

**Computação Gráfica II**

**Realidade Virtual  
Introdução**

**Márcio Sarroglia Pinho**

Faculdade de Informática – PUCRS

## 1. Introdução

### 1.1 Das interfaces gráficas à realidade virtual

Um dos recentes adventos do desenvolvimento tecnológico, que vem firmando-se, como uma nova área da Computação é o que chamamos realidade virtual [Krueger, 1991].

A realidade virtual vem trazer ao uso do computador um novo paradigma de interface com o usuário. Neste paradigma, o usuário não estará mais em frente ao monitor, mas sim, sentir-se-á “dentro da aplicação” ou do ambiente onde se está desenvolvendo esta aplicação.

Com dispositivos especiais, a realidade virtual busca captar os movimentos do corpo do usuário (em geral braços, pernas, cabeça e olhos) e, a partir destes dados, realizar a interação com a aplicação, sem utilizar os elementos tradicionais das interfaces **WIMP** (“*Window, Icon, Menu, Pointer*”) [Schneiderman, 1998].

A realidade virtual pode ser vista como um salto qualitativo em relação às interfaces gráficas, atualmente em utilização. Com a realidade virtual o usuário percebe a aplicação como um ambiente virtual tridimensional. Esta percepção (ou ilusão) torna-se possível através de dados captados e gerados em dispositivos especiais, como luvas eletrônicas e óculos de imagens estereoscópicas. A interface dentro deste ambiente virtual procura imitar a realidade de um determinado contexto, buscando produzir a sensação de presença neste ambiente, através de uma ilusão gerada por computador.

Esta **sensação de presença** ou **imersão** [Durlach, 1998; Slater 1994], constitui-se na principal característica da realidade virtual. A qualidade desta imersão, ou grau de ilusão, ou quão real esta ilusão parece ser, depende da interatividade e do grau de realismo que o sistema é capaz de proporcionar.

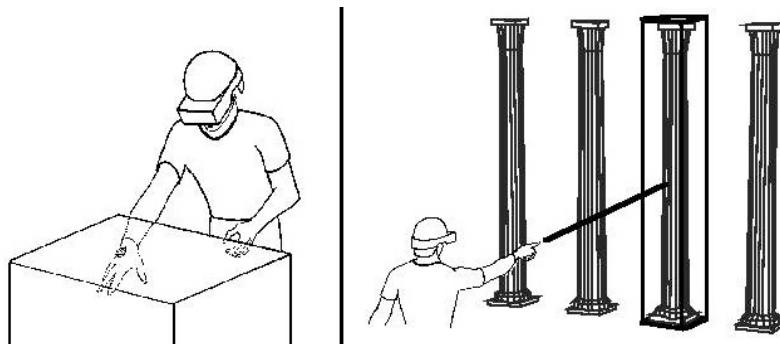
No aspecto interativo, um sistema de realidade virtual deve responder de maneira instantânea, gerando no usuário o sentimento de que a interface é capaz de interpretar e responder a seus comandos rapidamente. O grau de realismo, por sua vez, é dado pela qualidade destas respostas. Quanto mais parecida com uma cena real for uma imagem

apresentada ou um som emitido ao usuário, mais envolvido pelo sistema este usuário ficará.

Em outras palavras, a realidade virtual é uma área que busca criar uma nova forma de interação com o computador. Trata-se de uma nova filosofia de interface com o usuário.

Nesta nova filosofia, conhecida como “**Post-WIMP**” ou “**Non-WIMP**” [Van Dam, 1997], a interface atua com objetivos semelhantes àqueles das interfaces tradicionais já que segue analisando as ações do usuário e gerando respostas em face destas ações. A diferença nas interfaces Non-WIMP está na forma e nos meios usados para captar as ações e gerar as respostas.

Considerando a análise das ações do usuário, uma interface baseada em realidade virtual é semelhante à uma interface tradicional no aspecto de que ambas lêem dados que o usuário produz. Entretanto, numa interface de realidade virtual os periféricos usados para captar as informações procuram expandir o processo de interação libertando-o do plano bidimensional [Bowman, 1998]. Exemplificando, suponhamos uma aplicação onde o usuário deva mover um objeto de um local para outro. Em uma interface tradicional (com mouse) o usuário deverá pegar o objeto, clicando sobre ele, e, movendo o mouse sobre a mesa, poderá colocá-lo em sua nova posição, no plano XY. Para uma movimentação que altere a posição do objeto relativamente ao eixo Z, uma nova forma de entrada de dados deve ser acrescentada. Por outro lado, em uma interface de realidade virtual, na qual o usuário vista uma luva eletrônica que possua sensores de posição e sensores de flexão nos dedos, ele poderá pegar o objeto, curvando seus dedos (ou apontando o objeto) e, movendo a mão no espaço, reposicioná-lo onde desejar (Figura 1.1).



