

2

Tecnologias para Interação Tridimensional

O *Second Life* é um ambiente virtual colaborativo e tridimensional, totalmente gerado e evoluído a partir de seus participantes. Ele não é um jogo, como muitas pessoas pensam, não é temático, não possui objetivo e é totalmente aberto. Qualquer pessoa com acesso a *internet* pode entrar, navegar, interagir com outras pessoas, explorar uma imensa variedade de locais, criar objetos que vão de roupas a casas e também adquirir propriedades (Hayes, 2006).

Dentro do *Second Life* cada participante toma a forma de um “*avatar*”, que representa sua aparência dentro do ambiente: na crença hinduísta, os avatares são seres divinos que assumem a forma humana ou a de um animal. Este *avatar* é criado e personalizado de acordo com as preferências de cada participante e então começa a interagir com outros personagens comandados por outras pessoas.

Criado em 2003 pelo americano Philip Rosedale, durante algum tempo o *Second Life* não teve a mesma atenção do público como outros *websites* famosos da *internet* como o *Orkut* e o *YouTube*. Entretanto, atualmente, ele já atraiu empresas como Adidas, CNN, IBM e Nokia. No Brasil, em fevereiro de 2007 cerca de 200 mil participantes estavam inscritos, segundo estatísticas disponíveis em seu próprio *website*. Este comportamento também vem atraindo empresas daqui, como banco Bradesco e a agência de publicidade DM9.

Para Hayes (2006) um atributo importante do *Second Life* é sua ênfase no suporte ao conteúdo criado pelos próprios participantes. Os participantes possuem tudo aquilo que criam e podem, desta forma, comercializar suas criações e obter créditos ou dinheiro virtual conhecido como *Linden* dólares. Os *Linden* dólares podem ser convertidos em moeda do mundo físico e vice-versa, desta forma criando uma verdadeira economia virtual.

O *Second Life* pode ser classificado como um ambiente virtual colaborativo, que de acordo com Preece et al. (2005) são mundos virtuais em que as pessoas se encontram e conversam, podem ser mundos gráficos tridimensionais, nos quais os usuários exploram salas e outros espaços na forma de personagens virtuais ou textuais, onde os usuários se comunicam mediante alguma forma de troca de mensagens.

O formato do *Second Life* une diversas tecnologias: ambientes virtuais 3D, realidade virtual, conectividade via *internet* entre os participantes e possibilidade de personalização do próprio conteúdo tridimensional. Para melhor entendermos todo este cenário, vamos voltar um pouco no tempo e lembrar como chegamos até este ponto de evolução das tecnologias para interação tridimensional.

2.1.

Histórico da interação tridimensional

A interação tridimensional nasceu da computação gráfica, cujos fundamentos têm origem em antigas invenções artísticas e matemáticas como a geometria de Euclides (250 AC), o uso da perspectiva por Filippo Brunelleschi (1377-1446), o sistema de coordenadas de Rene Decartés (1596 – 1650) e a notação matricial de James J. Sylvester (1814 – 1897).

Entretanto podemos colocar que a história da computação gráfica começa realmente a partir dos projetos *Whirlwind* e *SAGE*, ambos relacionados com a área militar. O projeto *Whirlwind* começou como um esforço de construção de um simulador de vôo e o projeto *SAGE* surgiu como suporte para a defesa aérea norte-americana contra ameaças de ataques nucleares. O computador desenvolvido no projeto *SAGE* possuía uma tela que exibia linhas vetoriais e uma caneta de luz usada por operadores para identificar aviões localizados sobre regiões dos Estados Unidos.

Em 1960 o projetista William Fetter, na tentativa de maximizar a eficiência dos cockpits de aviões, criou em computador uma vista ortográfica da forma humana que deu origem a diversos estudos na área. Em 1963 Ivan Sutherland

desenvolveu o sistema *Sketchpad*, um software que permitia pela primeira vez a criação interativa de figuras gráficas na tela de um computador.

Do meio para o final dos anos 60 surgiram inovações na área de sistemas e algoritmos. Jack Bresenham demonstrou como desenhar linhas e círculos em dispositivos computacionais, Larry Roberts descreveu a utilidade de matrizes 4 por 4 e algoritmos para detectar linhas escondidas. Steve Coons introduziu superfícies paramétricas e desenvolveu os primeiros conceitos de desenho auxiliado por computador (*CAD – computer aided design*). Arthur Appel desenvolveu na IBM algoritmos de superfícies escondidas e sombreamento que foram precursores das modernas técnicas de *ray tracing*. A operação matemática conhecida como transformada rápida de Fourier foi descoberta por James Cooley e John Tukey e permitiu um melhor desenvolvimento das técnicas de *anti-aliasing* (suavização de linhas). Ainda nos anos 60, Doug Englebart inventou o mouse na Xerox e a *Evans & Sutherland* juntamente com a GE começaram a construir o primeiro simulador de vôo com gráficos em tempo real. O microprocessador foi desenvolvido na Intel e surgiu também um conceito de rede de pesquisa chamado *Arpanet*, que em alguns anos daria inspiração para criação da *internet*.

