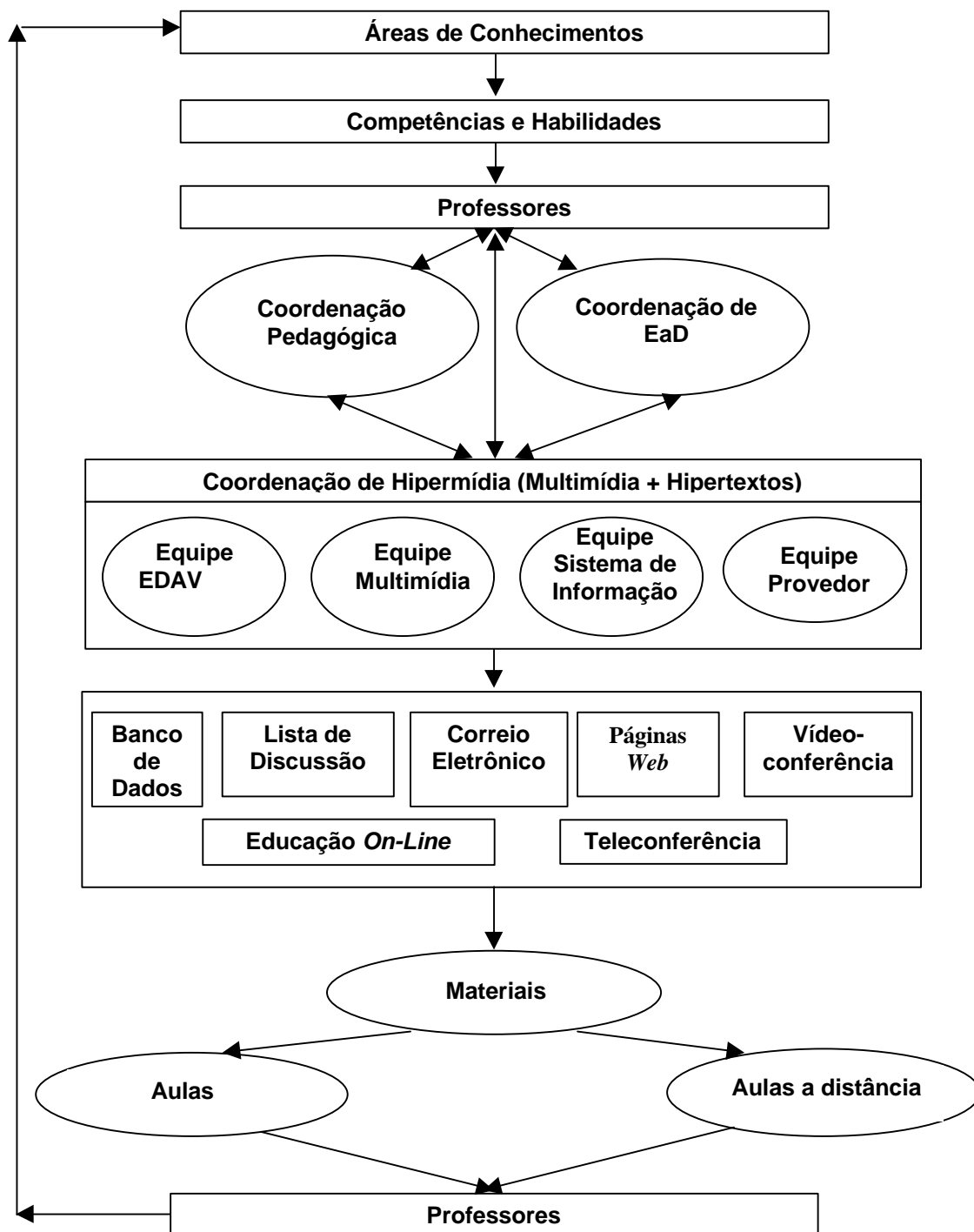
O ambiente virtual construído tem como objetivo principal mostrar que é possível aplicar a VRML em diversos momentos do ensino, de maneira que ele e outros ambientes possibilitem ao aluno uma maior e mais rápida compreensão do assunto ministrado. O ambiente desenvolvido traz uma visão inicial de um projeto maior que agregará assuntos das disciplinas Manutenção e Montagem de Microcomputadores e Rede de Computadores. O objetivo final é a construção, através de ambientes virtuais, de toda a seqüência lógica que forma o pacote TCP/IP, ocorrida dentro do computador, incluindo todos os procedimentos do fluxo de dados desde a sua saída na placa de rede ou na placa *fax-modem* até o provedor de acesso à Internet.

