

RICARDO CERQUEIRA FERRAZ

**A UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS EM VRML PARA A
INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS**

RICARDO CERQUEIRA FERRAZ

**A UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS EM VRML PARA A
INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso como
requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Roque Mendes Prado
Trindade

Co-orientador: Patrick Pedreira Silva

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2010

RICARDO CERQUEIRA FERRAZ

**A UTILIZAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS EM VRML PARA A
INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, no curso de graduação em Ciência da Computação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Banca Examinadora:

Orientador:

Doutor, Roque Mendes Prado Trindade

Membro:

Professor, Fabrício de Sousa Pinto

Membro:

Mestre, Maria Silvia Santos Barbosa

Vitória da Conquista, Junho 2010

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível devido à força de vontade em adquirir conhecimento e contribuir principalmente para o processo de ensino e pesquisa da instituição.

Ao Prof. Dr. Roque na ajuda da orientação da monografia.

Ao Prof. Msc. Patrick Pedreira com enorme contribuição e apoio para o desenvolvimento do projeto.

Aos meus pais que sempre me protegeram e auxiliaram neste processo do meu crescimento como homem.

A minha namorada pela paciência e por sempre estar do meu lado nas horas difíceis.

A todos os meus familiares e amigos que constroem o alicerce da minha vida.

A todos vocês, muito obrigado de coração!

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar as vantagens na utilização de um Ambiente Virtual (AV) direcionado para a área de educação. Com o estudo da linguagem VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) será possível exemplificar e contextualizar a utilização da Realidade Virtual na construção de escolas virtuais, tendo, desta maneira, o intuito de facilitar o uso da informática na educação e buscar uma nova proposta que inclui um melhoramento no sistema educacional, haja vista que a interatividade visual é uma forma de construção cognitiva bastante eficaz. Serão estudadas as utilidades da linguagem VRML, bem como todas as suas peculiaridades, haja vista que a mesma é utilizada para o desenvolvimento de ambientes virtuais simples. Foi escolhido esse tipo de aplicação para estudo devido à importância do uso da Tecnologia Educacional no processo de ensino-aprendizagem e na possibilidade de potencialização que a Realidade Virtual (RV) pode trazer para esse tipo de ambiente na WEB.

PALAVRAS-CHAVES: Ambiente Virtual (AV), *Virtual Reality Modeling Language* (VRML), Escolas Virtuais, Realidade Virtual (RV).

ABSTRACT

This work aims at presenting the advantages of using a Virtual Environment (VE) in education. With the study of VRML (Virtual Reality Modeling Language), you can illustrate the use of Virtual Reality in the application of virtual schools. This requires the use of computers in education and proposes to improve the educational system by using virtual interactivity effectively to enhance learning. The uses of VRML, and all its features, will be studied and was chosen because of the importance of using educational technology in the teaching-learning process, and the possibility that Virtual Reality (VR) can bring this kind of environment to the Web.

KEYWORDS: Virtual Environment (VE), Virtual Reality Modeling Language (VRML), Virtual School, Virtual Reality (VR).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1. Visão Instrucionista.....	19
Figura 2.2. Visão Construcionista.....	21
Figura 3.1. Modelador de VRML – <i>White_Dune</i>	30
Figura 3.2. Modelador de VRML – <i>VrmlIPad</i> da <i>ParallelGraphics</i>	31
Figura 3.3. Aplicações em VRML.....	34
Figura 4.1. Esboços no Google SketchUp.....	40
Figura 4.2. Visualizações do VizUP.....	42
Figura 4.3. Implementação da sala no séc. XX.....	44
Figura 4.4. Implementação da sala no séc. XVI.....	45
Figura 4.5. Página de Visualização na WEB – Interação com o mundo virtual.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS

2D	Duas Dimensões
3D	Três Dimensões
API	<i>Application Programming Interface</i>
AV	Ambiente Virtual
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
HTML	<i>Hipertext Markup Language</i>
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i>
ISO	<i>International Standards Organization</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
RV	Realidade Virtual
SIGGRAPH	<i>Special Interest Group on Graphics and Interactive Techniques</i>
VETL	<i>Virtual Environment Technology Laboratory</i>
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
VRRV	<i>Virtual Reality Roving Vehicle</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. Contextualização e Motivação.....	10
1.2. Aplicações da Realidade Virtual.....	13
1.2.1. Experiências da Realidade Virtual na Educação.....	13
1.3. Objetivos do Trabalho.....	15
1.4. Organização da Monografia.....	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1. A Informática na Educação.....	17
2.2. Instrucionismo e Construcionismo.....	18
2.3. Educação e Computador.....	21
2.4. Realidade Virtual.....	22
3. VRML.....	24
3.1. Introdução.....	24
3.2. Histórico.....	26
3.3. Caracterização dos Mundos Virtuais em VRML.....	27
3.4. Criando Mundos Virtuais.....	28
3.4.1. Ferramentas GUI para Modelagem em VRML.....	29
3.5. Cenas Virtuais.....	31
3.5.1. Exemplos de Cenas Virtuais em VRML.....	33
3.6. VRML e o Ciberespaço.....	35
4. EXEMPLO DE UM DESENVOLVIMENTO DE AV.....	38
4.1. Ferramentas auxiliares.....	38
4.2. Ensino 3D.....	39
4.2.1. Uso do <i>Google SketchUp</i>	40
4.2.2. Uso do <i>VizUp</i>	42
4.2.3. Exemplo das salas em VRML.....	44
5. CONCLUSÕES.....	47
5.1. Trabalhos Futuros.....	48
6. REFERÊNCIAS.....	50

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização e motivação

Nas últimas décadas vivenciamos o aumento do poder computacional e as suas infinitas formas de solucionar problemas do nosso cotidiano. O que na década de 60 era visto como financeiramente inviável para aumento de processamento de uma máquina, atualmente é construído sob demanda para uma população que tem possibilidade de acesso a essa tecnologia. O uso desse avanço computacional para construção de mundos virtuais é a prova da criatividade para inserir a tridimensionalidade para as mais diversas áreas – comercial, WEB, entretenimento, simulação.

A utilização da Realidade Virtual como ferramenta de interação com o usuário juntamente com a possibilidade de aumento em uma forma considerável na interface de comunicação entre homem e máquina é algo extremamente interessante para estudo dessa área em ascensão. Existem várias definições para o que é virtual, mas de uma forma geral, todas as definições referem-se a uma experiência interativa dentro de um mundo tridimensional apresentado em tempo real pelo computador, ou seja, é uma simulação de um mundo real ou apenas imaginário. (Cadoz, 1997)

Em tempos contemporâneos, ouvem-se bastante as idéias de estreitamento das fronteiras de ensino, em que novas formas metodológicas para obtenção do conhecimento é vital para ampliação do relacionamento entre alunos e mestres. Segundo Valente (1991), cuja preocupação está voltada aos aspectos pedagógicos, o papel do computador na educação vem se definindo na medida em que se questiona a função da escola e do professor, uma vez que, para ele, “a função do aparato educacional não deve ser a de ensinar, mas de promover o aprendizado” (p.17). Para o autor supracitado, mudando esta concepção da escola, modifica-se também o papel do professor, que passa a ser, não mais o repassador de informação, (papel que pode ser melhor desempenhado pelo computador), porém o facilitador no processo de ensino-aprendizagem.

Atributos e características presentes na utilização da realidade virtual têm se mostrado algo bastante promissor para a área educacional. A questão da

interatividade, experiência e envolvimento são peças importantes e que estão intimamente ligadas ao raciocínio dedutivo, resolução de problemas e construção cognitiva.

“A Realidade Virtual em seu conjunto reúne especificidades e atributos que a tornam a ferramenta ideal para as múltiplas situações e contextos de pesquisa e aprendizagem. Cada um tem o seu estilo de aprendizagem, uns visuais, outros verbais, uns gostam de explorar e outros preferem deduzir. Mas o interessante da Realidade Virtual é que em cada um desses estilos ela possa ser usada de forma diferente. Sendo assim, permite também a criação de ambientes onde a aprendizagem se realiza por etapas, sendo as barreiras entre as etapas facilmente colocadas ou removidas. À medida que se for caminhando acontece a familiarização dos conteúdos pelos usuários, assim como com rotina com os equipamentos, até se constatar que as capacidades exigidas estejam totalmente adquiridas e a informação que foi passada esteja adequadamente assimilada.” (BRAGA, 2001, p.4)

Utilizar o mundo virtual no que diz respeito à sua filosofia (imersão, interação e envolvimento) torna-se um local ideal para a construção de um ambiente multidisciplinar, que seria desenvolvido por especialistas de cada área, mas todos com um objetivo em comum. A estrutura desse ambiente permite uma aprendizagem mais ampla e integrada justamente devido à riqueza de detalhes e de possibilidades.

Os Ambientes Virtuais (AVs) tornaram-se uma escolha atraente para o desenvolvimento de interfaces mais realistas e interessantes para o usuário, a partir da exploração das técnicas de Realidade Virtual (RV). A utilização desse tipo de interface vem com intuito de ser uma ferramenta de auxílio na aprendizagem, jamais deve ser visto como um substituto as formas tradicionais de ensino. Embora reconhecendo o potencial do uso do computador na realização de simulações, Chaves (1998, p.45) entende que “as simulações pelo microcomputador devem ser utilizadas como um complemento, e nunca como uma substituição total do trabalho no laboratório”, visto que a utilização deste modelo pode privar os estudantes de experiências importantes de aprendizagem. Para Chaves, o valor pedagógico de uma simulação não decorre tanto do conteúdo que ela exprime, mas do estímulo que provoca ao desenvolvimento do raciocínio sofisticado e da habilidade na resolução de problemas. Para tanto, boas simulações são aquelas que estimulam a interação do aluno com o sistema e, para ajudar neste intento, as simulações podem se utilizar de gráficos, animações, texto, etc. Uma simulação que atenda aos

interesses pedagógicos requer algumas características, tais como ser um sistema simplificado, de modo a permitir, por um lado, que haja interação com o aluno na manipulação de variáveis e, por outro lado, que ele se aproxime o máximo possível do real. Assim, podemos perceber a necessidade de existência de uma atividade de programação especializada para sua produção, o que escapa a competência dos educadores (Chaves 1988).

Já outros autores defendem a idéia que o processo de “virtualização educacional” é o acréscimo de uma mais nova ferramenta para suprir a deficiência do método tradicional que é falho. Segundo Braga (2001, p.4), falha-se exatamente por não permitir a descoberta e a exploração do conhecimento, construindo seu próprio saber de forma mais duradoura por não ser alicerçado numa experiência pessoal.

Uma coisa é fato, a realidade virtual é uma forma muito eficiente para o processo educacional. Algumas razões que podemos confirmar tal fato, segundo a Dra. Verônica Pantelides da East Carolina University (1995), para usar a Realidade Virtual na educação, destacam-se: maior motivação do estudante (usuário); o poder de ilustração da realidade virtual para ambientes e objetos é muito maior do que de outras mídias; permite que as pessoas deficientes realizem tarefas que de outras maneiras não seria possível; análises de muito perto (detalhamento); análises de muito longe (visão global); oportunidade de experiências; permite que o aprendiz desenvolva o estudo no seu próprio ritmo; não restringe o prosseguimento de experiências no período de aula regular; permite que haja a interação estimulando a participação ativa do aluno, etc.

Devido a todos esses motivos é visível a enorme potencialidade da realidade virtual, porém, ainda não pode ser visto como algo que irá revolucionar a forma de ensino tradicional. Estamos tratando de um novo paradigma e forma metodológica de aprendizagem. O principal objetivo é utilizar da tecnologia para que a educação seja trabalhada de uma forma dinâmica, criativa e que o usuário esteja no centro do processo de aprendizagem formando assim um ser crítico, independente e construtor de seu conhecimento.

Na próxima seção será abordado como podemos utilizar a realidade virtual e onde ela tem sido aplicada no mundo.

1.2. Aplicações da Realidade Virtual

O campo de utilização da realidade virtual é muito vasto e já está inserido no nosso cotidiano. Como exemplo podemos citar:

- Simuladores de vôo para aeronáutica;
- Para medicina, o uso de simuladores cirúrgicos;
- Na arquitetura e na decoração, tem muito difundido a idéia de caminhar, tocar e interagir com objetos em um plano virtual, antes de serem colocados na moradia real;
- Utilizado através do e-commerce e das lojas virtuais, acessando e visualizando produtos virtualizados;
- Na engenharia para construção de estruturas, utilizando-a como ferramenta para moldagem e pré-visualização de um projeto;
- Na área de entretenimento, para jogos e interatividade visual.

Estes exemplos são muito comuns no nosso dia-a-dia. O uso da tecnologia para beneficiar o homem nas suas tarefas é uma atividade comum desde o século XX.

A próxima seção irá elencar experiências de aplicações utilizando a realidade virtual direcionado para a área da educação.