No final dos anos 70, Turner Whitted desenvolveu a técnica de *ray tracing* recursivo que posteriormente tornou-se o padrão para foto realismo em imagens geradas por computador. A linguagem de programação Pascal tornou-se bastante popular nesta época e os computadores pessoais Apple I e II foram o primeiro sucesso comercial em computação pessoal.

Nos anos 80 a IBM com seu PC e a Apple com o *Macintosh* começaram a decolar no mercado utilizando microprocessadores, principalmente o Intel x86. Apesar de ainda possuírem poder computacional muito reduzido, estes dispositivos equipados com um mouse, um monitor gráfico e uma rede *ethernet* tornaram-se o padrão nos meios acadêmicos e científicos.

Ainda nos anos 80, Jim Blinn introduziu o conceito de mapeamento de texturas e Loren Carpenter começou a explorar os fractais em computadores pessoais. O conceito de radiação para cálculo de iluminação em 3D foi

apresentado por Greenberg na Universidade de Cornell. Os fliperamas invadiram o mercado e o padrão de placas gráficas VGA foi inventado na IBM. As estações gráficas da Silicon Graphics que suportavam desenho de gráficos em tempo real tornaram-se o objeto de desejo para profissionais gráficos da época. A luva virtual, precursora da realidade virtual, foi inventada na NASA.

No início dos anos 90, os computadores já possuíam pelo menos 16MB de memória, monitores gráficos para exibição de cores em 24-bits e possibilidade de rodar algoritmos gráficos 3D como Gouraud shading para coloração de superfícies e z-buffering para remoção de superfícies escondidas. Unix, Silicon Graphics, Windows e Mac eram os sistemas operacionais usados para profissionais gráficos.

O *Mosaic*, primeiro navegador gráfico para a *internet* foi desenvolvido na Universidade de Illinois (NCSA) e o padrão *MPEG* para compressão de vídeo começou a ser propagado. Em 1992 a linguagem *OpenGL* tornou-se o padrão de plataformas gráficas e em 1993 a *internet* ganhou maior popularidade através da *World Wide Web*.

Do meio para o final dos anos 90 os computadores pessoais invadem de vez o mercado e os supercomputadores começam a desaparecer. A Microsoft cresce bastante com seu sistema operacional *Windows* e a Apple após anos de crise começa a retornar com seu *Macintosh*. Novas empresas do mercado de dispositivos gráficos 3D como 3dfx e Nvidia surgem e juntamente com o processador Pentium da Intel tornam os computadores pessoais poderosos a ponto de possibilitar uma nova geração de jogos como *Doom* e *Quake*. A realidade virtual e a linguagem VRML tornam-se importantes áreas de pesquisa.

A partir do ano 2000 os profissionais gráficos passam a ter cada vez melhores computadores pessoais (PCs Intel ou Mac) com memória, disco rígido e processadores capazes de gerar imagens tridimensionais com alto nível de realismo em tempo real. Periféricos como scanners, impressoras laser, câmeras digitais, DVDs e PDAs fazem parte deste contexto e os sistemas *Windows*, *Linux* e *Mac* basicamente dominam o mercado.

Agora que resgatamos como a interação tridimensional chegou até os dias atuais, iremos destacar alguns fundamentos tecnológicos importantes que irão permear nossa discussão ao longo deste trabalho.

2.2. Fundamentos tecnológicos da Interação tridimensional

Ambientes virtuais podem ser classificados como aplicações *Web3D*, que de acordo com Ranon (2004) significa gráficos interativos tridimensionais integrados com multimídia disponibilizados para os usuários através da *internet*. Na *Web3D* o usuário pode interagir com o sistema, navegando, jogando ou, manipulando objetos, tudo isso utilizando a *internet* como canal de conectividade.