De acordo com os estudos que foram realizados no CEFET/RN, com os trabalhos de modelagem de ambientes virtuais já desenvolvidos através da VRML, com a estrutura pedagógica potencializada pela instituição, com a cultura sedimentada de provedor de acesso à Internet e com a existência de uma Coordenação de Ensino a Distância, é possível ampliar a proposta de estrutura e funcionamento da EaD no CEFET/RN.

O projeto do modelo educacional que foi implantado no CEFET/RN, o qual faz parte da conclusão desta dissertação, poderá ser visualizado no endereço: <http://www.cefet-rn.br/~regis>.

A figura 31 traz de forma sucinta as principais idéias dessa proposta:

Figura 31 - Proposta de Sistematização da EaD com Hipermissão no CEFET/RN



A idéia é que, a partir das Áreas de Conhecimentos (de onde partem todas as decisões referentes ao planejamento, criação, desenvolvimento, acompanhamento e avaliação dos cursos, bem como a

administração e o acompanhamento das atividades dos professores da instituição), sejam definidas as competências e, posteriormente, suas habilidades inerentes aos módulos/cursos da instituição. Em seguida, os gerentes das áreas de conhecimento passam aos professores as diretrizes e necessidades para a aplicação desses cursos, cabendo aos professores, em conjunto com as coordenações pedagógicas e de EaD, a efetivação de todos os pontos necessários à criação da operacionalização técnica e pedagógica. Nos momentos seguintes à implantação de qualquer curso, não mais existirá a obrigatoriedade de que qualquer assunto entre os professores e as coordenações seja trabalhado em conjunto.

A partir daí, as informações relativas à implantação do curso serão trabalhadas e discutidas em conjunto com a Coordenação de Hipermídia, que tem como formação equipes responsáveis por cada um dos processos envolvidos na implantação dos cursos. Vale salientar que a Coordenação de Hipermídia terá a responsabilidade de viabilizar os projetos através de reuniões prévias, com a participação de todos os componentes de todas as equipes, a fim de estabelecer e dividir tarefas de acordo com a competência dos componentes.

A EDAV tem como responsabilidade a criação de modelos virtuais, os quais serão disponibilizados posteriormente na Internet através da Equipe Provedor, que, por sua vez, tem, além da responsabilidade administrativa, a incumbência de criação e manutenção dos “*Web sites*”, os quais serão desenvolvidos por outras pessoas, não necessariamente ligadas à administração do Provedor, mas orientados por ele.

À Equipe Multimídia cabe o objetivo de realizar a edição e a criação de fitas de vídeo, CDs e demais atividades de multimídia destinadas aos cursos.

Já o desenvolvimento de sistemas será realizado pela Equipe Sistema de Informação, dando suporte a todas as atividades das demais equipes que necessitam de know-how com maior ênfase em Tecnologia da Informação.

Abaixo do quadro “Coordenação de Hipermídia”, estão apresentadas as principais tecnologias que serão usadas pelas equipes dessa coordenação.

Com os Materiais Didáticos já prontos, serão definidos a forma e os métodos a serem aplicados nas aulas presenciais e a distância. Tais materiais didáticos são os objetivos fundamentais dessa proposta, sendo que terá uma retroalimentação contínua por parte dos professores, para que se possa melhorar, otimizar e até modificar essas formas e métodos na transmissão das informações.

## **7.2 – Perspectivas de Trabalhos Futuros**

Em função da existência de uma política de aplicação dos projetos de dissertações na instituição e por já estar em pleno funcionamento a equipe EDAV, os trabalhos futuros terão como base o desenvolvimento dos projetos, utilizando as tecnologias para ambiente 3D, via Internet, tanto na educação a distância como na presencial, visando sempre a melhoria e a



consistência do aprendizado. Para isso, deve-se trabalhar com o enfoque na maior interatividade possível do aluno com as tecnologias disponibilizadas.