**Figura 1.1 - Usuário movendo objeto tridimensional [Bowman, 1995]**

No que diz respeito à geração de respostas, as interfaces de realidade virtual, assim com as interfaces tradicionais, procuram gerar sensações no usuário. A diferença reside no fato de que as interfaces de realidade virtual buscam, através destas sensações, fazer o usuário acreditar que está interagindo em um ambiente real. Para tanto, os usuários podem ser vestidos com capacetes com visores (Figura 1.2), também conhecidos como **HMDs** (“*Head Mounted Display*”).

Estes visores, em geral um para cada olho, criam para o usuário a sensação de que ele está dentro de um ambiente virtual. Isto é conseguido pela combinação de duas técnicas: (a) exibição de imagens tridimensionais estereoscópicas e (b) monitoramento da posição da cabeça do usuário no espaço. A primeira permite, que sejam produzidas imagens com alto grau de realismo na sensação de profundidade que o usuário tem de um cenário. A segunda permite atualizar continuamente a imagem apresentada, pois se pode saber para onde o usuário está olhando a cada momento. Por exemplo, se estiver em uma sala virtual e olhar para baixo verá o piso, se olhar para cima, verá o teto.

Para melhorar ainda mais ilusão do usuário, podem ser usadas técnicas de som tridimensional [Baldis, 1998] e geração de tato [Burdea, 1996; Bains, 1996; Stipp, 1994 e Sensable, 2000]

**Figura 1.2 - Usuário com um capacete de realidade virtual**

## 2. Definições de realidade virtual

Por ser uma área bastante nova e ainda não consolidada a realidade virtual comporta inúmeras definições. A seguir serão apresentadas algumas delas. Nota-se que certas definições se sobrepõem e outras são até contraditórias, o que é próprio de uma área em consolidação.

A realidade virtual pode ser vista como um novo paradigma de interface, uma técnica avançada para realizar imersão, navegação e interação. Para tanto o computador tem que gerar um ambiente sintético tridimensional (3D) usando canais multisensoriais [Aukstakalnis, 1992, Burdea, 1994, Krueger, 1991], ou seja, não só a visão deve ser usada como forma de interação com o usuário, mas também o som, o tato, e a força aplicada sobre o usuário.

A realidade virtual pode ser considerada como uma ferramenta para visualizar, manipular, explorar, interagir e modificar, através do computador, dados complexos de uma forma natural, muito semelhante ao que se faria no caso da ação sobre o dado real [Kirner, 1997].

A realidade virtual pode ser vista também como a junção de quatro idéias

- Imersão;
- Interação;
- Envolvimento;
- Grau de realismo.

A **imersão** dá o sentimento de se estar dentro do ambiente.

A **interação** define a capacidade do sistema de realidade virtual dar respostas ao usuário. Esta interação depende de 3 fatores:

- Da capacidade do computador para detectar as ações do usuário;
- Da capacidade de modificar o mundo virtual com rapidez;

- Da capacidade reativa do sistema, ou seja, de como o sistema consegue gerar ações sobre os sentidos do usuário.

Neste último item cabe verificar, na análise de um ambiente de realidade virtual, quais são os dispositivos que o usuário pode manipular e qual a gama de ações que estes conseguem captar ou gerar sobre este usuário.

A idéia de **envolvimento** está ligada à capacidade que o sistema de realidade virtual possui de cativar ou engajar o usuário para uma certa atividade. De todos os aspectos envolvidos este é o que está menos vinculado ao aspecto tecnológico, depende isto sim, da criatividade de quem projeta o ambiente. Um exemplo disto são os programas de Multimídia, que muitas vezes, mesmo com toda a parafernália técnica disponível, não conseguem envolver o usuário tanto quanto um bom livro é capaz.

O **grau de realismo** em sistemas de realidade virtual dá a qualidade da integração. Neste item avaliam-se os seguintes aspectos:

- A qualidade das imagens é suficiente para criar a ilusão de que o usuário está vendo algo real?
- A qualidade do som gerado é capaz de iludir o usuário a ponto, por exemplo, de que ele perceba a diferença do som de um carro que passa à sua frente ou às suas costas?
- O tempo de resposta do sistema é suficiente para que haja a sensação de interação com algo real?
- O sistema é capaz de ler as entradas do usuário com rapidez?
- As ações tátteis geradas pelo sistema são suficientemente rápidas e convincentes?