A interação tridimensional na *internet* tem sido aplicada em diversos setores, como por exemplo:

- Entretenimento (jogos *online*)
- Ensino a distância (*e-learning*)
- Comunidades virtuais
- Museus virtuais
- Visualizações de produtos (comércio eletrônico)
- Ambientes de arquitetura

O desafio das tecnologias para interação 3D é combinar gráficos interativos tridimensionais e infra-estrutura de *internet* eficiente. Estas são duas áreas de pesquisa onde grande esforço tem sido depositado durante os últimos anos e por este motivo os gráficos interativos 3D têm se tornado cada vez mais populares e acessíveis a baixo custo para os usuários corporativos e domésticos.

A interação tridimensional sugere forte conexão com o campo de estudo da realidade virtual, portanto a seguir vamos discutir um pouco sobre este tema.

2.2.1. Realidade Virtual

A realidade virtual atrai a atenção de muitas pessoas. Frequentemente encontramos matérias e artigos em publicações populares que descrevem equipamentos e programas que permitem que as pessoas fiquem imersas em mundos criados por computador.

De acordo com Winn (1993), a realidade virtual oferece um tipo de experiência muito diferente das que os estudantes normalmente encontram em escolas, por exemplo. Ele destaca que os processos psicológicos que ocorrem durante uma experiência de imersão em realidade virtual são muito semelhantes aqueles que ocorrem quando as pessoas constroem conhecimento através da interação com objetos e eventos no mundo físico.

Segundo Winn (1993), as raízes da realidade virtual, pelo menos em sua concepção mais popular, podem ser rastreadas no desenvolvimento de dispositivos para simulação de vôo de pilotos de jatos de guerra (*Head-mounted displays - HMDs*) e para uso em desenho auxiliado por computador. Nestes dois contextos, o objetivo era inserir o participante em um ambiente que os provesse com apenas as informações necessárias e com as quais eles pudessem interagir. Para isto, eram necessários diversos equipamentos, entre capacetes de realidade virtual para prover os estímulos visuais, dispositivos para monitorar a posição e a altura do corpo dos participantes e transmissores para interpretar os movimentos naturais dos participantes, tais como olhar e apontar.

Para Heim (1993) o termo realidade virtual começou a ser aplicado recentemente de forma mais ampla para incluir aplicações gráficas que permitem usuários passear por ambientes simulados em computadores e interagir com objetos presentes.

Para Winn (1993) a remoção da interface entre o computador e o usuário é uma condição necessária para a realidade virtual. Bricken (1991) ressalta que na realidade virtual o participante “veste o computador”.

Para Gonçalves (2005) apesar de não existir uma definição consensual para realidade virtual e ambientes virtuais, uma distinção tem sido buscada entre os dois conceitos. Ambientes virtuais representam um conceito mais amplo que a realidade virtual, apesar desta última ter surgido inicialmente. O termo ambiente virtual tem sido muito útil para genericamente classificar diferentes níveis de imersão resultantes de novas tecnologias.

Auld (1995) define realidade virtual como uma simulação por computador de um ambiente em que o participante pode interagir. O ambiente pode ser réplica do mundo físico ou imaginário, pode ser representado com texto ou gráficos e existe necessariamente interação entre o participante e o ambiente gerado.

2.2.2.

O que podemos fazer com a interação tridimensional

A interação tridimensional abre oportunidades para construir ambientes virtuais realistas que representem lugares reais ou imaginários e que desta forma permitam:

- Visualizar e manipular objetos em 3D;
- Navegar no espaço 3D e observar o ambiente virtual de qualquer posição desejada;
- Animar e dar características de comportamento aos objetos (ex: físicas);
- Integrar conteúdo 3D a páginas da *internet*;
- Potencialmente representar informações espaciais de forma mais eficiente do que em websites 2D (RANON, 2004);

Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos projetistas de ambientes virtuais está no conteúdo tridimensional ser mais pesado em termos de tamanho de arquivos e conseqüentemente mais lento em tempos de carregamento para o

usuário. Esta característica traz à tona a necessidade de serem desenvolvidos melhores algoritmos de compressão, divulgação e otimização de informações.

Além da questão do peso do conteúdo 3D, os projetistas deste tipo de aplicação também enfrentam dificuldades para encontrar ferramentas de autoria que sejam simples e integradas, ou seja, que permitam sua utilização de forma combinada para atingir um resultado final.

2.3.

Conceitos importantes

Apesar de algumas diferenças de nomenclatura, as tecnologias usadas para interação tridimensional compartilham conceitos básicos.

2.3.1.

Sistema de coordenadas

Assim como um pintor precisa de uma tela para compor seu trabalho, o ponto de partida para um ambiente virtual é um sistema de coordenadas. O sistema de coordenadas é a referência para que o computador possa interpretar e representar elementos gráficos na tela (GALLARDO, 2003).