1.2.1. Experiências da Realidade Virtual na Educação

O campo da realidade virtual está presente também para a área educacional. Pelas suas características e peculiaridades se torna uma ferramenta muito útil para o ensino-aprendizagem. Serão citados alguns exemplos de experiências da realidade virtual que vem sendo utilizada no mundo para esta área.

O *Virtual Reality Roving Vehicle (VRRV)* é um projeto da Universidade de Washington (Rose, 1995) que tem por meta propiciar aos estudantes de 1º e 2º graus experiências com a tecnologia da Realidade Virtual. A idéia deste projeto é trazer um primeiro contato para as crianças com a Realidade Virtual. Assim, instigando os jovens a experimentarem como é estar em um mundo virtual. Em um segundo momento, exige uma interação maior dos professores e alunos do qual o objetivo maior é que eles projetem e construam um ambiente virtual.

Na área de educação à distância, foi feito no hospital de Crianças de Seattle um programa em convênio com a Universidade de Washington para criar uma sala de aula virtual (HITL, 1996). A idéia do projeto é atingir aquelas crianças que por problemas de saúde tem que ficar por muito tempo hospitalizados e por consequência impedidos de ir a escola.

O *Chemistry World* é um ambiente virtual no qual os participantes formam átomos e moléculas a partir de blocos básicos de elétrons, prótons e nêutrons. Desenvolvido por Chri Byrne (1996), estudante de doutorado do HITL da Universidade de Washington.

Na escola Haywood Community College (Stock, 1996), foi criado com a ajuda de professores de informática um mundo virtual com uma cena do livro "A good man is hard to find" de Flenner O'Conner. Nesta cena apareciam os principais personagens da história. Usando óculos de Realidade Virtual os alunos eram imersos na cena e podiam como que "caminhar pela história". Dessa maneira os alunos interagindo com a história tinham mais interesse de observar detalhes do livro.

Na Universidade de Houston, em parceria com o John Space Center da NASA e com a Universidade George Mason, criaram o VETL - *Virtual Environment Technology Laboratory*. Um laboratório onde foi desenvolvido o *ScienceSpace* (Dede, 1996). Um tipo de laboratório virtual de física, onde ocorreu o desenvolvimento de três projetos. O *NewtonWorld* (Dede, 1994) que trata de um ambiente virtual para trabalhar com conceitos de mecânica newtoniana como inércia, energia cinética e leis de movimento. O *MaxwellWorld* em que o objetivo é ajudar o estudante a compreender os conceito de fluxos elétricos e, empiricamente, descobrir a Lei de Gauss. E o *PaulingWorld* que tem sido usado tanto como ferramenta de ensino quanto de pesquisa. O objetivo é permitir o estudo de estruturas de pequenas e grandes moléculas.

O *National Institutes of Health* iniciou o projeto *Visible Human* para desenvolver um modelo completo e detalhado de um ser humano adulto (Ackerman, 1996). Quando coletados todos os dados é possível operar um sistema de visualização, analisar o "cadáver virtual" e a partir disto estudar a estrutura de cada órgão e o que é mais importante, a relação entre eles.

Em relação ao trabalho com deficientes, um sistema desenvolvido na Universidade da Tasmânia (Piper, 1994) possibilita a interpretação da linguagem de

sinais. Neste sistema (SLARTI - Sign Language Recognition System) o usuário veste uma luva de Realidade Virtual e os movimentos de seus dedos são lidos e interpretados por uma rede neural que converte os movimentos em texto. Outro trabalho nessa mesma área que foi proposto e está sendo desenvolvido pela Universidade Monash é a construção de um projeto de uma linguagem de programação usando linguagem de sinais. O nome do projeto é *Three Dimensional Visual Programming Language Based Sign Language Constructs*. (Pinho, 1996)

Apesar de existirem infinitas possibilidades para utilização da VRML em aplicações diversas, o escopo deste trabalho está direcionado para área de um ambiente de ensino, já que o enfoque principal é a área da informática na educação.

1.3. Objetivos do trabalho

As utilizações das novas tecnologias além de ampliarem as formas sensoriais de percepção e interação modificam a forma de ensino-aprendizagem. Existe uma importância enorme em ficar atento a essa nova tendência, mesmo porque, as necessidades metodológicas de ensino mostram que a criação de um ambiente artificial para aprendizagem seria uma forma apropriada para aquisição do conhecimento. Os objetivos desse trabalho se fundamentam especialmente nessa nova tendência.

O objetivo principal deste trabalho é conceituar, exemplificar e defender a utilização e a criação de ambientes virtuais, especificamente com o uso em VRML, exibindo suas características e peculiaridades.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Esclarecer a utilização do ambiente virtual como método de ensino.
- Mostrar o ambiente virtual como ferramenta de aprendizagem.
- Registrar as principais características de um desenvolvimento de ambiente virtual para comparar com as aplicações já existentes no mercado.
- Definir as características da linguagem VRML e descrever a sua capacidade de aumentar o desenvolvimento *WEB*.

1.4. Organização da Monografia

O projeto está organizado como segue. O capítulo 2 aborda sobre a informática na educação, o computador na escola e realidade virtual. O capítulo 3 apresenta a linguagem VRML, um breve histórico da linguagem e todas as características funcionais desta linguagem para se desenvolver um ambiente virtual. O capítulo 4 apresenta um exemplo de desenvolvimento, desde a sua maquete virtual projetada, até as exportações para VRML. No capítulo 5 são apresentadas as conclusões provenientes da execução deste projeto, bem como os possíveis trabalhos futuros a serem desenvolvidos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A informática na educação

Para se entender o conceito de informática na educação é preciso entender a diferenciação desta com a educação na informática. Na década de 80 surge uma visão moderna do computador, referente às novas interfaces gráficas e ao barateamento de custo na aquisição de um PC. Data também desta época a utilização do computador dentro da sala de aula. Segundo Lévy (1997), muito destas experiências se mostraram falhas, tanto em questão da infra-estrutura, quanto a falta de clareza em diferenciar informática na educação e educação na informática.

A origem desta confusão vem de encontro com a própria história da informática. A utilização do computador antes da interface gráfica implicava a necessidade de saber programação e até o funcionamento físico da máquina. Essa tarefa além de demandar um tempo muito grande, era extremamente complicada para profissionais de outras áreas de ensino. É compreensível então, que nesta época era de difícil entendimento, distinguir informática na educação de educação na informática já que a primeira implicava necessariamente em uma prévia passagem pela segunda.

A partir da década de 90, mais especificamente na sua segunda metade, com a massificação de computadores no mercado e com a visão da sociedade de que o computador é uma ferramenta acessória que passa a ter certa importância para o desenvolvimento e construção do processo cognitivo, passaram a ser desenvolvidos softwares com formas e conteúdos mais amigáveis. Este processo teve como consequência um número maior de pessoas, que tinham as suas especialidades, utilizando o computador como uma máquina de construção de softwares peculiares ao seu ramo de desenvolvimento. É justamente a partir daí que passamos a ter uma diferenciação no conceito de informática na educação. Com o fenômeno da internet, as pessoas através da rede mundial passaram a colher informações de uma maneira jamais vista em todo o mundo. Visto a partir deste contexto, a informática na educação deixa de ser um mero diferencial e passa a ser

peça chave para a construção do homem dentro de uma sociedade globalizada e conectada.

Segundo Valente (1993), visto de uma maneira pedagógica, o termo “informática na educação” significa a inserção do computador no processo de aprendizagem dos conteúdos curriculares de todos os níveis e modalidades de educação. Para tanto, o professor da disciplina curricular deve ter conhecimento sobre os potenciais educacionais do computador e ser capaz de alternar adequadamente atividades tradicionais de ensino-aprendizagem e atividades que usam o computador.

Já a educação na informática está intimamente ligada às disciplinas peculiares a este ramo. É o meio pelo qual estuda e cria-se uma base de conhecimento na área de computação.

O processo de informação deve oferecer condições para o professor construir conhecimento sobre as técnicas computacionais e entender por que e como integrar o computador na sua prática pedagógica (Valente, 1993). É através deste processo que a informática na educação é construída e os ambientes educacionais passam a utilizar de formas metodológicas diferentes no ensino-aprendizagem.

A próxima seção irá abordar os paradigmas utilizados para o processo de ensino-aprendizagem e como eles influenciam os professores neste processo de construção do conhecimento.

2.2 Instrucionismo e Construcionismo

Dois paradigmas principais são utilizados quando falamos em educação utilizando o computador. O primeiro deles é o instrucionismo. Neste modelo, a máquina é utilizada para ensinar, ou seja, são padronizados os métodos de ensino tradicional no computador com a finalidade de passar uma série de informações para o aluno, seja na forma de tutorial, exercício e prática ou até mesmo em um jogo de perguntas e respostas. Este tipo de metodologia funciona como neste ciclo: A informação é passada para o aluno, este por sua vez retém a informação. O computador como instrucionista utiliza de perguntas para avaliar se o aluno conseguiu reter a informação. Através da resposta dada pelo aluno é avaliado o seu desempenho.

A figura 2.1 exibe o modelo de instrucionismo de ensino.



Figura 2.1. Visão Instrucionista

O segundo modelo é o construcionismo. Papert denominou de construcionismo a abordagem pela qual o aluno constrói, por intermédio do computador, o seu próprio conhecimento. (Papert, 1980) Papert usa o termo de pôr a “mão-na-massa”, pois somente desta maneira o aluno conseguirá um aprendizado mais significativo desenvolvendo, por exemplo, um programa de computador. Esta vertente de estudo segue a premissa de que o aluno já utiliza o seu conhecimento de mundo para suplantar desafios propostos.

Outro teórico que seguiu o modelo de Papert foi o suíço Jean Piaget. Piaget foi um epistemólogo, considerado o maior expoente no estudo do conhecimento cognitivo. O seu estudo é centralizado em compreender como o aluno passa de um estado de menor para um maior conhecimento e de tal maneira tirar conclusões individuais sobre o desenvolvimento individual. A sua teoria focava-se na psicogênese, estudo das formas primitivas de conhecimento até as mais complexas, sendo, portanto fonte das suas pesquisas a classificação dos períodos de inteligência em quatro estágios: sensório-motor (0 – 18/24 meses: Período de assimilação motora do indivíduo), pré-operatório (2 – 7 anos: A criança é capaz de simbolizar), operatório-concreto (7 – 11 anos: Capacidade de ação interiorizada, utilizando o pensamento) e formal (9 – 16 anos: Estrutura intelectual para combinar proporções, raciocínio hipotético, noções probabilísticas, etc.)

Segundo Piaget, o sujeito estabelece ação de troca com o meio, o qual pressupõe dois modelos: a assimilação e a acomodação. Por isso, esse sujeito age ativamente sobre o objeto, de forma que assimila-o, apropriando-se desse objeto.

Com isto, cria em si para este objeto um significado próprio, na medida que interpreta-o de acordo com a sua possibilidade e fase cognitiva; faz-se entender que havendo uma acomodação resulta em reestruturação dos esquemas anteriores, o que entende-se que tem produzido aprendizagem ou mudanças cognitivas. E assim, estas duas dimensões, assimilação e acomodação, estão intimamente ligadas, de forma que, sem assimilação (interpretação ativa), de determinado objeto (conteúdo) não haveria a acomodação das estruturas psicológicas do aluno. A todo esse processo dá-se o nome de equilíbrio, que é o verdadeiro motor do desenvolvimento e do progresso intelectual. (Coll, 1997)

Para exemplificar de forma clara o construcionismo, tomemos como base a programação de uma linguagem de computador. O aluno ao interagir passando informação ao computador constrói um ciclo: descrição, execução, reflexão e depuração. Este é a forma de que o aluno através da reflexão das suas ações aprimora e desenvolve o processo cognitivo. Percebemos, portanto, que diferente da visão instrucionista, o conhecimento é construído a partir do momento em que o aprendiz passa informações para o computador e não o contrário. A figura 2.2, representa a visão do construcionismo na descrição de um problema usando uma linguagem de programação.

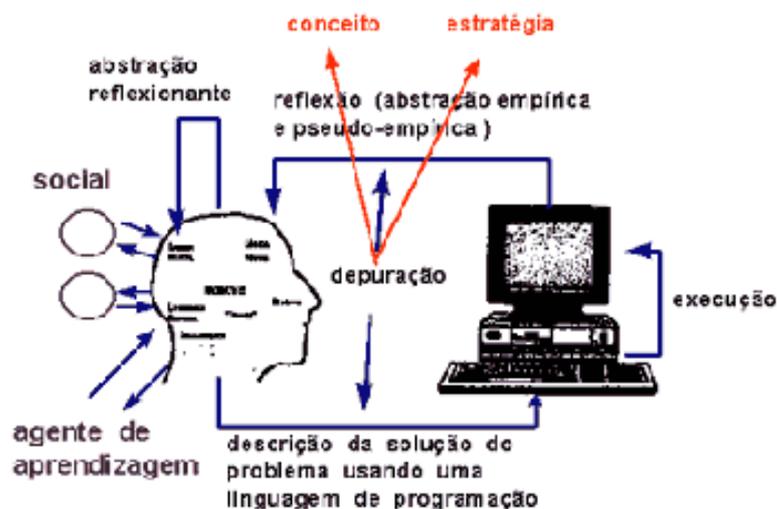


Figura 2.2. Visão Construcionista

Ambas visões, tanto a instrucionista como a construcionista são utilizadas como metodologia para o processo de ensino. A aplicação deste projeto é baseada na visão do instrucionismo, haja vista que será posto como exemplo um ambiente em que através da interação será possível passar a informação para o usuário.