## 2.1 Conceitos associados à realidade virtual

Diversos conceitos, como realidade virtual imersiva e não imersiva, realidade aumentada e telepresença têm uma estreita relação com realidade virtual, e muitas vezes causam confusões em suas definições.

Nesta seção, buscar-se-á definir estes termos a fim de facilitar o entendimento do restante do texto.

### 2.1.1 Realidade virtual imersiva

Os **Sistemas Imersivos** são o que podemos chamar de realidade virtual tradicional. Neles o usuário veste um capacete de realidade virtual, luva, rastreador de posição e fones de ouvido. Com estes equipamentos o usuário é “desligado do mundo real” e passa a visualizar, ouvir e sentir apenas os estímulos gerados por um sistema computacional. As ações do seu corpo são interpretadas como a única forma de entrada dos dados.

### 2.1.2 Realidade virtual não-imersiva

Os sistemas não imersivos são aqueles nos quais o usuário vê o universo virtual por uma tela convencional de computador ou de uma projeção. Nesta classe enquadram-se hoje a grande maioria dos jogos eletrônicos e os sistemas interativos de navegação. O som destes ambientes é produzido por caixas de som colocadas à frente do usuário como as que encontramos nos tradicionais kits multimídia. Alguns destes sistemas já possuem hoje, dispositivos especiais de interação como mouse 3D, luvas eletrônicas e óculos para visão estereoscópica. A leitura dos movimentos do usuário é limitada, na maioria dos casos, apenas à leitura de dispositivos que fornecem a posição de algumas partes do corpo do usuário. Nestes ambientes o usuário deve manter-se olhando para a tela para poder ver o mundo virtual.

Estes sistemas são também conhecidos como “**Fish-tank VR**”, pois o usuário observa o mundo virtual como que olha um aquário, através de um vidro, sem imergir dentro dele, ou **WonW – World on Windows Systems**” quando o usuário vê o mundo virtual através de uma janela na tela do computador [Isdale, 1998].

### 2.1.3 Sistemas de Video mapping

Alguns sistemas de realidade virtual (imersiva ou não) usam uma técnica conhecida como “**Video Mapping**”. Esta técnica concentra-se na interpretação dos movimentos do usuário [Krueger, 1991] sem que este precise usar dispositivos ligados ao

corpo. A idéia nestes sistemas é capturar, através de uma câmera de vídeo, os movimentos do usuário e a seguir interpretá-los, usando processamento de imagens e reconhecimento de padrões. A grande vantagem nesta abordagem é que não é preciso fazer com que o usuário vista nenhum equipamento especial. Entretanto, hoje, o poder de processamento necessário para a interpretação dos gestos ainda está além da capacidade usual dos computadores.

#### 2.1.4 Sistemas de realidade aumentada

Os **Sistemas de Realidade Aumentada** [Bajura, 1995; Bajura, 1992; e Ressler, 1996] fazem uma espécie de “fusão” da imagem de um ambiente real com uma informação gerada por computador. Com sistemas deste tipo é possível, por exemplo, olhar para uma impressora e “ver o seu interior” ou olhar para uma janela e saber suas dimensões.

A idéia é que o sistema de realidade virtual capture a imagem da impressora ou da janela (com uma câmera colocada na cabeça do usuário), faça a fusão desta imagem com a imagem gerada a partir do modelo geométrico do objeto (criado em um programa de CAD) e por fim coloque esta imagem, resultante da fusão, no visor de um óculos que o usuário esteja usando.

Outro uso da realidade aumentada é na consulta de normas técnicas para manutenção. A empresa Boeing, por exemplo, está testando um sistema onde os manuais de seus equipamentos aparecem em um visor acoplado aos óculos do técnico que está realizando o conserto, eliminando assim a necessidade de que ele tire os olhos do equipamento quando precisar fazer uma consulta [Hedberg, 1996].

Dentro dos conceitos de Realidade Aumentada pode-se incluir os novos sistemas de “**wearable computers**” (computadores de vestir) nos quais o usuário carrega junto ao corpo periféricos que o auxiliam em tarefas do dia-a-dia, ampliando sua capacidade de percepção do mundo real. Isto é feito através da sobreposição de anotações (sinais, textos, medidas) a imagens captadas por câmeras de vídeo colocadas sobre a cabeça do usuário.

### 2.1.5 Sistemas de telepresença ou tele-robótica

**Sistemas de telepresença ou teleoperação** são aqueles em que o usuário atua em um ambiente real sem de fato estar presente nele. Uma forma antiga de telepresença é o telefone, quando ouvimos alguém ao telefone é como se nossos ouvidos estivessem em outro lugar, sem que de fato estejam.

