

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição e apresentação de um caso prático

Jorge A. Trindade

Departamento de Física

Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Guarda

jtrindade@ipg.pt

Carlos Fiolhais

Centro de Física Computacional e Departamento de Física

Universidade de Coimbra

Coimbra

tcarlos@fis.uc.pt

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição
e apresentação de um caso prático

Resumo

Criticado por uns e defendido por outros, o computador tem hoje um lugar de destaque no ensino. Ao longo de duas décadas o seu uso não só se intensificou (nas escolas e nos lares) como também se diversificou (cálculo, aquisição de dados, simulações, multimedia, etc.). Recentemente, com a democratização da "Internet" e o aparecimento no mercado de computadores pessoais com apreciáveis qualidades gráficas, têm-se desenvolvido novas aplicações para o ensino baseadas em "java" e em realidade virtual.

O desenvolvimento de ambientes virtuais tem atraído a atenção quer pelas características desta nova tecnologia, que permitem concretizar alguns princípios pedagógicos, quer pelo aparecimento de hardware de baixo custo e de ferramentas de desenvolvimento de fácil utilização.

Contudo, há um conjunto de características a ter em consideração no desenvolvimento de aplicações. São descritos neste artigo alguns breves aspectos. A descrição será ilustrada através do nosso projecto Água Virtual. Trata-se de um ambiente virtual que está a ser desenvolvido pelo Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra em colaboração com várias instituições nacionais, para alunos do ensino secundário e do ensino superior, e que envolve conceitos de mecânica quântica e de dinâmica molecular.

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição
e apresentação de um caso prático

1. Introdução

A utilização do computador como auxiliar de ensino e de aprendizagem está hoje vulgarizada [Den96]. Apesar de alguma controvérsia nos anos 70, o seu uso tem-se intensificado e diversificado. Popularizado inicialmente como ferramenta de cálculo, ele é hoje usado de formas diversas e complementares: simulação, multimedia, aquisição de dados em tempo real, telemática e, mais recentemente, realidade virtual [FT99].

A realidade virtual (RV) ganhou na presente década alguma notoriedade [BB93]. Para tal contribuíram diversos factores como o aumento das capacidades gráficas dos micro-computadores, o desenvolvimento de interfaces de fácil utilização, o aparecimento de software de desenvolvimento de ambientes virtuais (VRToolkit), e a diminuição dos custos de equipamento. A sua aplicação tem-se intensificado e diversificado em áreas como a indústria e a arte, passando pela arquitectura, comunicação, medicina, entretenimento, investigação científica, educação, etc..

A utilização da RV na educação tem motivado trabalhos em vários países para avaliar as possibilidades desta tecnologia [TF96, Shu99, Wic92]. Alguns exemplos, no domínio das ciências exactas e naturais, são: nos Estados Unidos, o Chemistry World (estudo de átomos e moléculas simples), realizado no Human Interface Technology Laboratory da Universidade de Washington; o NewtonWorld (dinâmica de colisões), o MaxwellWorld (electrostática), e o PaulingWorld (estruturas moleculares complexas), ambos realizados em colaboração entre a Universidade de George Mason (Fairfax) e a Universidade de Houston-Downtown (Texas); o Vicher (reactor virtual para o estudo da engenharia de reacções químicas), realizado na Universidade de Michigan; o Virtual Windtunnel (túnel de vento virtual), realizado pelo NASA Ames Research Center; no Brasil, o Virtual Lab (laboratórios virtuais de Física e de Química), realizado na Universidade Federal de Santa Catarina; em Israel, o Knowmagine (museu virtual de ciência e tecnologia), realizado na Universidade de Tel-Aviv; em Portugal, o Água Virtual (conjunto de cenários de mecânica quântica e de dinâmica molecular para o estudo da água), realizado no quadro de uma colaboração entre o Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra, a Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda, o Exploratório Infante D. Henrique e o Centro de Computação Gráfica.