Porém não existe qualquer empecilho para o desenvolvimento de um ambiente virtual baseado no construcionismo. Tal desenvolvimento depende única e exclusivamente da criatividade dos construtores e implementadores do sistema.

A próxima seção irá abordar sobre o uso do computador dentro da sala de aula.

2.3 Educação e computador

A abordagem utilizada por este projeto de trabalho não traz tanto impacto ao modelo pedagógico vigente. A passagem de informação para o aluno é uma forma que já existe nas escolas. O que está sendo feito na verdade é a informatização dos processos de ensino já existentes. Por esta perspectiva, a implantação do computador nas salas de aula e na escola como ferramenta de auxílio tem sido aceita, pois não quebra a dinâmica que a própria escola exige.

Além disso, esta forma de auxiliar o aluno não é algo tão complicado se falarmos no investimento para a formação do professor encarregado. O treinamento para utilização de softwares, atualmente, é uma coisa muito prática. O uso de tutoriais feito pelos próprios desenvolvedores é uma prova disso. Qualquer software educacional bem elaborado acaba por tornar o seu uso trivial.

O uso do computador na criação de ambientes de aprendizagem que enfatizam a construção do conhecimento apresenta enormes desafios. Primeiro, implica em entender o computador como uma nova maneira de representar o conhecimento. Segundo, requer a análise cuidadosa do que significa ensinar e aprender, bem como demanda rever o papel do professor nesse contexto. Terceiro, a formação desse professor envolve muito mais do que prover o professor com conhecimentos sobre computadores. O preparo do professor não pode ser uma simples oportunidade para passar informações, mas deve propiciar a vivência de uma experiência. É o contexto da escola, a prática dos professores e a presença dos seus alunos que determinam o que deve ser abordado nos curso de formação. Assim o processo de formação deve oferecer condições para o professor construir conhecimento sobre as técnicas computacionais e entender por que e como integrar o computador na sua prática pedagógica. (Oliveira, 2008)

A escola pode criar condições para que o aluno re-contextualize o aprendizado, integre a experiência vivenciada na sua formação com a sua realidade

de vida, compreendendo suas potencialidades e traçando objetivos profissionais que pretenda alcançar. Sendo justamente neste foco que entra a realidade virtual, por se tratar de uma nova forma de interface que cria todo um ambiente favorável para o desenvolvimento cognitivo e contextualização do aluno. As características da realidade Virtual – interação, imersão e envolvimento - são as chaves-mestras para o desenvolvimento de aplicações no âmbito educacional.

Portanto existem desafios a serem suplantados na implementação do computador como forma de ensino ou de auxílio na educação. Porém, se não for buscadas novas formas metodológicas para o ensino-aprendizagem, corre-se o risco de perpetuar uma escola obsoleta. Só que agora, obsoleta, entretanto, usando informática.

2.4 Realidade Virtual

O termo realidade virtual é creditado a Jaron Janier, fundador da *VPL Research Inc.*, que o cunhou, no início dos anos 80, para diferenciar as simulações tradicionais feitas por computador de simulações envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado. (Araújo, 1996)

A implementação da Realidade Virtual se manteve custosa por muitos anos, apesar da tecnologia existir por mais de duas décadas. As revoluções técnicas e científicas baratearam esta tecnologia que deixou de ser viável somente para as grandes empresas e instituições tecnológicas.

O fácil acesso de *software* e *hardware*, a baixo custo, utilizados para o desenvolvimento de aplicações permite que usuários simulem situações reais em um computador, dando a sensação de “estar em outro lugar”. (Machado, 1995) Devido a todos estes avanços, podemos dizer que a Realidade Virtual é a forma de interface com o computador mais avançada disponível no mundo.

Uma interface que simula um ambiente real e permite aos participantes interagir com o mesmo (Latta & Oberg, 1994), permitindo que pessoas visualizem e manipulem representações extremamente complexas. A Realidade Virtual é um paradigma pelo qual se usa um computador para interagir com algo não-real, mas que pode ser considerado real enquanto estiver sendo usado. (Hand, 1994)

Na construção da Realidade Virtual, estamos na verdade desenvolvendo mundos virtuais. O termo Mundo Virtual é usado para denotar o mundo digital criado

a partir de técnicas de Computação Gráfica. Sendo possível interagir e explorar este mundo com dispositivos de entrada e saída, ele se transforma em um ambiente virtual.

É importante salientar que a Realidade Virtual é frequentemente confundida com animação, CAD (*Computer Aided Design*) ou multimídia. A Realidade Virtual se diferencia em relação a estas tecnologias por ser: orientada ao usuário (observador da cena virtual), mais imersivo oferecendo uma forte sensação de presença dentro do mundo virtual, mais interativo, pois o usuário pode modificar e influenciar o comportamento dos objetos, mais intuitivo, pois existe pouca ou nenhuma dificuldade em manipular as interfaces computacionais entre o usuário e a máquina.

Além disso, Realidade Virtual pressupõe *rendering* (processo de transformação dos modelos em imagens) em tempo real, isto é, as imagens são atualizadas assim que a cena sofre qualquer tipo de modificação, e inclui uma descrição funcional dos objetos, estendendo a descrição puramente geométrica e topológica do CAD. (Leston, 1996)

A interface produzida pela Realidade Virtual passa cada vez mais a ser interessante para o estudo deste projeto. A próxima seção irá abordar sobre a linguagem VRML.

3. VRML

O uso da linguagem VRML começa a ser difundida a partir da década de 90, sendo simplesmente um padrão de formato de arquivo feito para a realidade virtual. É uma linguagem escrita na forma de texto e através da mesma é possível aplicar a objetos tridimensionais efeitos interessantes, tais como textura e iluminação. A próxima seção traz uma breve introdução desta linguagem.

3.1. Introdução

A World Wide Web acrescenta uma nova visão interessante para o uso de gráficos 3D. No passado, a apresentação da arte ou informação foi limitada para aqueles que poderiam começar os seus trabalhos mostrando uma galeria de arte, ou para alguém com acesso a uma editora ou estúdio de televisão. Mas, acesso à Web é relativamente barato, por isso se torna um estimulante meio para a comunicação das idéias, desde que saiba como utilizar as ferramentas que transformam os sonhos em realidade. A capacidade de poder utilizar a linguagem VRML para a construção de um ambiente de ensino é interessante haja vista a sua aplicabilidade no mercado.

A VRML (*Virtual Reality Modeling Language*) é uma ferramenta para criação de experiências em 3D na World Wide Web e que está ainda em processo de maturação. A linguagem VRML permite que o usuário possa realizar a sua visão de um mundo virtual e torná-las disponíveis para todos na WEB.

Tecnicamente falando, a VRML não é nem linguagem de realidade virtual nem de modelagem. A realidade virtual imersiva normalmente implica uma experiência (Óculos tridimensionais, por exemplo) e dispositivos de entrada (tais como luvas digitais). VRML não requer, nem impede imersão. Em relação à modelagem, uma verdadeira linguagem de modelagem conteria muito mais ricos mecanismos que as primitivas geométricas. VRML prevê um mínimo de recursos de modelagem geométrica e contém numerosas funções que vai muito além do alcance de uma linguagem de modelagem.

Apesar da linguagem VRML não ser linguagem puramente de modelagem e nem de realidade virtual ainda assim podemos fundamentar o seu conceito em várias respostas. Primeiramente VRML é simplesmente um intercâmbio para o formato 3D. Ele define a maior parte da semântica encontrada comumente em aplicações tridimensionais, como a hierárquica de transformações, fontes de luz, pontos de vista, geometria, animação, nevoeiro, propriedades materiais, textura e mapeamento. Um dos principais objetivos na concepção VRML foi para garantir que ele conseguisse, pelo menos, uma transformação eficaz para o 3D.

Um segundo conceito é de que o VRML é análogo ao HTML. Isto significa que é uma linguagem multiplataforma para publicar páginas da Web em 3D. Isto é motivado pelo fato de que algumas informações nos trazem melhores experiências em três dimensões, tais como jogos, engenharia e visualização científica, experiências educacionais e de arquitetura. Normalmente estes tipos de projetos exigem interação, animação, participação e exploração do usuário para além do que seria capaz, com uma página, em texto, imagem ou formato estático (ou seja, HTML).

Outro conceito é de que a linguagem fornece uma tecnologia que integra 3D, 2D, texto e multimídia em um modelo coerente. Quando estes tipos de mídia são combinados com as linguagens de scripting e a “infinita” capacidade da internet, um gênero totalmente novo de aplicações interativas se torna possível. Muitos especialistas têm especulado que o modelo de mundo tridimensional irá substituir o popular modelo 2D desktop como a principal interface do usuário e novo paradigma para as próximas décadas. Evidentemente, há uma variedade de desafios que precisam ser superados antes que isto seja possível, por exemplo, a interface do usuário para navegação, a capacidade de processamento para gráficos 3D e o principal que é o desempenho.

Apesar de a linguagem VRML ser extremamente atrativa para desenvolvimento, a estratégia para o projeto dessa linguagem a limitou para ser utilizada de maneira contínua e melhorada. O projeto se baseou na simplicidade. Seria evoluído um padrão de cada vez e somente para problemas que são completamente entendidos e razoavelmente resolvidos. Seria incentivada a experimentação e ampliações das fronteiras da linguagem. Porém não seriam reinventadas as tecnologias que podem ser resolvidos fora da VRML (por exemplo, HTTP). (Carey, 1997)

3.2. Histórico

As origens da VRML remontam a meados de 1994, em uma conferência europeia em que Tim Berners Lee falou sobre a necessidade de padronizar o 3D na WEB. Ele cunhou o nome VRML como uma sigla em paralelo a HTML (*Hipertext Markup Language*). A linguagem VRML foi uma semente de uma próspera comunidade de artistas, engenheiros e visionários. O nome foi rapidamente alterado para *Virtual Reality Modeling Language* para refletir a ênfase dada aos mundos ao invés das páginas de texto. Este grupo produziu a primeira especificação VRML em tempo recorde. Isto foi possível graças em parte ao fato de que baseou-se no formato de arquivo de uma ferramenta da Silicon Graphics, a Inventor.

Em 1989 um novo projeto havia sido iniciado na Silicon Graphics, por Rikk Carey e Paul Strauss para projetar e construir uma infra-estrutura para aplicações gráficas interativas. As duas metas originais foram para a construção de um ambiente de desenvolvimento que permitisse a criação de uma ampla variedade de sistemas interativos, distribuídos e aplicações 3D para usar neste ambiente, a fim de construir uma nova interface de desktop. Em 1992, a Iris Inventor 3D toolkit foi lançado como o primeiro produto desses esforços. Iris Inventor foi um kit de ferramentas do C ++ que definiu muito da semântica encontrada no VRML hoje. Uma parte importante do Inventor toolkit foi o formato de arquivo usado para armazenar objetos em aplicações, muito usado pela comunidade acadêmica para fazer investigação de animação dentro de casa, produzindo efeitos especiais para cinema e televisão. (Marrin, 1997)

Gavin Bell, com a ajuda de Tony Rikk, e uma variedade de engenheiros da Inventor, revisaram e finalizaram o primeiro projeto das especificações da VRML 1.0. Em Outubro de 1994, na Segunda Conferência Internacional sobre a World Wide Web, em Chicago, a especificação foi publicada. Em Agosto de 1995, houve muita discussão na lista relativa à criação de uma VRML 1.1 ou uma 2.0. Algumas pessoas pensavam que para a VRML eram necessários apenas alguns recursos incrementais, enquanto outros consideraram que era necessária uma completa revisão. Mas, todos concordaram que estava faltando as principais funcionalidades

(animação, interação e comportamento) e que uma significativa revisão deveria ser feita. (Carey, 1997)

Em Janeiro de 1996 um pedido de propostas para VRML 2.0 foi emitida. A Moving Worlds proposta liderada pela Silicon Graphics, em colaboração com a Sony Corporation e Mitra, recebeu um grande número de votos e tornou-se o documento de trabalho para as especificações da VRML 2.0. Em Agosto de 1996, na SIGGRAPH 96 em New Orleans, a primeira versão da especificação da VRML 2.0 foi liberada. (Carey, 1997)

No início de 1997, amadurece a idéia de apresentar as especificações da VRML para a *International Standards Organization* – ISO. A formalização ISO da VRML foi designada por VRML97. Esta especificação foi ratificada pela Organização ISO em dezembro de 1997. A maior parte dos browsers VRML 2.0 são, agora, browsers VRML 97. (Miranda)

A especificação da VRML 2.0 trouxe as características mais importantes e esperadas da linguagem. A interatividade e a animação foram os principais recursos para esse paradigma no ciberespaço. A versão aprovada pela ISO, a VRML 97, diferencia em coisas pequenas em relação à versão 2.0. Na grande maioria, um browser VRML 2.0 é capaz de visualizar corretamente arquivos construídos em VRML 97.