A idéia atual de telepresença é que o usuário manipule objetos de um ambiente virtual e estas ações afetem um mundo real. O mundo real é em geral modificado por sistemas mecânicos como robôs ou atuadores.

Muito útil para treinamento ou manipulação de objetos à distância os sistemas de telepresença podem ser esquematizados conforme a Figura 2.1.

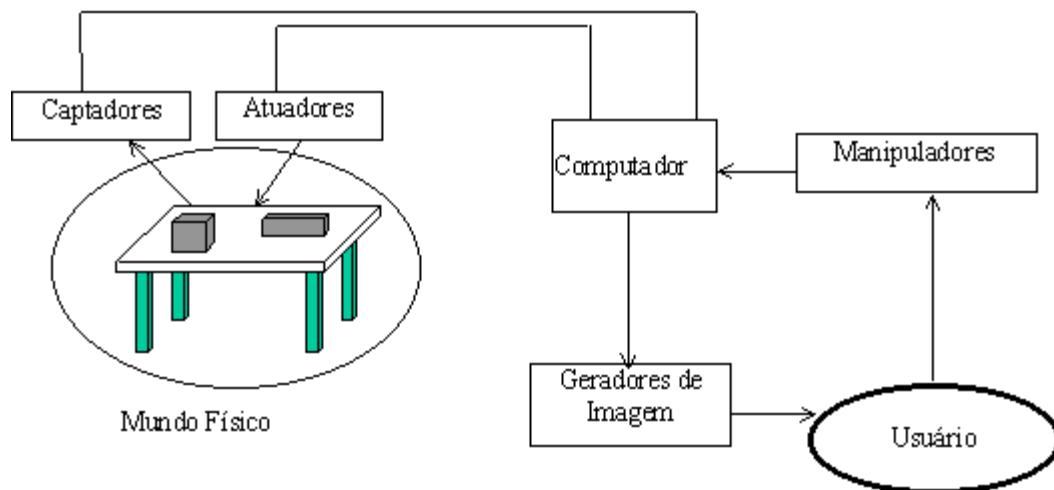


Figura 2.1 - Arquitetura de um Ambiente de Telepresença

No mundo físico são colocados equipamentos capazes de filmar o ambiente e realizar leituras de dados físicos (captadores), bem como robôs (atuadores) capazes de manipular os objetos. Estes captadores ou atuadores são ligados a um sistema de computadores que realizam seu controle.

O usuário veste um óculos capaz de reproduzir a imagem que é captada pela câmera. Na cabeça deste usuário é instalado um rastreador que fornece ao computador sua posição. Esta posição será usada a seguir para reposicionar a câmera no mundo físico. Os manipuladores aos quais o usuário tem acesso são usados para controlar os atuadores

(robôs) no mundo físico. Assim, o usuário pode “passear” por um ambiente físico distante e interagir com ele sem a necessidade de estar presente fisicamente. Em se tratando de pacientes distantes, tem-se a telemedicina [Kay, 1996].

Um dos projetos mais interessantes desenvolvido na área de telerobótica é o projeto **GreenMan**. Projetado por David Smith e Frank Amrogida e construído por Herbert Mummery, todos do **NOSC (Naval Oceans System Center)**, o **GreenMan** (<http://www.nosc.mil/robots/telepres/greenman/greenman.html>) é um robô com dois braços, garras, tronco, pescoço, cabeça e dois olhos (câmeras de vídeo), controlado pelos movimentos do corpo de uma pessoa. Os movimentos são medidos por uma espécie de esqueleto externo colocado no usuário e os ângulos formados nas articulações deste são usados para controlar o robô.