O projecto Água Virtual pretende aliar a representação gráfica tridimensional imersiva

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição
e apresentação de um caso prático

de alguns conceitos abstractos de mecânica quântica com a modelação da dinâmica molecular da água. Os assuntos abordados no projecto vão desde o estudo da geometria da molécula até à dinâmica das fases líquida e gasosa, passando pela estrutura da fase sólida, pela análise dos modos normais de vibração da molécula de água, pelo estudo da sua densidade electrónica e das suas orbitais moleculares. Este trabalho permite explorar os principais artifícios de um ambiente virtual, desde o Walk-Through (um tipo de interacção na qual o utilizador pode "andar" pelo ambiente virtual), até à simulação de comportamentos específicos de modelos dos cenários.

Um dos factores que mais tem contribuído para o desenvolvimento de aplicações para o ensino foi o aparecimento de VRToolkits relativamente acessíveis, como por exemplo o WorldToolkit (SENSE8™), o VRT (SUPERSCAPE™) e o dVISE (DIVISION™), só para referir os mais utilizados.

Estes, apesar de facilitarem a elaboração de ambientes virtuais, não dispensam alguns conhecimentos muito específicos. Desde o planeamento prévio do ambiente virtual, até à sua programação e avaliação, passando pelos diferentes tipos de modelação (geométrica, física, cinemática e acústica), há uma diversidade de aspectos a ter em consideração [Kal93].

Não existindo, ainda, na literatura trabalhos suficientemente esclarecedores sobre o modo de desenvolver aplicações de RV, este artigo tem por objectivo sistematizar, de uma forma geral, esse tema. A explanação é ilustrada com o projecto Água Virtual.

2. Definição da aplicação a desenvolver

Um ambiente virtual é um cenário gráfico, tridimensional e interactivo gerado por computador.

A sua exploração é feita através de um tipo de sistema de RV e constitui uma extensão das simulações convencionais num ecrã de computador.

Usando hardware específico (luva, capacete, etc.), é possível interagir e manipular elementos desses cenários, numa completa sensação de imersão [TF96]. Assim, a definição clara do ambiente virtual a desenvolver constitui um momento importante no projecto. Aspectos como população alvo de utilizadores e objectivos a alcançar determinam o tipo de sistema de RV a usar bem como as características do ambiente virtual.

No projecto Água Virtual a população alvo são os alunos dos anos terminais do ensino secundário e do primeiro ano do ensino superior. O objectivo principal do trabalho é avaliar a

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição e apresentação de um caso prático

RV como ferramenta auxiliar no ensino e aprendizagem de alguns conceitos de mecânica quântica e mecânica clássica.

Para metodizar o desenvolvimento de uma aplicação de RV, ilustrando o processo convenientemente, podem considerar-se as seguintes etapas:

- Definição dos requisitos do sistema de RV.
- Projecto do sistema.
- Implementação.
- Avaliação.

Cada uma destas fases será explicada e ilustrada de seguida.

2.1 Definição dos requisitos do sistema de RV

Consiste na identificação e descrição dos requisitos do ambiente virtual pretendido. É necessário atender a algumas exigências:

- Especificidade da aplicação, considerando se corresponde ou não a alguma situação real. A escolha dos conteúdos na Água Virtual baseou-se no facto de se tratar de um domínio em que os alunos sentem dificuldades devido ao grau de abstracção exigido. Nos conteúdos relativos à mecânica quântica é dada particular ênfase à visualização tridimensional, constituindo este ambiente um exemplo de Walk-Through. No caso da dinâmica molecular conjugam-se algoritmos de simulação molecular com a respectiva representação gráfica tridimensional.
- Acções do utilizador, analisando o seu envolvimento nas várias tarefas e a sua interacção com o ambiente virtual. Na dinâmica molecular estão previstas interacções do utilizador com os modelos das várias fases da água.
- Funcionalidade do ambiente virtual, relativamente aos requisitos comuns a todas as aplicações de RV: imersão, interactividade e manipulação. A utilização de um capacete de visualização permite que as únicas sensações provenham do ambiente virtual, ao passo que através de uma luva de dados é possível pegar, arrastar e mesmo alterar a forma de objectos que estejam devidamente programados.