3.3. Caracterização dos mundos criados pela VRML

As competências exigidas para a nova tendência de aplicações no mundo WEB, tais como, interatividade, animação e participação foram marcantes para a construção de uma linguagem que tivesse apoio e suporte para tais características. A versão 2.0 pode adicionar realismo à geometria estática do mundo usando funcionalidades nativas. Essas novas funcionalidades permitiram adicionar comportamentos aos objetos de uma cena.

Com relação à interação, a linguagem permite que sejam feitos sensores para eventos, em que o usuário possa mover em determinadas zonas do mundo e clicar em determinados objetos. Permitem ainda que possa arrastar objetos de um lugar para outro. Outro tipo de sensor mantém registro da passagem do tempo, proporcionando uma base para todos os eventos, desde alarme relógios para repetitivas animações. Existem funcionalidades que ainda bloqueiam os ghosts

(fantasmas), aqueles que atravessam paredes, trazendo uma maior realidade para aplicação e as funcionalidades de terreno que permitem, por exemplo, saber quando o usuário está subindo ou descendo degraus e rampas.

A inclusão do áudio que traz um maior realismo as aplicações. Através de músicas de fundo, ruídos de ambiente e efeitos sonoros em geral é possível estabelecer uma excelente performance para os mundo virtuais

Através da animação, a VRML 2.0 inclui uma variedade de objetos chamados interpoladores de animação. Isso permite que sejam criadas animações pré-definidas de um dos muitos aspectos do mundo e, em seguida, reproduzi-lo em algum momento oportuno. Com o interpolador é possível criar objetos em movimento, tais como pássaros voando, portas abrindo automaticamente, robôs caminhando, objetos que mudam de cor conforme eles se movem (o sol, por exemplo), criar objetos geométricos que mudam de uma forma para outra, e ainda criar visitas guiadas que movem automaticamente o utilizador ao longo de um caminho predefinido. (Carey, 1997)

Outra característica aceita para a VRML é a programação externa. Usando Scripts, pode-se não só animar criaturas e objetos em um mundo, mas dar-lhes uma aparência de inteligência. Esses efeitos são obtidos por meio de eventos. Através de um script de entrada de sensores são gerados eventos com base em informações que podem mudar outros nós no mundo. Os eventos são repassados entre estruturas por meio de uma declaração especial chamada rotas.

A prototipação é uma característica também importante da linguagem. É possível encapsular um grupo de estruturas em um conjunto, como um novo tipo de estrutura (protótipo) e fazer com que este protótipo fique à disposição para ser reutilizado.

Todas estas peculiaridades da linguagem exprimem os ganhos na construção de um ambiente de ensino que será exemplificado neste trabalho.

3.4. Criando mundos virtuais

A linguagem VRML é bastante simples. Através de um editor de texto simples já é possível criar um mundo virtual. Quando o mundo é complexo demais para ser editado pela mão, faz necessário a utilização de uma ferramenta para construção de ambientes e figuras em 3D.

Alguns pacotes especificamente concebidos para VRML estão a algum tempo no mercado. Muitos desses novos pacotes têm características explicitamente concebidas para ajudar o usuário casual a criar mundos VRML. Alguns novos métodos vêm com o intuito de auxiliar o programador a posicionar os objetos no mundo virtual criado. Sombras nas paredes ou no chão, marcações são usados para mostrar a posição dos objetos em relação ao eixo. Dessa maneira o programador tem como alinhar os objetos, utilizando as marcações como referencial.

Algumas ferramentas que já existem há algum tempo tem sido atualizadas para serem utilizadas na VRML. Mas muitas delas foram concebidas para criar animações complexas para TV ou jogos, por isso são muitas vezes difíceis de aprender. Porém, quando se domina estas ferramentas elas se tornam poderosos recursos para a criação do conteúdo para VRML. Um dos muitos benefícios de um formato de arquivo padrão VRML, é a atratividade de muitos desenvolvedores de software para criar ferramentas para isso. Esta é uma das razões da linguagem ter ganhado uma popularidade tão rapidamente.

3.4.1. Ferramentas GUI para modelagem VRML

As ferramentas de interface gráfica do usuário ou GUI (do acrônimo, *Graphical User Interface*), é um tipo de interface do utilizador que permite a interação com dispositivos digitais através de elementos gráficos como ícones e outros indicadores visuais, em contraste a interface de linha de comando. A interação é feita de tal maneira que o usuário é capaz de selecionar símbolos e manipulá-los de forma a obter alguns resultados práticos. Estes ambientes gráficos são softwares feitos para facilitar e tornar prática a utilização do computador através de representações visuais para a programação. (TOPBITS)

Um modelador de VRML é utilizado para as construções do mundo dentro da aplicação. Eles têm a vantagem de fornecer um ambiente amigável para o programador fazer a modelagem em 3D e dessa maneira produzir cenas no formato VRML. Serão mostrados dois modeladores como exemplo para desenvolvimento.

A primeira ferramenta é o *White_Dune*. Essa ferramenta permite editar modelos 3D e ferramentas de animações integrados em um só programa. Seu código fonte é aberto e possui versões para diversos sistemas operacionais (Windows, Mac, Linux). Essa ferramenta possibilita visualizar e editar arquivos

VRML97, apesar de faltarem alguns recursos no visualizador, os arquivos editados no *White_Dune* são totalmente compatíveis com as especificações do formato.

Na figura 3.1 é mostrado o *White_Dune*, uma ferramenta livre para a construção de cenas em VRML.

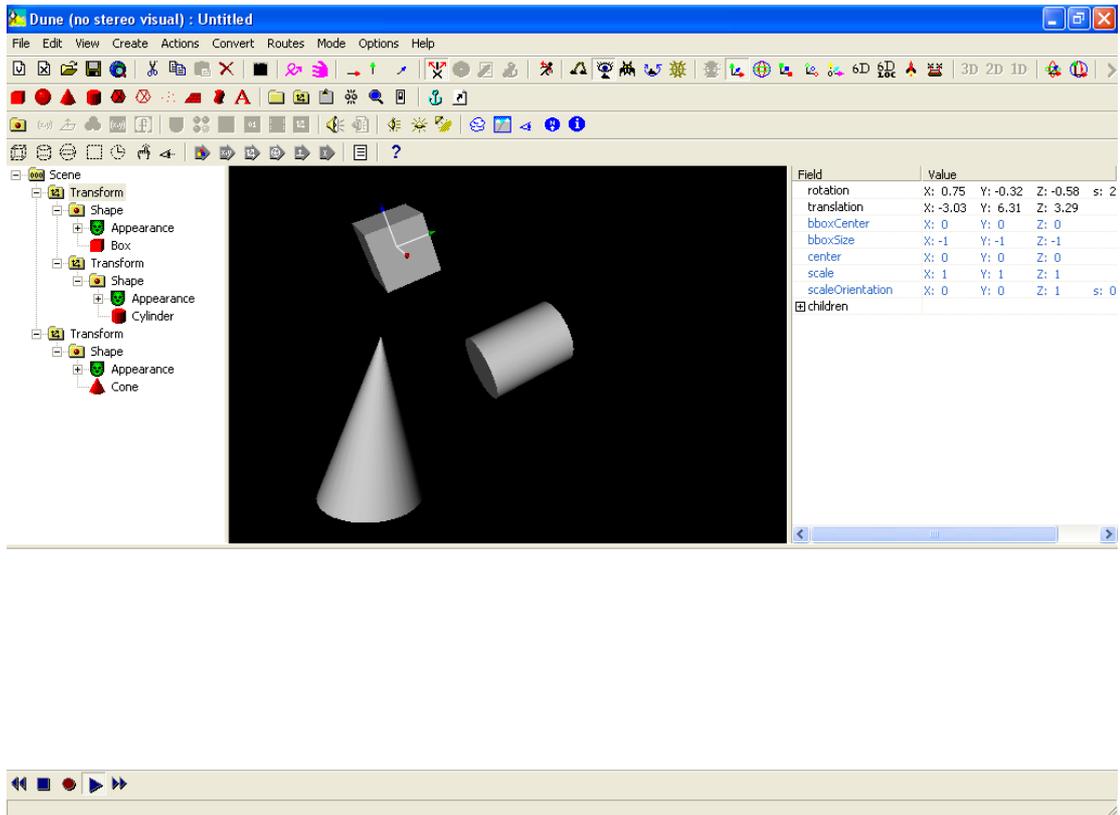


Figura 3.1. Modelador de VRML – *White_Dune*

A segunda ferramenta é a VrmIPad da *ParallelGraphics*. Essa ferramenta é um excelente modelador por possuir inúmeros recursos para programação. Este programa tem como principal vantagem a geração de uma árvore composta com cada um dos nós que inserimos no mundo que estamos gerando, o que nos facilita a navegação pelo código e sua manutenção. Ademais existem funções para a localização de erros no código e para auto-completar o código que estiver sendo desenvolvido.

Na figura 3.2 é mostrado o VrmIPad, uma ferramenta da *ParallelGraphics* para construção de mundos virtuais em formato VRML.

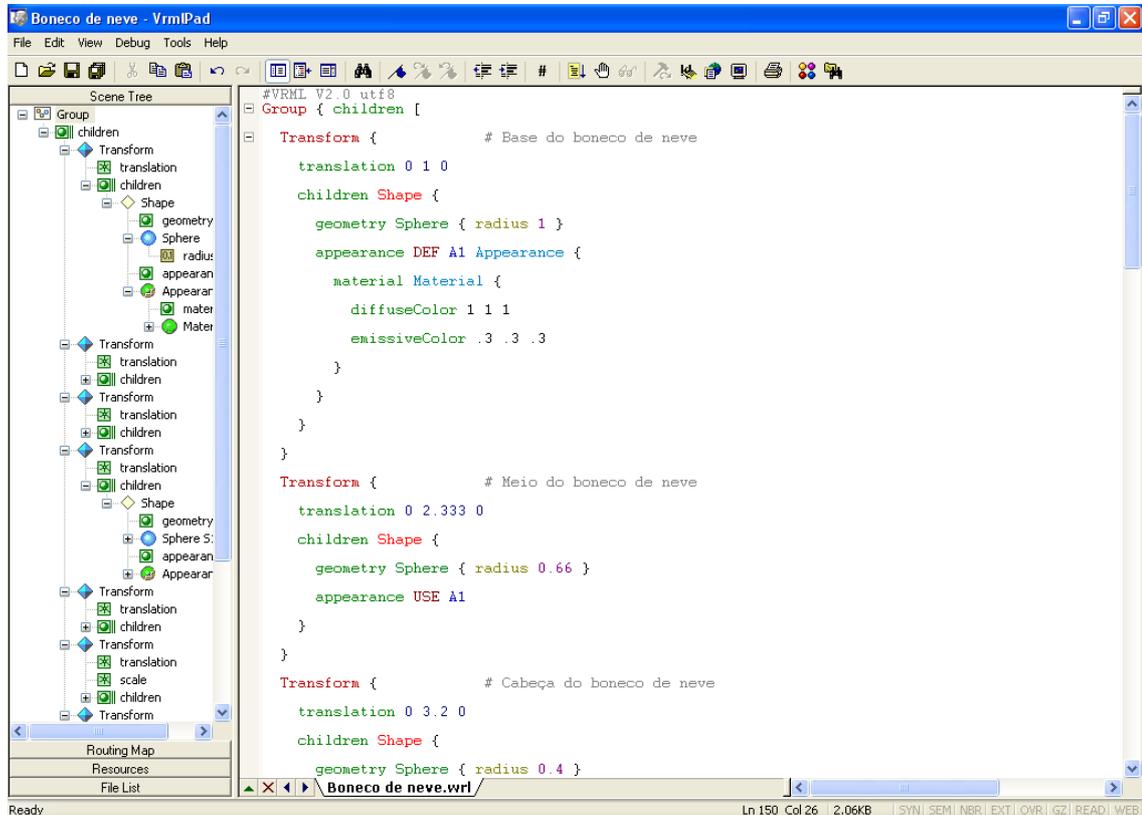


Figura 3.2. Modelador de VRML – VrmIPad da *ParallelGraphics*

Ambas as ferramentas são excelentes para a modelagem em VRML, apesar da segunda se mostrar mais robusta e com maior número de funcionalidades para o desenvolvimento e programação.