Essas tecnologias deverão possibilitar um contato bidirecional entre o professor e o aluno. Para isso, trabalhar-se-á com ambientes virtuais multiparticipados em VRML, possibilitando, em diferentes pontos, a visualização e manipulação desses ambientes por parte dos alunos, sem a necessidade da intervenção direta do professor. Usando-se as linguagens de programação *Java*, *JavaScript*, *VRMLScript* e *Extensible Markup Language* (XML), procurar-se-á fazer com que os ambientes virtuais tenham a interação desejada, ou seja, as aulas possam ser trabalhadas com dados que podem ser mudados a qualquer momento para demonstrar novas situações através desses ambientes.

A união da programação com uma base de dados possibilita um planejamento e interação na comunicação com alunos e professores, possibilitando uma troca de informações, em tempo real, de qualquer ponto, como também disponibilizando uma grande base de dados em mídia eletrônica, de maneira a permitir recursos mais atrativos no processo ensino-aprendizagem.

Dessa forma, entende-se que o nível de aprendizagem dos alunos tornar-se-á crescente, principalmente porque em qualquer lugar, a qualquer momento e por livre iniciativa, eles poderão estudar e esclarecer dúvidas tanto com o professor como com outros participantes do *site*.

Finalmente, pretende-se conseguir sedimentar a cultura e o sentimento no professor de querer levar o aluno a “aprender a aprender”, pois

existe a convicção de que essa é uma forma simples, objetiva e bastante justa para promover a tão procurada metodologia de se alcançar a construção do conhecimento. Entre os estudiosos pesquisados, dois deles formulam idéias que vem a corroborar com as contidas nesta dissertação. A primeira delas, é o pensamento de uma professora Dufour, de Quebec, no Canadá, quando argumenta:

*“Penso que o caminho para o coração do professor é por intermédio dos alunos. Duvido que qualquer professor que veja o interesse, a motivação, as habilidades e a animação em seus alunos pode resistir por mais tempo que, aqui em Quebec, chamamos ao ‘le virage technologique’- a volta de tecnologia.”*

**(Christiane Dufour, professora, Small Schools Network, Quebec, Canadá – apud Heide 2000: 237).**

A segunda, está na linha de pensamento do Aprender a Aprender de Fazenda (1992, p. 42), quando é defendida essa mesma linha de pensamento pelo PROJETO CIRET-UNESCO (1997):

*“Aprender a aprender poderia ser a missão do educador de amanhã: aprender a pensar, aprender a criar, aprender a reunir o que está disperso, eliminar o que é contingente. Substituir, assim, o saber pela compreensão, a possessão rígida dos saberes pela capacidade de religação e de invenção.”*

## Referências Bibliográficas

ABRAE - Associação Brasileira de Estudos das Inteligências Múltiplas e Emocional: **Entrevista cedida pela revista Pátio** – Ed. Artes Médicas. Disponível na Internet. [http://www.abrae.com.br/entrevistas/entr\\_gar.htm](http://www.abrae.com.br/entrevistas/entr_gar.htm). 15 novembro 2000.

AGGARWAL, Anil. **Web-Based Learning and Teaching Technologies: Opportunities and Challenges**. Editora: Idea Group Pub.

AMES, Andrea L., NADEAU, David R., MORELAND, John L. **VRML 2.0 Sourcebook** - Second Edition, 1997.

ASSINEI. **Publicação do Instituto de Educação Integral**, Brasília, ano 3, n. 4, ago, 1998.

BARCIA, Ricardo, CRUZ, Dulce et al. **Universidade Virtual: A experiência da UFSC**. 1996, 6pg. Disponível na Internet. URL: <http://www.intelecto.net/ead/ivonio1.html>. 27 maio 1999.

BELL, Gavin, PARISI, Anthony, PESCE, Mark. **The VRML – Version 1.0 Specification**, Nov 4, 1995. Disponível na Internet. <http://www.vrml.org/VRML1.0/vrml10c.html>. 15 maio 2000.

BELL, Gavin, CARCY, Rikk, MARRIN, Chris. **The VRML Specification – Version 2.0**. August 4, 1996. Disponível na Internet. <http://www.vrml.org/technicalinfo/specifications/vrml2.0/index.htm>. 15 maio 2000.

BLOOM, B. S.(Ed.). **Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Handbook I: cognitive domain**. New York: Longman, 1956.