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição e apresentação de um caso prático

2.2 Projecto do sistema

Consiste na especificação da configuração mínima do sistema de RV necessário. Deve especificar-se claramente [Stu96]:

- O hardware que receberá as instruções do utilizador e as transformará em acções no ambiente virtual (capacetes, luvas, sensores de posição, câmaras de vídeo, microfone, etc.). Na Água Virtual é usado um capacete de visualização, uma luva de dados com 18 sensores e um sensor electromagnético com dois receptores.
- O hardware que transformará as respostas dos modelos em informação compreensível para o utilizador (dispositivos de tacto e força, dispositivos visuais, headphones, etc.). O equipamento descrito no ponto anterior é complementado com o sistema Cybertouch. Trata-se de um conjunto de 6 vibradores, um para cada dedo e outro para a palma da mão, que podem ser programados por forma a transmitirem algum feedback ao utilizador.
- Software de desenvolvimento. Um software que atenda aos requisitos da RV deve ser interactivo, de navegação, de interacção, e autónomo permitindo o uso de scripting (possibilidade de incorporar blocos de código) e a integração com multimedia. O WorldToolkit, o software utilizado para desenvolver o projecto Água Virtual (Figura 1), é um bom exemplo [Wor]. É constituído por uma biblioteca com um grande número de funções escritas em C, sendo independente do hardware. Assim, pode ser executado em diferentes plataformas, desde computadores pessoais até workstations. Uma grande vantagem desta portabilidade e flexibilidade é que o desenvolvimento pode ser feito em plataformas de baixo custo e, mais tarde, transferido para máquinas de maior desempenho.

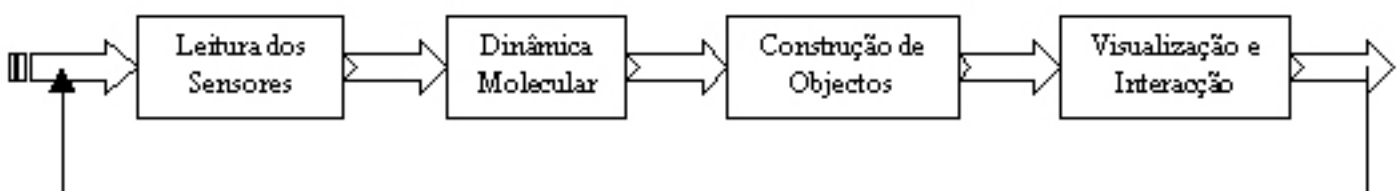


Figura 1 - Ciclo de simulação da Água Virtual usando o WorldToolkit.

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição
e apresentação de um caso prático

- Os modelos necessários e comportamentos esperados. Os objectos deverão ser definidos tendo em atenção a sua aparência (geometria, tamanho, escala, cor e textura) e comportamentos. À excepção dos modelos da dinâmica molecular, na Água Virtual, baseados em simulações, os modelos são estáticos. Em relação à geometria da molécula o problema foi de fácil solução, por se terem utilizado ferramentas que geravam automaticamente os modelos necessários.

- Plataforma de desenvolvimento. Diz respeito ao sistema computacional necessário para desenvolver a aplicação. Um sistema típico é constituído pelos seguintes componentes: computadores com placas de aceleração gráfica ou estações de trabalho, biblioteca WorldToolkit, compilador C, software para modelização geométrica tridimensional, e para captura e edição de imagens.