3.5. Cenas Virtuais

O desenvolvimento dos computadores, juntamente com as possibilidades de crescimento da computação gráfica fez com que a visualização de ambientes mais complexos fosse possível. As capacidades de hardware e software nas últimas décadas cresceram de forma extraordinária, graças em grande parte ao barateamento de processadores e memória, que são peças fundamentais para geração destes ambientes.

A representação computacional destes mundos ou cenas virtuais só é possível com ferramentas que dão suporte para o seu desenvolvimento. Estas

ferramentas funcionam como uma biblioteca gráfica, oferecendo funções e rotinas para a construção de aplicações gráficas em duas e três dimensões. As ferramentas mais comuns utilizadas para esse tipo de suporte são: o *DirectX* da Microsoft, a API Java3D da Sun Microsystems e a OpenGL da *Silicon Graphics*.

O DirectX é uma API (*Application Programming Interface*) multimídia que oferece uma interface padrão para interagir com elementos gráficos, placas de som e dispositivos de entrada, entre outros. Sem este conjunto padrão de APIs, seria preciso escrever um código diferente para cada combinação de elementos gráficos e placas de som, e para cada tipo de teclado, mouse e joystick. O DirectX nos distancia do hardware específico e traduz um conjunto comum de instruções em comandos específicos de hardware. (MSDN)

A API Java 3D é uma interface de programação voltada para aplicações gráficas e *applets* tridimensionais. Possui mecanismos de alto nível para criar e manipular geometrias 3D e para construir estruturas usadas na renderização dessas geometrias. Com esses mecanismos, o programador pode descrever mundos virtuais extremamente grandes. A API Java 3D tomou por base as APIs gráficas existentes e também as novas tecnologias. Em Java 3D, as construções gráficas em baixo nível resultam de uma síntese das melhores idéias encontradas nas APIs de baixo nível, tipo Direct3D, OpenGL, QuickDraw3D e XGL. Da mesma forma, suas construções em alto nível sintetizam as melhores idéias encontradas em vários sistemas de cena baseados em grafo. Java 3D introduz alguns conceitos que comumente não são considerados como parte do ambiente gráfico, tal como o som espacial 3D. A capacidade sônica de Java 3D contribui para se oferecer ao usuário uma experiência de imersão mais acentuada. (Inatel)

OpenGL é definida como “um programa de interface para *hardware* gráfico”. Na verdade, OpenGL é uma biblioteca de rotinas gráficas e de modelagem, bi (2D) e tridimensional (3D), extremamente portátil e rápida. Usando OpenGL é possível criar gráficos 3D com uma qualidade visual próxima de um *ray tracer*. Entretanto, a maior vantagem na sua utilização é a rapidez, uma vez que usa algoritmos cuidadosamente desenvolvidos e otimizados pela *Silicon Graphics*, líder mundial em Computação Gráfica e Animação. A OpenGL não é uma linguagem de programação, mas sim uma poderosa e sofisticada API para criação de aplicações gráficas 2D e 3D. Seu funcionamento é semelhante ao de uma biblioteca, uma vez que fornece uma série de funcionalidades. Normalmente se diz que um programa é

baseado em OpenGL ou é uma aplicação OpenGL, o que significa que ele é escrito em alguma linguagem de programação que faz chamadas a uma ou mais bibliotecas OpenGL.(Cohen, 2006)

A utilização do VRML vem no intuito de acrescentar um novo tipo de visualização na WEB em confronto com o hipertexto. Os *browsers* que aí existem, por padrão, permitem a exibição de imagens e hipertexto. Para a visualização ou exibição de qualquer outro tipo de mídia (seja áudio, vídeo ou o próprio VRML) é necessário a instalação de *plugins* ou complementos. Os *plugins* geralmente são pequenos e leves e servem normalmente para adicionar funcionalidades a programas maiores, provendo alguma operacionalidade específica. Para a visualização de cenas virtuais em VRML é necessário um browser com um complemento específico para esse tipo de aplicação.

Os *plugins* mais comuns utilizados para a visualização de objetos em VRML são: *Cortona VRML Client*, *View3Dscene*, *Cosmo Player* e o Microsoft VRML Viewer.

3.5.1. Exemplos de cenas virtuais em VRML

Como foi discutido anteriormente, a utilização da VRML tem se difundido muito no mundo, devido às suas características de multimídia. A expressividade dessa linguagem para a modelagem em 3D e a possibilidade de acesso às aplicações em qualquer plataforma mostra a sua flexibilidade para o desenvolvimento de ambientes virtuais.

O uso da VRML têm se mostrado bastante promissor principalmente na área de WEB designer, arquitetura e entretenimento. Já que estas áreas necessitam tanto da noção espacial, da interação com os objetos e da utilização de outras mídias (sons, por exemplo).

Abaixo segue exemplos de áreas de aplicação da VRML que tem tido uma ampla repercussão no mundo todo:

- Arquitetura e designer – Figura 3.3 (a) e (b);
- Área educacional – Figura 3.3 (c) e (d);
- *E-commerce* – Figura 3.3 (e);
- Arte – Figura 3.3 (f).

A figura 3.3 (a) é um modelo criado em VRML, especificamente desenvolvido para ensinar história, mostrando a arquitetura do Erechtheum em Atenas. (Eggarxou, 2007)

A figura 3.3 (b) é uma criação de um designer da *ParallelGraphics* exibindo o modelo de um Jaguar em 3D.

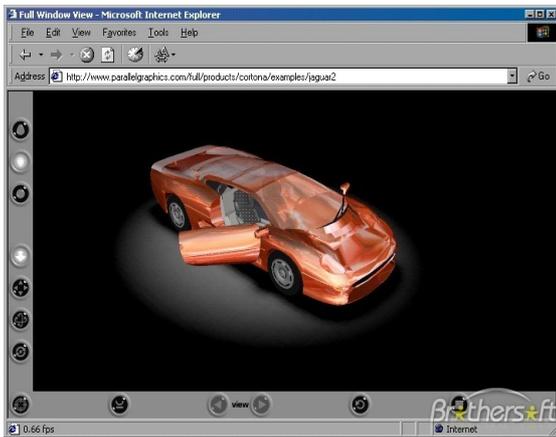
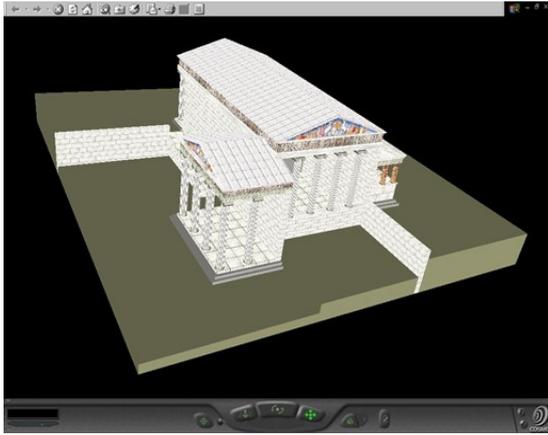
As figuras 3.3 (c) e (d) exibem mundos virtuais desenvolvidos para área da informática na educação. Na primeira imagem, mostra um passatempo em que o usuário tem um tempo determinado para resolver determinados tipos de problemas matemáticos dentro do ambiente. A segunda imagem exibe uma ferramenta de auxílio para os estudantes que precisam de informações sobre o corpo humano.

A figura 3.3 (e) exibe um exemplo de algo que está bastante difundido atualmente em relação à Realidade Virtual. O *E-commerce* ou comércio virtual utiliza de técnicas tridimensionais para exibir produtos que estão a venda em uma determinada empresa, no exemplo específico trata-se de um sapato feminino.

A figura 3.3 (f) é um exemplo de um museu de quadros.

Na figura 3.3 são apresentados exemplos para cada uma destas áreas.

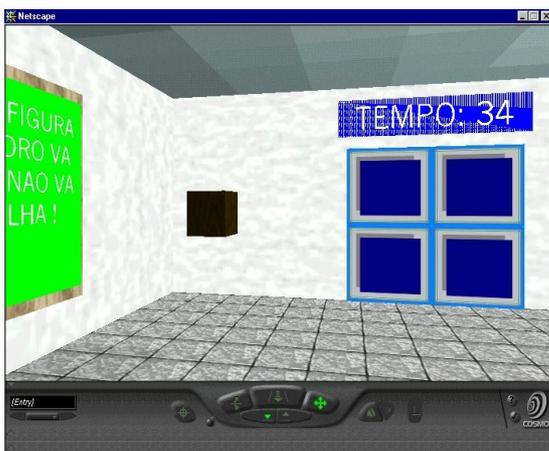
Figura 3.3. Aplicações em VRML



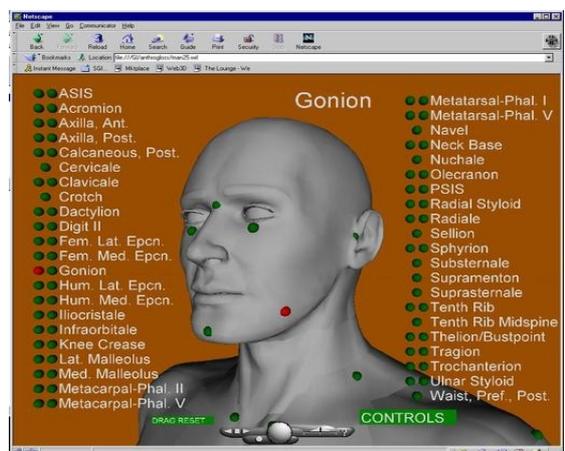
(a)



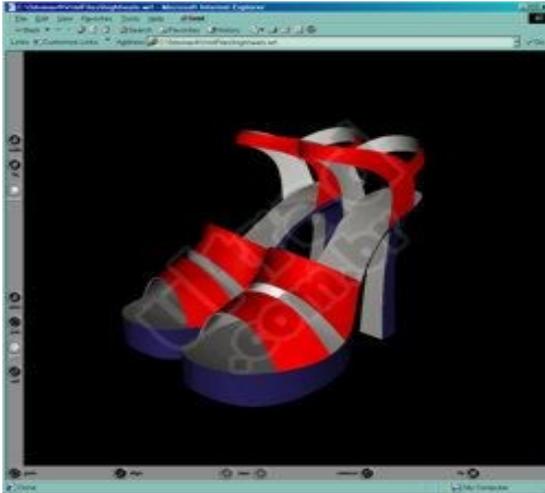
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Estes foram apenas alguns exemplos da capacidade de desenvolvimento que a linguagem VRML pode proporcionar. Existem ainda infinitas possibilidades e diversas áreas em que pode ser utilizada a modelagem tridimensional.

3.6. VRML e o ciberespaço

Tem sido um momento glorioso para VRML. Novos navegadores estão disponíveis tornando o VRML mais dinâmico e poderoso. Olhando para além dos cinco anos é inútil. Como o desenvolvimento na informática acontece tão rapidamente, algo que poderá acontecer e não podemos imaginar ao certo, vai entrar em cena e modificar completamente a paisagem (real e virtual). A única coisa que pode se afirmar é que a linguagem VRML está mudando rapidamente e, por todas as indicações, vai continuar sendo assim no futuro. (Marrin, 1997)

Muitas pessoas na comunidade VRML, na época da sua criação (aproximadamente em 1997), vislumbravam a criação de um ambiente totalmente imersivo no ciberespaço. Este seria um universo alternativo dentro da web onde seria possível interagir com o mundo e com outros usuários, tal como seria no mundo real. Este ambiente teria possibilidades ilimitadas para se recolher informações, aprender, trabalhar, interagir, brincar, etc. de forma que seria impossível em outros locais (Lévy, 1996). Em um espaço de tempo tão curto, seis anos depois para ser exato, surgiria o *Second Life*.

O *Second Life* é um ambiente virtual e tridimensional que simula em alguns aspectos a vida real e social do ser humano. É um sistema computacional voltado principalmente para o entretenimento e pode ser encarado como um jogo, um mero simulador, um comércio virtual ou uma rede social, dependendo da forma como é utilizado (SL). O *Second Life* conseguiu embutir tudo de interessante que a linguagem VRML poderia produzir: *e-commerce*, *e-learning* (educação à distância), simulação da vida real, entretenimento, etc.

O caminho começa a ficar nebuloso ao tentar enxergar o caminho para o futuro. Mas, supondo que a Web cresça em uma taxa esperada, a VRML pouco a pouco será incorporada na vida cotidiana. Muitos fabricantes já estão colocando o material informático em televisores, é a TV Digital. Que começa a fazer parte do cotidiano de toda a população.

Mas isso não é tudo. Imaginem que, com o simples apertar de botão, a TV teria acesso em rede a todos os lares do mundo de forma online. O tráfego de pessoas falando, navegando e explorando, em qualquer hora do dia ou da noite seria inimaginável. Essas idéias estão somente começando, porém a necessidade é a “mãe” da invenção e logo irá se chegar a soluções como esta para o desenvolvimento deste tipo de aplicação.