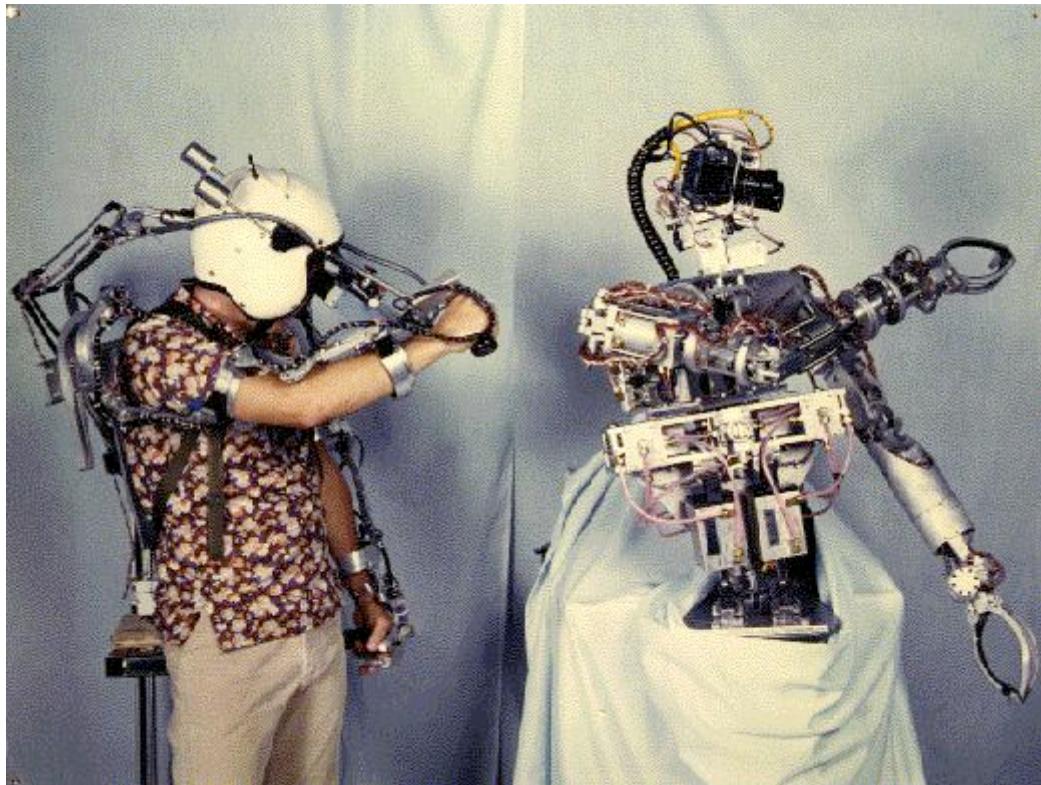


Figura 2.2 - GreenMan

## **2.2 Comparação entre multimídia, computação gráfica e realidade virtual**

Uma questão que surge quando se fala em realidade virtual é sua semelhança ou diferença relação à Multimídia e à Computação Gráfica. Fazendo um quadro comparativo das duas tecnologias, espera-se auxiliar nesta diferenciação.

Na Tabela 2.1, são apresentados alguns elementos comuns às três áreas e a forma de abordagem em cada caso.

Resumidamente o que diferencia a Realidade Virtual da Multimídia é que em realidade virtual os dados apresentados ao usuário (imagens e sons) devem ser gerados em tempo de execução, requerendo assim, uma grande capacidade de processamento. No caso da multimídia estes dados são gerados e armazenados previamente, exigindo uma grande capacidade de armazenamento e de transferência de informações.

Na comparação com a Computação Gráfica, a Realidade Virtual diferencia-se por ter seu foco centrado mais a interatividade entre usuário e aplicação e a sensação de imersão, do que na qualidade visual, principal objetivo da Computação Gráfica. Nos sistemas de realidade virtual a interação é feita através de dispositivos especiais como capacetes, luvas e rastreadores de posição tratando com estes não só de aspectos visuais, mas também tato, som e movimento do usuário.

Tabela 2.1 - Multimídia x realidade virtual

Elemento	Multimídia	Computação Gráfica	Realidade Virtual
<b>Imagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>São usadas imagens geradas previamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Busca-se a melhor visual qualidade possível</li> <li>Em geral são monoscópicas</li> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>As imagens são geradas durante a execução da navegação</li> <li>Devem ser estereoscópicas</li> </ul>
<b>Sons</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>São usados sons gerados previamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não há preocupação com este aspecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os sons podem ser gravados previamente</li> <li>A reprodução deve ser tridimensional</li> </ul>
<b>Formas de Interação com o usuário</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feita com o mouse ou na tela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feita com o mouse ou na tela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usa dispositivos especiais</li> <li>Lê os movimentos de todo o corpo</li> </ul>
<b>Campo de visão do usuário</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restrito à tela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Restrito à tela ou papel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite que o usuário olhe em qualquer direção</li> </ul>
<b>Custo dos periféricos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Já tem um preço acessível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Já tem um preço acessível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ainda estão altos</li> </ul>
<b>Área em disco necessária para as aplicações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grandes arquivos de imagens e de sons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os arquivos não são grandes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os arquivos não são grandes</li> </ul>
<b>Capacidade de processamento necessária</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não é muito grande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>É preciso ter um processador de alto desempenho para ter qualidade e velocidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>É preciso ter um processador de alto desempenho para ter qualidade e velocidade</li> </ul>
<b>Possibilidades de uso via rede (Internet ou Local)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gera muito tráfego devido ao tamanho dos arquivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não há preocupação com este aspecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O tráfego é pequeno</li> </ul>