COUCH, Justin. **“Part 1 – An Introduction to VRML”, Late Night VRML 2.0 with Java**, Ziff-Davis Press, na Macmillan Computer Publishing, 1997.

FAZENDA, Ivani. **Integração e Interdisciplinaridade no ensino brasileiro, efetividade ou ideologia**. São Paulo: Edições Loyola, 1992.

FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **Ergonomia Cognitiva**. Material Didático do Mestrado em Mídia e Conhecimento da UFSC, Florianópolis/SC, 1999.

FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE WORLD-WIDE WEB. 25-27 May 1994. Disponível na Internet. <http://pigeon.elsevier.nl/cgi-bin/ID/WWW94>. CERN, Geneva (Switzerland). 12 junho 2000.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 18ª edição, 1988. 184p.

GARDNER, Howard. **Inteligências Múltiplas – A Teoria na Prática**. Tradução de Maria Adriana Veríssimo Veronese, Psicóloga. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

GARDNER, Howard. **Estruturas da Mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

\_\_\_\_\_. Entrevista à revista Pátio sobre Inteligência Múltiplas da Editora Artes Gráficas. Disponível na Internet: [http://abrae.com.br/entrevistas/entr\\_gar.htm](http://abrae.com.br/entrevistas/entr_gar.htm). 15 novembro 2000.

HARASIM, Linda. On-Line Education: A New Domain. In: Mason, Robin and Kaye, Anthony (eds.) Mindweave: Communication, Computers and Distance instruction. In P. Brna & D. Dicheva (Eds.), Proceedings of the Eighth International PEG. 1989.

HEIDE, Ann, STILBORNE, Linda. **Guia do Professor para a Internet: Completo e fácil**. Tradução de Edson Furmankiewz. Porto Alegre: Artmed Editora, 1994.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da Informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

\_\_\_\_\_. **Educação e Cybercultura: a nova relação com o saber**. Texto traduzido livro Cyberculture. Paris: Odile Jacob, 1997, [on line]. Disponível na Internet. <http://www.portoweb.com.br/PierreLevy/educaecyber.html>. 27 maio 1999.

MARKER, Gerald e EHMAN, Lee. **Linking Teachers to the World of Technology. Educational Technology**, March, 1989, 26-30.

MCCORMACK, Colin, JONES, David. **Building a Web-Based Education System**. Editora: John Wiley & Sons, 1997.

MIRANDA, José Carlos Guedes dos Prazeres. **Urbanismo e Espaços Virtuais – Divulgação e Discussão na Comunidade** Dissertação de Mestrado em Tecnologia Multimídia – Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda em Portugal. Porto, Março 1999.

MOORE, Michel G., KEARSLEY, Greg. **Distance Education: a systems view**. Belmont(USA): Wadsworth Publishing Company, 1996.

MORAN, José Manuel. **Mudanças na Comunicação Pessoal: gerenciamento integrado na comunicação pessoal, social e tecnologia**. São Paulo: Paulista, 1998.

\_\_\_\_\_. **Mudar a forma de ensinar e de aprender com tecnologias.** Disponível na Internet: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/uber.html>. 26 janeiro 2000.

NUNES, Ivônio Barros. **Noções de Educação a Distância.** 1992, 16 pgs. Disponível na Internet. URL: <http://www.intelecto.net/ead/ivonio1.html>. 27 maio 1999.

PRETI, Oreste. **Educação a Distância: Uma Prática Mediadora e Mediatizada.** In: PRETI, Oreste. Educação a Distância: inícios e indícios de um percurso. Cuiabá: NEAD/IE – UFMT, 1996. P. 15-56

PROJETO CIRET-UNESCO. **Que Universidade para o amanhã? Em busca de uma evolução transdisciplinar da Universidade.** Síntese do Congresso Internacional de Locarno. Suíça: Centro Internacional de Pesquisa e Estudos Transdisciplinares (CIRET), 30 abril/02 maio 1997.

RESSLER, Sandy. **Feature comparison of all known VRML97 Browsers.** MiningCo.com, Inc., 1998. Disponível na Internet. <http://vrml.miningco.com/library/weekly/aa070698.htm>. 12 abril 2000.

SARAIVA, Terezinha. Educação a Distância no Brasil: Lições da História. Em Aberto, Brasília, ano 16, n. 70, abr/jun, p. 17, 1996.