Esta conectividade será maravilhosa para VRML. Com bons *hardwares* para gráficos 3D disponíveis gratuitamente dentro dos televisores virá a capacidade de se ter ricas experiências virtuais. Multiusuários em ambientes virtuais serão comuns, avatares animados terão capacidade de andar, interagir e se comunicarem. Negócios na WEB estarão em pleno funcionamento até então. Todo o dinheiro será on-line, assim será possível comprar roupas, eletro-eletrônicos, carro, etc. Tudo sendo experimentado pelo avatar.

Assim como muitas tecnologias, como o telefone, o avião, a própria VRML, e a WEB em geral, acabará por misturar na sociedade e se tornar uma ferramenta usual. Mas ainda assim, será uma poderosa ferramenta que irá entreter quando se quiser entretenimento, e irá ajudar quando se precisar de ajuda.

4. EXEMPLO DE UM DESENVOLVIMENTO DE AV

Uma das maiores dificuldades para o desenvolvimento de uma ferramenta de auxílio educacional é encontrar um meio termo para que o software cumpra o seu papel funcional de dar instruções e informação para o usuário, ao mesmo tempo em que seja intuitivo e interativo. Esta seção visa exemplificar como poderia ser a construção de uma escola virtual tendo como principal objetivo desenvolver a construção gráfica de algumas salas específicas direcionadas a disciplina história.

O projeto, como já dito anteriormente, é baseado na metodologia do instrucionismo, o exemplo da aplicação seria um auxiliador na passagem de

informação servindo como um recurso áudio-visual para a melhor assimilação do assunto. O exemplo de escola virtual demonstrado nesta seção é denominado Ensino3D.

4.1. Ferramentas auxiliares

Algumas ferramentas poderiam ser utilizadas para a visualização e o desenvolvimento da aplicação, objetivando o auxílio na modelagem e no esboço da escola virtual. Para o desenho de uma escola virtual, uma ferramenta interessante que pode ser utilizada, é um software proprietário para a criação de modelos 3D, o SketchUp.

O Google SketchUp é um programa muito versátil, pelo ponto de vista que ele pode ser utilizado para qualquer atividade profissional. Pela facilidade de manusear a ferramenta sendo a mesma direcionada para a área de arquitetura é um auxílio válido para o desenvolvimento de um projeto. Por ser uma ferramenta que elimina a necessidade de se construir maquetes, o SketchUp mostrou-se como uma ferramenta eficaz e dinâmica para exemplificar esse projeto. O SketchUp geralmente é utilizado nas fases iniciais de trabalho, quando se tem a liberdade para modificar formas e modelos, daí o seu nome “sketch” que do inglês significa esboço. (SKETCHUP)

Foi utilizada tal ferramenta, pela razão de que sua versão profissional é possível a exportação para o formato VRML. Com o uso da mesma foi verificada a facilidade no desenvolvimento de figuras e estruturas complexas que iria demandar um grande tempo na modelagem com código puro feito em um editor de texto. Apesar da exportação para o formato VRML dinamizar o trabalho do desenvolvedor, o uso destas ferramentas torna o ambiente virtual mais denso e com mais linhas de renderização. Este processo pode levar a um desempenho ineficaz da aplicação em uma página *web*. Quanto mais complexo o ambiente desenvolvido, maior capacidade de memória e processamento gráfico será exigida da máquina.

Como este projeto está direcionado para mostrar um exemplo de uma aplicação de ambiente de ensino, detalhes tais como, desempenho e velocidade da interação serão abstraídos, mesmo porque a intenção deste projeto é exibir os detalhes para o usuário auxiliando de tal forma a ampliação sinestésica do mesmo na absorção de determinados assuntos da disciplina. Para a melhoria da exportação

gráfica e utilização do ambiente renderizado pode ser utilizada ferramentas que removam linhas desnecessárias produzidas pelo modelo do SketchUp, para isso pode-se utilizar uma outra ferramenta proprietária denominada VizUP.

VizUP é uma ferramenta de remoção de polígonos para modelos 3D usado para realidade virtual e em sistemas de visualização de tempo real. Com o auxílio do VizUP é possível alcançar o equilíbrio necessário para os detalhes do modelo. Através desta ferramenta é possível regular o nível em porcentagem de quanto de detalhamento o usuário quer obter na exportação do seu trabalho. O VizUP consegue também diminuir pontos, linhas e texturas do projeto em VRML de tal maneira que se consegue um melhor desempenho na renderização final.

Existem outras ferramentas que podem ser utilizadas no processo de desenvolvimento de objetos para o mundo VRML. Ferramentas CAD ou até o 3D Studio Max são completas no auxílio do processo de modelagem. Porém tendo em vista a complexidade destas ferramentas, elas não foram utilizadas para exemplificar um possível projeto de escola virtual.

A próxima seção irá exemplificar os passos para a construção de um ambiente de ensino, desde a construção do seu esboço no Google SketchUp até a visualização final do projeto em VRML.

4.2. Ensino3D

A grande preocupação para exemplificar este projeto foi mostrar o nível de detalhamento adequado para que o usuário pudesse interagir, e através da imersão no mundo virtual conseguisse assimilar melhor o assunto abordado. Por essa visão metodológica fez-se necessário a construção de mundos com uma “densidade gráfica” maior. Entende-se por densidade gráfica, a quantidade de linhas e texturas aplicadas no projeto de uma escola virtual.

Será mostrado primeiramente como foi construída a escola e a sua estrutura a partir do SketchUp, após isso será demonstrado como foi utilizado o VizUp no melhoramento gráfico e ao fim será exibido em VRML umas das salas específicas de história com exemplo de interações.

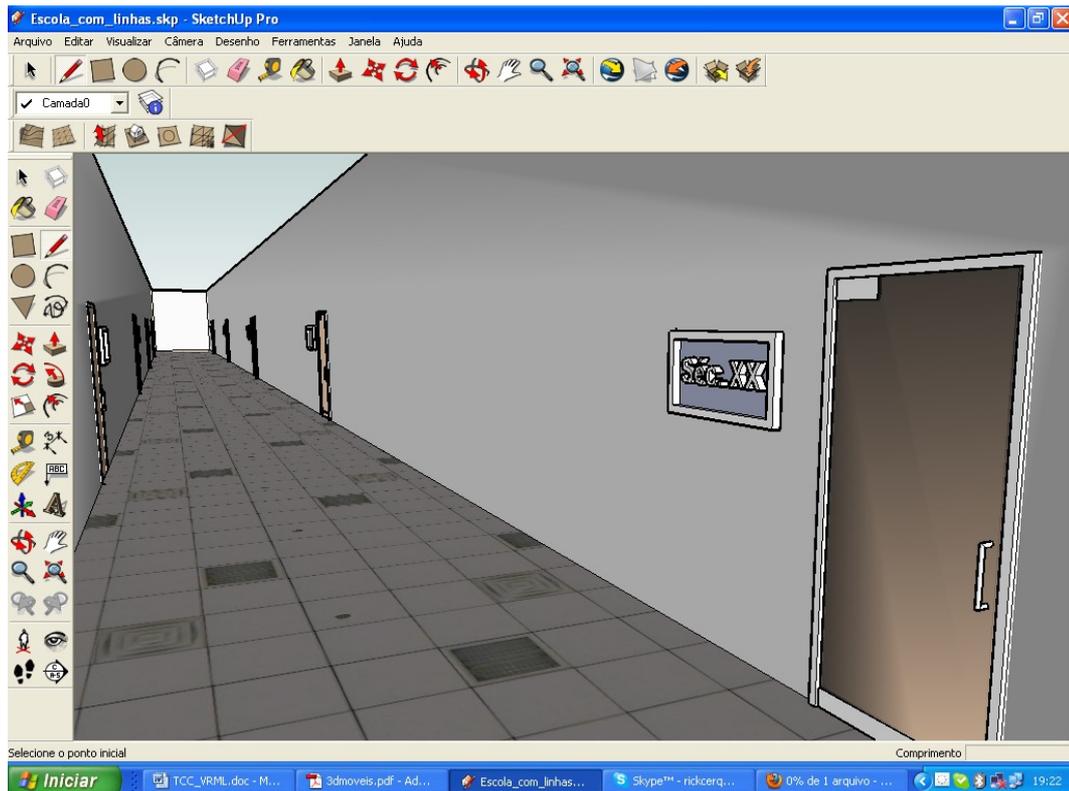
4.2.1. Uso do Google SketchUp

A princípio foi utilizado o Google SketchUp para construção do esboço da escola virtual. Como o exemplo é direcionado para a disciplina de história, a construção da escola foi baseada em um enorme museu. Cada sala virtual representaria um século específico da história da humanidade. O usuário tem a liberdade de navegar por este ambiente e interagir com objetos e figuras que estão dispostas em cada sala. Desta maneira, existe para o usuário, a possibilidade de imersão e interação com o ambiente, de tal forma, que os objetos servem como links para páginas em HTML onde informações específicas daquele século poderiam ser abordadas. Na figura 4.1 são apresentados esboços da escola virtual feito no Google SketchUp. (Figura a: Esboço sem telhados; Figura b: Esboço completo da estrutura da escola; Figura c: Visão do corredor interno)

Figura 4.1. Esboços no Google SketchUp



(b)



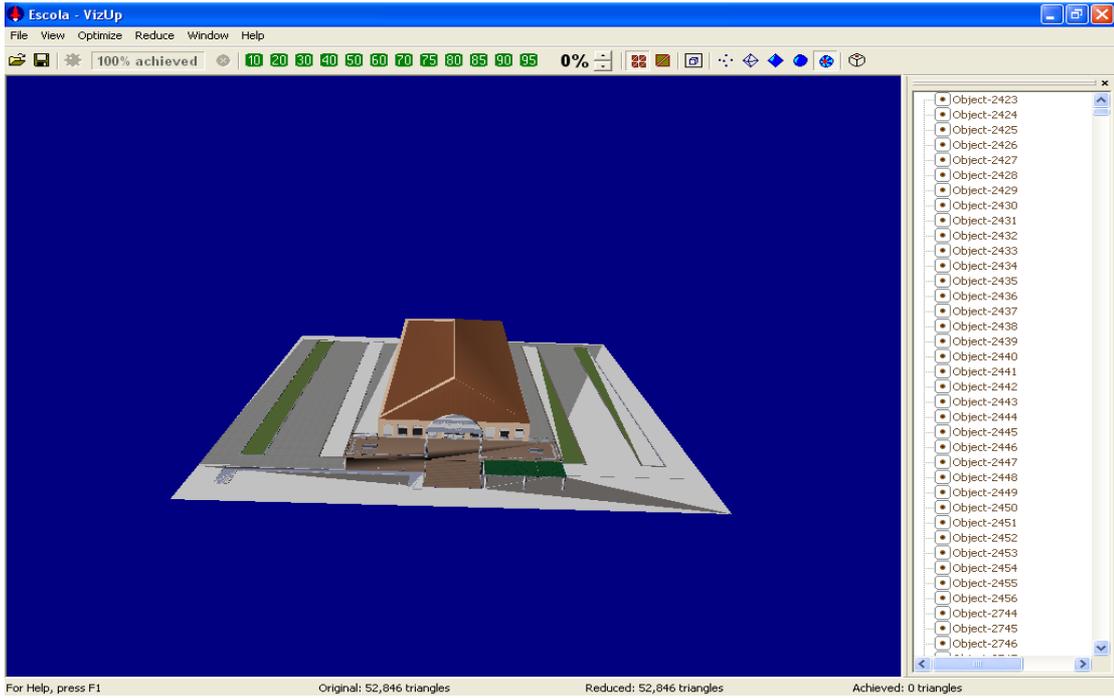
(c)

4.2.2. Uso do VizUp

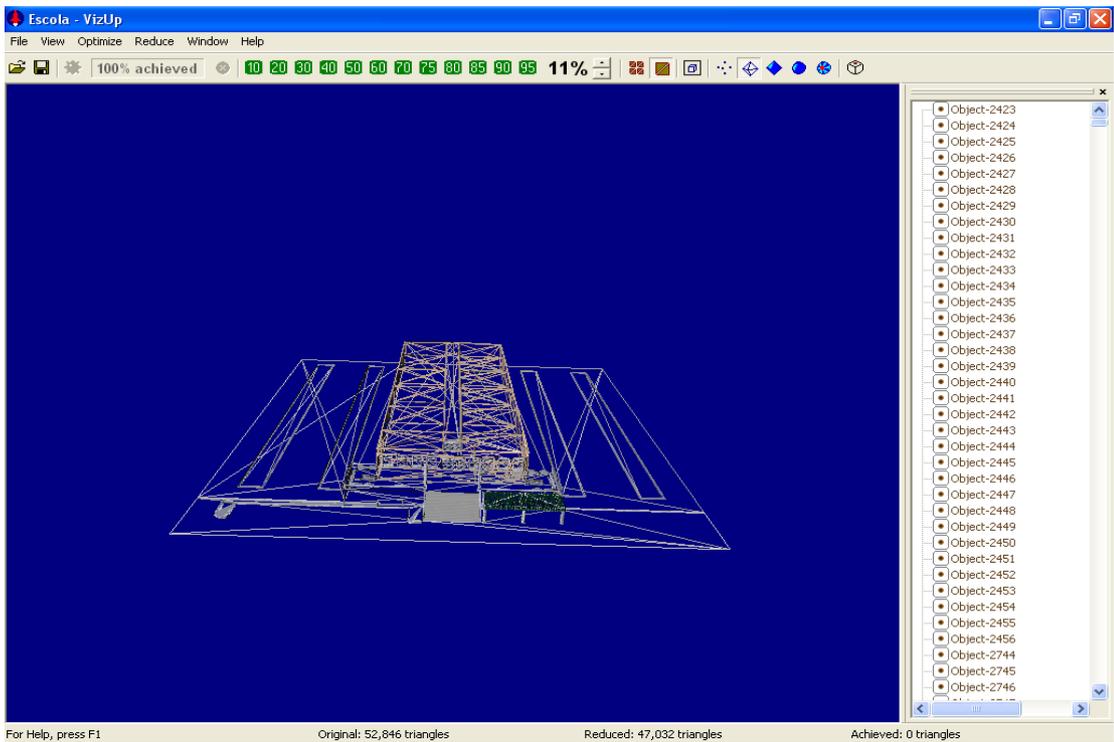
Para efeito de otimização na renderização das imagens pode ser utilizado o VizUp. Através desta ferramenta é possível diminuir o número de linhas e polígonos, diminuindo, desta maneira, a complexidade das figuras e componentes do mundo virtual. O VizUp é extremamente simples de manusear e o usuário apenas seleciona o nível em percentual do que será extraído da imagem original.