O sistema de coordenadas mais utilizado é o Cartesiano, desenvolvido pelo matemático e filósofo Rene Descartes, que se baseia em três eixos perpendiculares que podem ser traduzidos em largura, profundidade e altura.

2.3.2.

Geometrias

Para representar objetos do mundo físico nos ambientes virtuais, construímos suas formas em um sistema de coordenadas como o Cartesiano. As formas podem ser construídas a partir de primitivas básicas como pontos, linhas, polígonos, curvas e superfícies. Uma vez definidos, os objetos podem ser transformados em termos de escala, rotação e movimentação.

2.3.3. Iluminação

Iluminação é o processo que determina quanto de luz atinge um objeto e como ela deve ser refletida (GALLARDO, 2003). Ela é influenciada pelas características do material definido para o objeto.

Existem dois conceitos básicos na forma de tratar o relacionamento entre a fonte de luz e os materiais dos objetos. O primeiro chama-se iluminação local e consiste na iluminação diretamente incidente de uma fonte de luz, desconsiderando reflexões entre os objetos presentes no ambiente. O segundo chama-se iluminação global e representa um modelo mais complexo que calcula a iluminação indireta decorrente das reflexões entre objetos presentes no ambiente.

2.3.4. Materiais e sombreamento (shading)

Para se obter um modelo completo de transferência de luz, não basta simular a iluminação direta e suas reflexões, é preciso também simular a forma como a luz afeta o material que cobre a superfície do objeto (GALLARDO, 2003).

O sombreamento ou *shading* consiste em modelos matemáticos que calculam como a superfície do objeto deve ser iluminada e faz com que os objetos virtuais possam ter características particulares como aspecto metálico, plástico ou translúcido.

Phong, Lambert e Blinn são modelos comumente utilizados por programas de animação 3D como *3DS Max, Blender e Maya*. Estes modelos foram batizados com o nome de seus criadores.

2.3.5. Aplicação dos conceitos para o *Second Life*

Os conceitos descritos anteriormente são úteis para o usuário que deseja personalizar ou criar seu próprio conteúdo no *Second Life*. Nele, os fundamentos da construção de objetos estão nas primitivas ou *prims* como são mais conhecidos

pelos participantes. Os *prims* são formas geométricas tridimensionais simples, como cubos, cones e pirâmides e que podem ser modificados e combinados para criar objetos e estruturas diversas, desde uma cadeira até um edifício. Em seguida os participantes podem acrescentar pequenas linhas de código de programação, conhecidos como *scripts*, e adicionar movimento, som ou outras capacidades de animação. Além disso, as texturas, materiais ou outras propriedades dos objetos criados também podem ser modificados.

2.4.

Como criar ambientes virtuais

A primeira opção para criação de ambientes virtuais tridimensionais são as linguagens de programação de código aberto (uso livre). Assim como a linguagem *HTML*, elas são usadas para descrever ambientes tridimensionais através de linhas de código. Estas dificilmente são utilizadas diretamente por designers de conteúdo 3D, porém podem ser livremente incorporadas dentro de *softwares* comerciais ou de uso livre

Entre as principais linguagens de programação de código aberto (uso livre) encontramos a *VRML*, a *X3D* e a *Java3D*.

Outra opção são softwares de animação 3D, que são ferramentas utilizadas no mercado para criação de conteúdo tridimensional não necessariamente interativo (imagens, animações e efeitos especiais). Estes *softwares* exportam seu conteúdo 3D nos padrões *VRML*, *X3D* e *Java3D* e possuem interface adequada para designers de conteúdo 3D.

Exemplos destes *softwares* de animação que geram conteúdo 3D são o 3ds *Max*, o *Maya*, o *Rhinoceros* e o *Blender*.

Uma terceira opção são os *softwares* com tecnologia 3D proprietária, que possuem capacidade própria para exibir conteúdo interativo na *internet* e requerem instalação de *plugin* no navegador *web*. Eles podem importar conteúdo dos *softwares* de animação 3D e oferecem interface adequada para criação e

edição de conteúdo tridimensional e também autoria da interação. Nesta categoria encontramos os softwares *Cult3D*, *Quest3D* e *Virtools*.

2.4.1. VRML

VRML significa *Virtual Reality Modeling Language* e foi a primeira linguagem de programação aberta certificada pela ISO e desenvolvida para construção de ambientes virtuais e de realidade virtual na *internet*. Sua versão 1.0 surgiu em 1995.

Suas premissas na época foram independência de plataforma, ou seja, poder rodar em qualquer computador, flexibilidade para crescimento e habilidade para funcionar com pouca largura de banda.