SITE. Disponível na Internet. <http://planeta.terra.com.br/educacao/resumo/toppage1.htm>. 11 novembro 2000.

THE VRML REPOSITORY. SDCS Inc., San Diego Supercomputer Center, 1997. Disponível na Internet. <http://www.sdsc.edu/vrml>. 05 maio 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC. Laboratório de Ensino a Distância (PPGEP/FEESC). Programa de Capacitação a Distância. **Introdução à Educação a Distância (Livro-Texto).** Florianópolis/SC, [1999], p. 95.

VILLARROEL, Armando. **Reflexiones acerca del Uso Reciente de la Educación a Distancia en la Latino America.** Em aberto, Brasília, ano 16, n. 70, abr/jun, p. 93, 1996.

VRML BROWSERS TESTING. Mitra VRML 2.0 tests. Disponível na Internet. <http://earth.path.net/vrml2tests/>. 17 junho 2000.

VRML97 – International Standard (ISO/IEC 14772-1:1997). Disponível na Internet. <http://www.vrml.org/Specifications/>. 17 junho 2000.

VRML200x – **Web3D Consortium.** Setembro, 2000. Disponível na Internet. <http://www.web3d.org>. 18 novembro 2000.

## Bibliografia

AGGARWAL, Anil. **Web-Based Learning and Teaching Technologies: Opportunities and Challenges**. Editora: Idea Group Pub.

BARROS, Teresa. **O Papel da Internet na Educação**. Disponível na Internet. <http://www.medialab.fe.up.pt/alunos/TBarros/educaona.htm#home>. 10 abril 2000.

BROOKS, David W. **Web-Teaching: A Guide to Designing Interactive Teaching for the World Wide Web (Innovations in Science Education and Tecnology)**. Editora: Plenum Pub Coop., Junho, 1997.

DAVIDOW, William H.& MALONE, Michael S. **“The virtual corporation: structuring and revitalizing the corporation for the 21st century”**. USA: HarperBusiness, 1992.

KHAN, Badrul H. **Web-Based Instruction**. Editora: Educational Technology Publications Englewood Cliffs, New Jersey 07632. Third Edition. USA. 1998.

NADEAU, David R. **“Introduction to VRML 97”, EGO’98 Tutorial, EUROGRAPHICS’98, 19<sup>th</sup> Annual Conference of the European Association for Computer Graphics, August – September 1998.**

NIQUINI, Débora P. **Informática na Educação, implicações didáticas e pedagógicas e construção de conhecimento**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 1996.

OPEN INVENTOR™ - An object-oriented toolkit for developing interactive 3D graphics applications. Silicon Graphics, Inc, 1995. Disponível na Internet. <http://www.sgi.com/Technology/Inventor/>. 6 março 2000.

PALDÊS, Roberto Avila. **O uso da Internet na Educação Superior de Graduação: Estudo de caso de uma Universidade Pública Brasileira**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica de Brasília, abril 1999.

PALLOFF, Rena M., PRATT, Keith. **Building Learning Communities in Cyberspace: Effective Strategies for the Online Classroom (The Jossey-Bass Higher and Adult Education Series)**. Editora: Jossey-Bass Publishers. 1999.

PORTER, Lynnette R. **Creating the Virtual Classroom: Distance Learning with the Internet**. Editora: John Wiley & Sons, (April, 1997).

SOUZA, Clarice Muhlethaler de. **Reflexões sobre os rumos da biblioteconomia**. In: Anais do 18º Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação. APBEM. COLLECTA, São Luís, 1997.

SUCUPIRA, Newton. **Educação, Ciência e Tecnologia**. Forum Educacional, Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, v1, n1, jan./mar. 1977.

TURKLE, Sherry. **A Vida no Ecrã**, do original: Life on the Screen – Identity in the Age of the Internet, 1995. Tradução de Paulo Faria.

ZAMUDIO, Javier Arévalo. **Una Experiencia Puntual de Educación a Distancia: multimedia UPN, educación para los medios**. In **Atracción Mediática: el fin de siglo en la educación y la cultura**. Mercedes Cafiero, Roberto Marafioti e Nadia Tagliabue. Buenos Aires: Biblos, 1997, 141-143.