Na figura 4.2 é possível visualizar a ferramenta VizUp e como ela foi utilizada para diminuir a densidade gráfica da imagem. (Figura a: Imagem original no VizUP; Figura b: Aplicado redução nos polígonos; Figura c: Aplicado redução na textura)

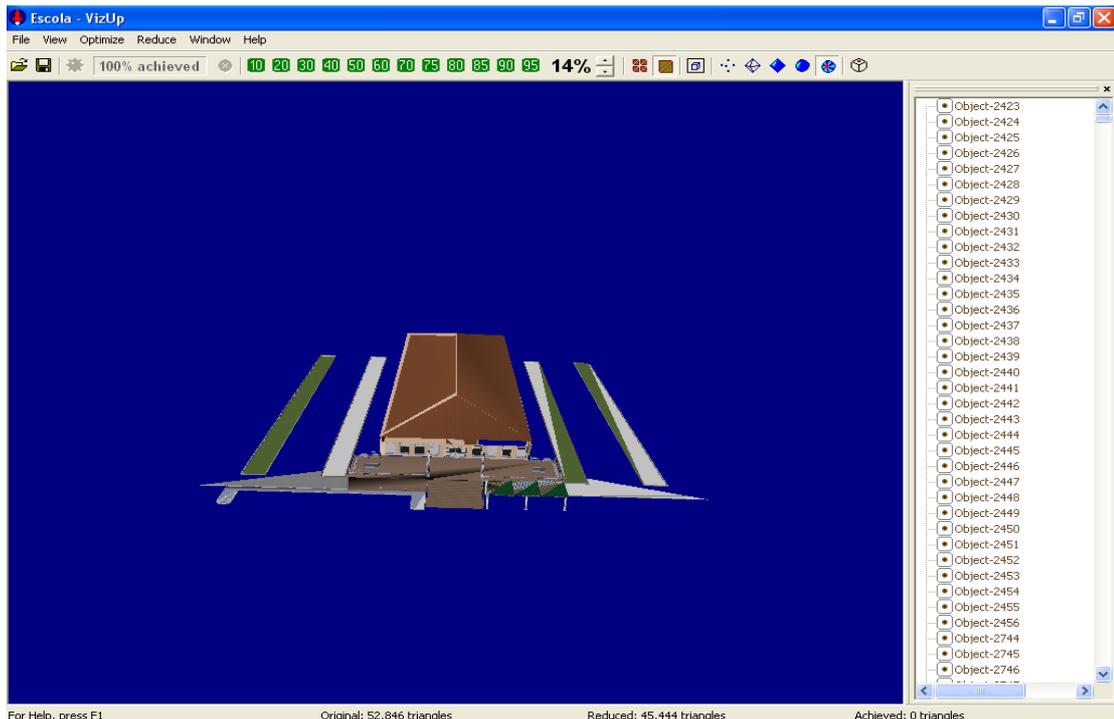
Figura 4.2. Visualizações do VizUP



(a)



(b)



(c)

4.2.3. Exemplo das salas em VRML

Para reduzir o escopo do projeto, serão mostradas salas específicas da disciplina de história. A princípio a escola se assemelha bastante a um museu virtual. O usuário poderá navegar entre as diversas salas de aula em um corredor extenso. Cada sala específica representa um século específico da história da humanidade. Nestas diversas salas são apresentados fatos, imagens, quadros, objetos que fizeram parte e foram marcantes neste século específico. O usuário poderá andar pelo ambiente e interagir com objetos.

Uma forma de implementar alguns objetos específicos seria utilizando, por exemplo, o nó âncora da linguagem VRML. Estes nós são na verdade links que direcionam a navegação para uma página em HTML. Desta forma, assuntos específicos daquela sala ou daquele objeto podem ser relatos ou escritos na forma de hipertexto no *browser* utilizado.

Na figura 4.3 é mostrada a sala em VRML expondo o século XX, especificamente abordando a II Guerra Mundial.



Figura 4.3. Implementação da sala no séc. XX

Na figura 4.4 é exibido uma sala específica do século XVI, representando uma parte da história no Brasil Colônia.

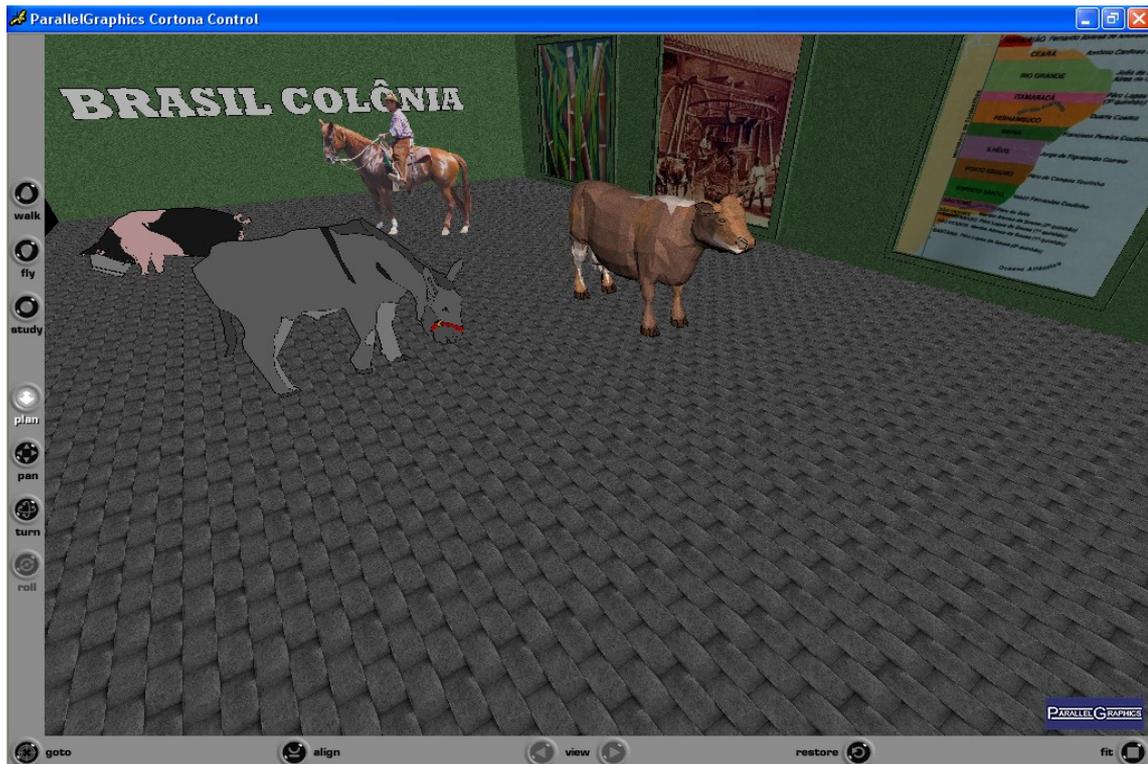


Figura 4.4. Implementação da sala no séc. XVI

A partir da interação com determinados objetos do mundo virtual, o usuário é direcionado através de um nó âncora (link) para uma página em HTML onde serão abordadas informações daquela sala específica. Esta interação de realidade virtual e hipertexto é a atratividade buscada neste projeto. Uma nova visão de navegação e coleta de informações específicas na internet.

Na figura 4.5 é exibida a página em HTML que seria mostrada a partir da interação da sala específica do séc. XX.

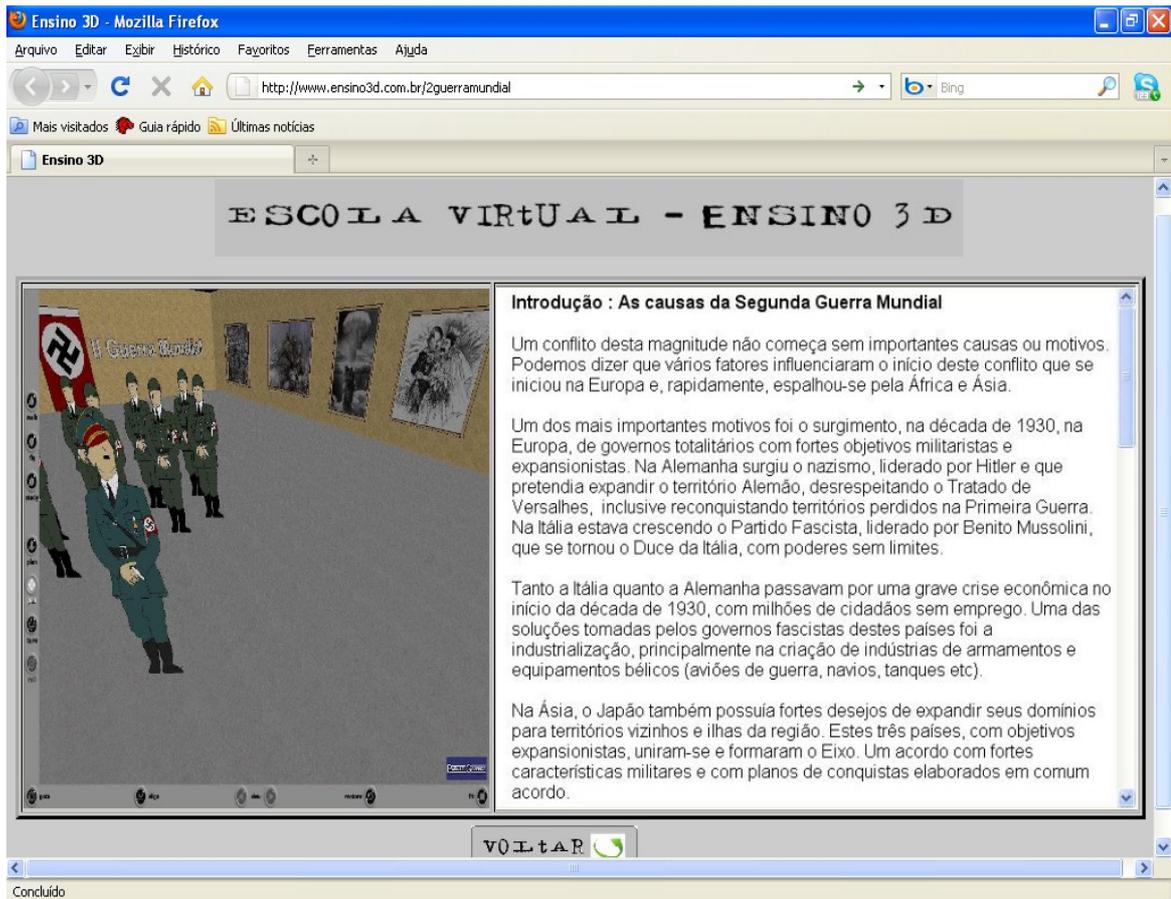


Figura 4.5. Página de Visualização na WEB – Interação com o mundo virtual

Como o foco do trabalho é defender o uso da Realidade Virtual, todo o projeto é uma estrutura de como seria implementado verdadeiramente um Ambiente Virtual de Ensino, cabendo assim aos desenvolvedores futuros a imaginação e criatividade para a construção de interações mais sofisticadas e atrativas.