Assim como a linguagem *HTML* na *internet*, a *VRML* é também uma linguagem de programação que roda através de um navegador *internet* como *internet Explorer*, *Mozilla Firefox* e *Opera*.

A linguagem se baseia no sistema de coordenadas Cartesiana com três dimensões (x, y e z), e utiliza primitivas geométricas básicas como cubos, cones e cilindros para construir seus objetos.

2.4.2. X3D

A sigla *X3D* significa *Extensible 3D Graphics* e representa uma linguagem de programação desenvolvida pelo *Web3D Consortium* para ser sucessora da *VRML*.

X3D é um padrão aberto de programação para construção e distribuição de conteúdo 3D interativo e em tempo real. Ele pode ser usado por diversos tipos de equipamentos em vários sistemas operacionais e integrado com inúmeras aplicações como *CAD*, jogos, ambientes virtuais, simulação médica, etc. (WEB3D CONSORTIUM, 2006).

Os objetivos estratégicos do *Web3D Consortium* foram reduzir a fragmentação na indústria de tecnologias tridimensionais, permitindo a troca de informações entre diferentes aplicações de criação de conteúdo 3D e garantir a durabilidade e a interoperabilidade, provendo um caminho para desenvolvedores levarem dados entre diversas representações e formatos.

2.4.3. Java3D

Java3D é um pacote opcional que amplia a linguagem de programação *Java* desenvolvida pela *Sun Microsystems*. Desta forma, programadores podem utilizar a linguagem *Java* para criar e manipular objetos tridimensionais.

Este pacote oferece para os programadores, funcionalidades para desenvolver aplicações 3D para *Web* ou diretamente para computadores com independência de plataforma.

Java3D utiliza as tecnologias *DirectX* e *OpenGL*, presentes nos principais sistemas operacionais (*Windows*, *Unix*, *Mac*), para processamento da renderização ganhando, desta forma, em performance na geração de gráficos tridimensionais.

Entretanto esta característica torna o *Java3D* relativamente pesado em comparação com as demais tecnologias (LAU et al., 2003).

2.5. Conclusões parciais

Atualmente existem diversas opções de tecnologias para produção e distribuição de ambientes virtuais com interação tridimensional como o *Second Life*. As opções incluem *softwares* livres ou proprietários, e o designer destes ambientes pode também optar por soluções completas ou integrar diferentes programas de computador no processo produtivo.

As tecnologias para interação tridimensional requerem conhecimentos multifuncionais não apenas do designer, mas também de seus usuários, incluindo modelagem tridimensional, animação e fotografia (iluminação).

Apesar do custo cada vez menor e da grande oferta de computadores e acessórios para gráficos tridimensionais, lidar com programas tridimensionais requer maiores tempos de carregamento (*downloads*) se comparado com conteúdos bidimensionais. No entanto, o conteúdo 3D já possui enorme potencial de uso para nichos específicos que podem lidar com maiores tempos de carregamento e requisitos de equipamento.

Por fim, os principais conceitos da interação tridimensional, como coordenadas e geometrias, são extremamente úteis para uma experiência mais completa de personalização e criação de conteúdo no *Second Life*.

2.6.

Referencias Bibliográficas do Capítulo 2

AULD, L. W.S. **Differences Between 3D Computing and Virtual Reality**. VR in the Schools vol. 1 no. 3, 1995.

BRICKEN, M. **Virtual reality learning environments: potentials and challenges**. ACM SIGGRAPH Computer Graphics, 1991.

GALLARDO, A. **3D Lightning: History, Concepts and Techniques**. Charles River Media, 2003.

GONÇALVES, N. **Educational use of 3d virtual environments: primary teachers visiting a Romanesque castle**. Portugal: Recent Research Developments in Learning Technologies, 2005.

HAYES, R. E. **Situated Learning in Virtual Worlds: The Learning Ecology of Second Life**. Adult Education Research Conference. EUA, 2006.

HEIM, M. **The Metaphysics of Virtual Reality**. Oxford University Press, 1993.

LAU, R.W.H. et al. **Emerging Web Graphics Standards and Technologies**. IEEE Computer Society, 2003.

PREECE, J. et al. **Design de Interação: Além da interação Homem-Computador**. Bookman, 2005.

RANON, R. **Web3D Technologies Workgroup**. HCI Lab, University of Udine, 2004. Disponível em: <<http://hcilab.uniud.it/let-web3d>>. Acesso em: 23 mar. 2006.

WINN, W. **A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality**. Washington Technology Center, 1993.