Quanto à parte pedagógica, a intenção deste projeto foi mostrar que o uso de técnicas computacionais, especificamente a área da computação gráfica é uma forma interessante para modificarmos ou melhorarmos a forma de ensino vigente. O exemplo deste projeto foi mostrá-lo e exemplificar uma ferramenta auxiliar de ensino. Não impedindo, portanto, a criação e inovação de novas formas metodológicas para o processo de ensino-aprendizagem.

A próxima seção será a conclusão do trabalho, explanando o que foi feito, as principais dificuldades e abordando os prováveis trabalhos futuros.

5. CONCLUSÕES

Através deste trabalho foi perceptível a grande utilidade da linguagem VRML, na construção de Ambientes Virtuais. Esta facilidade da manipulação das primitivas da linguagem será extremamente útil para o desenvolvimento e implementação de um ambiente de ensino virtual. Foram apresentados durante o trabalho áreas e projetos que utilizaram a Realidade Virtual e tem obtido um grande êxito.

O objetivo do trabalho foi mostrar a importância da Realidade Virtual direcionada para a área de informática na educação, apresentando desta maneira algumas características importantes para o estudo de ambientes virtuais. Para isso foi necessário apresentar um pouco da linguagem VRML, com suas particularidades necessárias para a implementação de um ambiente de navegação interativo. Como a VRML tem como atratividade a execução em um *browser*, ela também pode ser distribuída e executada pela Internet. Isto é importante, já que a VRML está voltada principalmente para a Web.

Durante o desenvolvimento do projeto foi possível observar pontos positivos e negativos acerca da linguagem. Positivamente, é relativamente simples e rápido utilizar ferramentas para a construção de um ambiente virtual em VRML. Outra coisa que facilita bastante, é a grande quantidade de documentos e tutoriais presentes na internet que podem ser consultados e utilizados para implementação, além de páginas com acervos completos de protótipos (PROTO's) para auxiliar no processo de abstração e no desenvolvimento.

Negativamente, a capacidade de processamento de vídeo das máquinas ainda está aquém do que realmente gostaríamos de vislumbrar. Claro que a integração da linguagem VRML com *softwares* de modelagem 3D, auxilia bastante o desenvolvedor economizando um bom tempo, porém a maioria dos programas de modelagem ao exportarem seus arquivos para o formato VRML (.wrl), conduz a uma renderização de imagem muito lenta (o que é custoso e não-atrativo se pensarmos em navegação para ambiente virtual em tempo real), processo esse que torna o mundo virtual um ambiente de objetos de construções densas (muitos polígonos renderizados).

A partir deste projeto, conhecendo um pouco mais sobre os princípios da realidade virtual (imersão, navegação e interação), as metodologias utilizadas para o processo de ensino-aprendizagem, juntamente com o uso da linguagem VRML e o auxílio de ferramentas com modelagem 3D, foi possível mostrar a importância da Realidade Virtual e exemplificar formas de desenvolver um ambiente de ensino virtual, portanto, desta maneira, alcançando os objetivos traçados para este trabalho.

Com os objetivos alcançados, este projeto servirá como base para o desenvolvimento e melhoramento na construção de ambientes virtuais de ensino em VRML, juntamente com ferramentas de modelagem 3D, tais como *Google SketchUp* e *3D Studio Max*.

Com o desenvolvimento deste projeto foi possível perceber a enorme variedade de temas que podem utilizar da realidade virtual, seja para conseguir uma maior participação no mercado, seja para atrair mais usuários ou até mesmo revolucionar a forma como enxergamos as páginas na WEB. Sendo uma área em pleno crescimento, principalmente na área de jogos e simuladores, onde o realismo e a atratividade são características inerentes para este ramo.

Como já citado, tantas vezes anteriormente, o aumento do poder de processamento das máquinas, direcionando principalmente para a exibição visual é uma motivação a mais para as pesquisas nesta área. Este projeto contribuirá para os avanços no estudo desta área, mais especificamente na da informática na educação.

5.1. Trabalhos Futuros

Algumas características poderiam ser acrescentadas neste projeto futuramente, para um desenvolvimento efetivo de uma aplicação em realidade virtual. Primeiramente, fazer pesquisas que visem a construção de *softwares* que otimizem o processo de exportação e renderização entre as ferramentas de modelagem 3D e VRML, de tal maneira, que facilite ainda mais o processo de implementação e ao mesmo tempo torne o ambiente mais rico em detalhes.

Devido ao tempo proposto para o desenvolvimento deste projeto, fez-se necessário a redução do seu escopo na abordagem da aplicação. Outra coisa que poderia ser feita, é a total montagem da escola virtual, com todas as disciplinas específicas, tais como, português, matemática, geografia, etc. Dessa maneira,

poderia ser mais bem explorado as relações metodológicas do instrucionismo e construcionismo em um ambiente mais complexo.

Outro possível trabalho futuro é de acrescentar funcionalidades a escola virtual. Desenvolvendo, por exemplo, jogos virtuais, dando assim, uma maior interatividade ao usuário. Estes *softwares* poderão ser testados e avaliados quanto ao nível de praticidade no uso e qual a possível melhora no desempenho dos usuários que utilizam destes ambientes virtuais.

Em uma fase mais avançada de desenvolvimento, com o uso de luvas, capacetes e salas de projeção virtual, será possível que o usuário possa realmente estar dentro do ambiente virtual, aumentando ainda mais o poder de interação e navegação.

6. REFERÊNCIAS

ACKERMAN, M. J. **Accessing the Visible Human Project**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/NIB/visible/dlib.htm>>. Acesso em: jul. 2009.

ARAÚJO, R. B. **Especificação e análise de um sistema distribuído de Realidade Virtual**. Pg. 144, Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996.

BRAGA, Mariluci – Revista de biologia e Ciências da Terra – ISSN 1519-5228 – “**Realidade Virtual e Educação**” Volume 1, nº 1, 2001.

BYRNE, C. **High School Chemistry Education and Virtual Reality - The Chemistry World**. Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/projects/learning-center/chemistry/index.html>>. Acesso em: jul. 2009.

CADOZ, Claude. **Realidade Virtual**. São Paulo: Ática, 1997.

CAREY, GAVIN BELL E RICK. **The annotated VRML 2.0 reference manual - 1997**. Disponível em: <<http://www.cs.vu.nl/~eliens/documents/vrml/reference/BOOK.HTM>>. Acesso em: ago. 2009.

CHAVES, Eduardo O.C. “**O uso de computadores em escolas: Fundamentos**”. In: Chaves, Eduardo O.C. e SETZER, Valdemar W. *O uso de computadores em escolas: Fundamentos e críticas*. São Paulo, Scipione, 1988.

COHEN, Isabel Harb Manssour e Marcelo. **OpenGL - Uma Abordagem Prática e Objetiva**. 1º edição. Novatec, 2006.

COLL, César. **Piaget, o construtivismo e a educação escolar: onde está o fio condutor?** In: Substratum: Temas Fundamentais em Psicologia e Educação, v.1, n.1 (Cem Anos com Piaget). Porto Alegre, Artes Médicas, pg. 155, 1997.

DEDE, C. e LOFTIN, B. **The design of Artificial Realities to Improve Learning Newtonian Mecahnics**. Proceedings of the East-West International Conference of Multimedia, Hypermedia and Virtual Reality. p. 34, Moscow, Russia, 1994, International Center of Scientific and Technical Information. Disponível em: <<http://www.vetl.uh.edu/ScienceSpace/newton.html>> Acesso em: ago. 2009.

DEDE, C., SALSMAM, M. e LOFTIN, B. **ScienceSpace: Virtual Realities for Learning Complex and Abstracts Scientific Concepts**. Virtual Environment Technology Laboratory, 1996. Disponível em: <<http://www.vetl.uh.edu/ScienceSpace/absvir.html>> Acesso em: ago. 2009.

Eggaxou, D., & Psycharis, S. **Teaching History using a VRML Model of Erechtheum**. International Journal of Education and Development using ICT [Online], 3(3). Disponível em: <<http://ijedict.dec.uwi.edu/viewarticle.php?id=325>> Acesso em: ago. 2009.

HAND, C. **Other Faces of Virtual Reality, First International Conference MHVR'94 – Lecture Notes in Computer Science** n. 1077, Springer, Moscow. Rússia, Setembro, pg. 107-116, 1994.

HITL - **Human Interface Technology Lab.** "Building Brigdes for Place-Bound Students: A Virtual Classroom". Disponível em: <http://www.hitl.washington.edu/projects/learning_center/classroom.html> Acesso em ago. 2009.

INATEL – **Java 3D – IC Framework** . Disponível em: <http://ic.inatel.br/ic/framework/index.php?option=com_content&task=view&id=7&Itemid=2>. Acesso em: mai. 2009.

LATTA, J. N. OBERG, D. J. **A Conceptual Virtual Reality Model.** IEEE Computer Graphics & Applications. pg. 23-29, 1994.

LESTON, J. **Virtual Reality: the it Perspective.** Computer Bulletin. pg. 12-13, 1996.

LÉVY, Pierre. **O que é Virtual.** São Paulo: Ed. 34, 1996.

LÉVY, Pierre e MORAES, M.C.. **Informática Educativa no Brasil: uma história viva e várias lições aprendidas.** Revista Brasileira de Informática na Educação, Sociedade Brasileira de Informática na Educação, nº 1, pg. 19-44, 1997.

MACHADO, L.S. **Conceitos Básicos da Realidade Virtual.** Monografia, INPE-5975-PUD/025, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos/SP. Novembro, 1995. Disponível em: <<http://www.lsi.usp.br/~liliane/conceitosrv.html>> Acesso em: ago. 2009.

MARRIN, Chris et al. **Teach yourself VRML 2 in 21 days.** Indiana: Sams.net, 1997.

MIRANDA, C. José. **Gráficos 3D na Internet.** Disponível em: <www.ipg.pt/user/~jcmira/sgj/acessorios/graficos3D.pdf>. Acesso em: mai. 2009.

MSDN – **Introdução ao DirectX** – Microsoft Corporation. Disponível em: < <http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/cc518041.aspx> >. Acesso em: mai. 2009.

OLIVEIRA, Lisnagê S. **Informática na Educação.** Faculdade Impacta de Tecnologia. São Paulo. 2008.

OSÓRIO, F. S. and MUSSE, S. R. and SANTOS, C. T. and HEINEN, F. and BRAUN, A. and SILVA, A. T. "**Ambientes Virtuais Interativos e Inteligentes: Fundamentos, Implementação e Aplicações práticas**". SBC2004 – XXIV Congresso Brasileiro de Computação, Salvador, BA, 2004.

PANTELIDES, V. **Reasons to use Virtual Reality in Education.** VR in the Schools, vol. 1, no. 1, jun. 1995.

PAPERT. **Mindstorms – Children, computers and powerful ideas**. New York: Basic Books, [s.n], 1980.

PINHO, Márcio Sarroglia. “**Realidade Virtual como Ferramenta de Informática na Educação**”. VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Belo Horizonte, MG, 1996.

PIPER, D. **Virtual Reality and Disabilities**. Disponível em: <<http://www.gu.edu.au/aeres/ats/rtcl15.html>> Acesso em: ago. 2009.

ROSE, H. **Assessing Learning in V.R.: Towards developing a Paradigm Virtual Reality Roving Vehicles** - VRRV Projects HITL, feb. 1995. Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/publications/n-95-1>> Acesso em: ago. 2009.

SKETCHUP – **Google SketchUp**. Disponível em: <<http://sketchup.google.com/>> Acesso em: nov. 2009.

SL – **Second Life**. Disponível em: <<http://secondlife.com/>>. Acesso em: mai. 2009.

STOCK, J.K. **Virtual Reality Brings Literature to Life at Haywood Community College**. V.R. in the Schools, vol. 1, no. 4, mar. 1996.

TOPBITS - **Graphical User Interface**. Disponível em: <<http://pt.tech-faq.com/gui.shtml&prev=hp>>. Acesso em: mai. 2009.

VALENTE, José Armando. “**Formar I: Relatório final**”. Campinas, NIED / Unicamp, 1988.

_____. “**Uso do computador na educação**”. In: Valente, José Armando (org.). *Liberando a mente: Computadores na educação especial*. Campinas, Unicamp, 1991.

_____. “**Formação de profissionais na área de informática em educação**”. In: Valente, José Armando (org.). *Computadores e conhecimentos: Repensando a educação*. Campinas, Unicamp, 1993a.

_____. “**Por que o computador na educação**”. In: Valente, José Armando (org.). *Computadores e conhecimentos: Repensando a educação*. Campinas, Unicamp, 1993b

_____. “**O computador auxiliando o processo de mudança na escola**”. In: Valente, José Armando (org.). *Computadores e conhecimentos: Repensando a educação*. Campinas, Unicamp, 1993c

_____. “**Computadores e conhecimento: repensando a educação**.” Campinas: Gráfica da UNICAMP, [s.n], 1993d.