2.3 Implementação

As principais actividades compreendidas nesta fase são:

- Obtenção e preparação de modelos. Podem ser obtidos de diferentes modos sendo os mais comuns conseguidos através de software de modelação tridimensional. Para o desenvolvimento dos modelos da mecânica quântica foram utilizadas ferramentas disponibilizadas na "Internet": o PC Gamess [Gam], que permitiu a realização de cálculos relacionados com a geometria da molécula (nomeadamente a optimização da geometria, densidade electrónica, etc.) e o Molden [Mol], uma ferramenta para a visualização de modelos e orbitais moleculares (Figura 2). Para os cenários da dinâmica foi utilizado software comercial (Mathcad, 3D Studio Max e Autocad), principalmente para tratamento de modelos e respectiva optimização geométrica, e ainda o Visual C⁺⁺ para implementar o algoritmo de dinâmica molecular (Figura 3).

- Programação do ambiente virtual. Esta etapa consiste na criação propriamente dita do ambiente virtual. É nesta fase que os objectos são incorporados ao ambiente, assim como os pontos de vista, a luz que iluminará o ambiente, os sensores, a animação, etc. A estrutura geral é apresentada na Figura 4.

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição
e apresentação de um caso prático

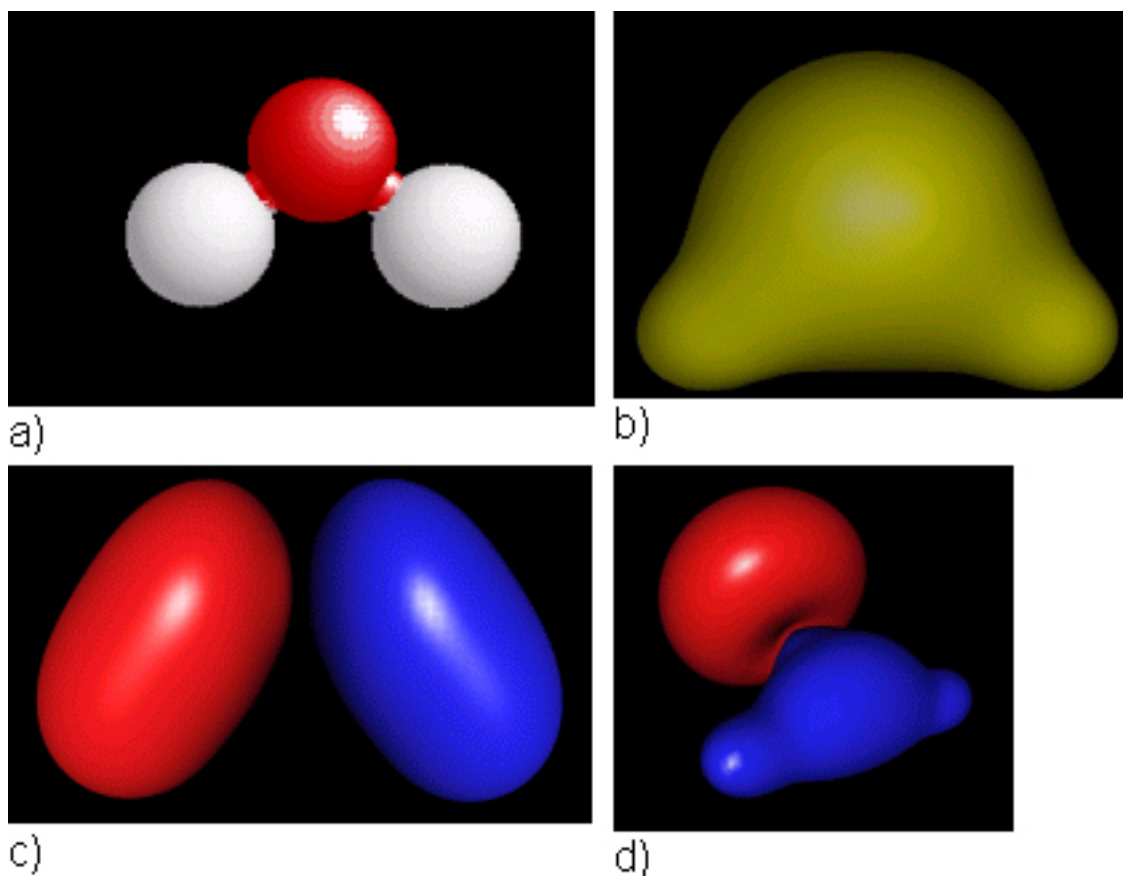
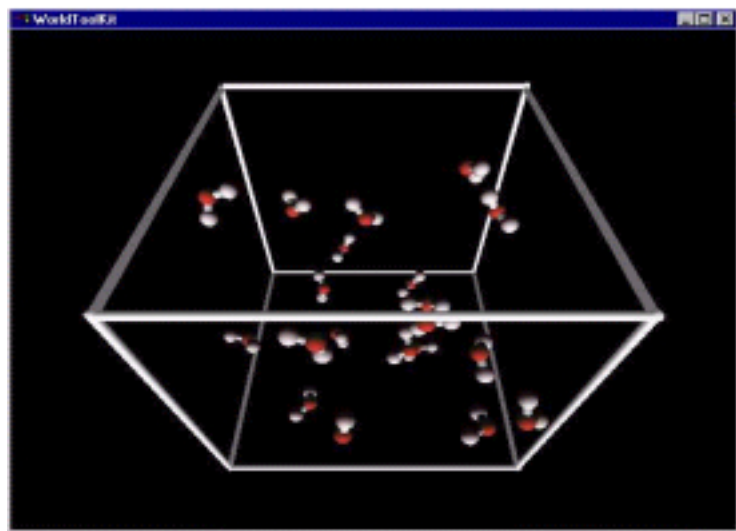
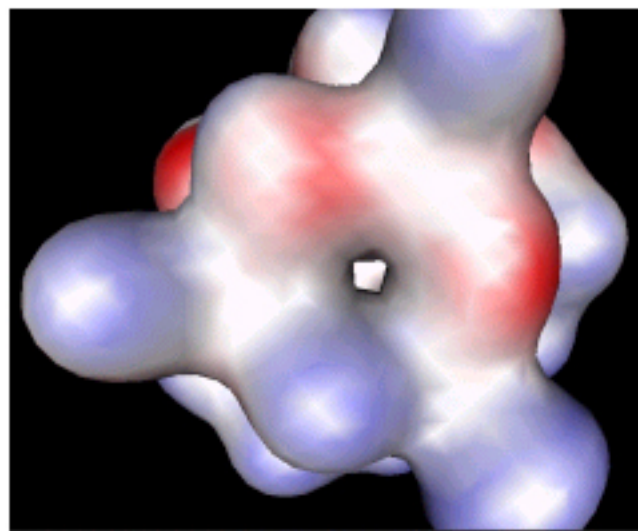


Figure 2 - Alguns modelos tridimensionais do cenário de mecânica quântica da Água Virtual: a) representação em ball-and-stick da geometria da molécula de água; b) representação de uma superfície de igual densidade da molécula de água; c) e d) representação das terceira e quarta orbitais moleculares da água, respectivamente. Os modelos foram obtidos com o PC Gamess e o Molden.

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição e apresentação de um caso prático



a)



b)

Figure 3 - Duas imagens do cenário de dinâmica molecular da Água Virtual: a) a fase gasosa, com o modelo ball-and-stick da água, mostrando 20 moléculas numa caixa; b) a fase sólida, com o mesmo número de moléculas, mas com a representação da densidade electrónica. Estes modelos foram criados usando o mesmo software da Figura 2, tendo-se usado o Visual C++ para implementar do algoritmo de dinâmica molecular.

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição e apresentação de um caso prático

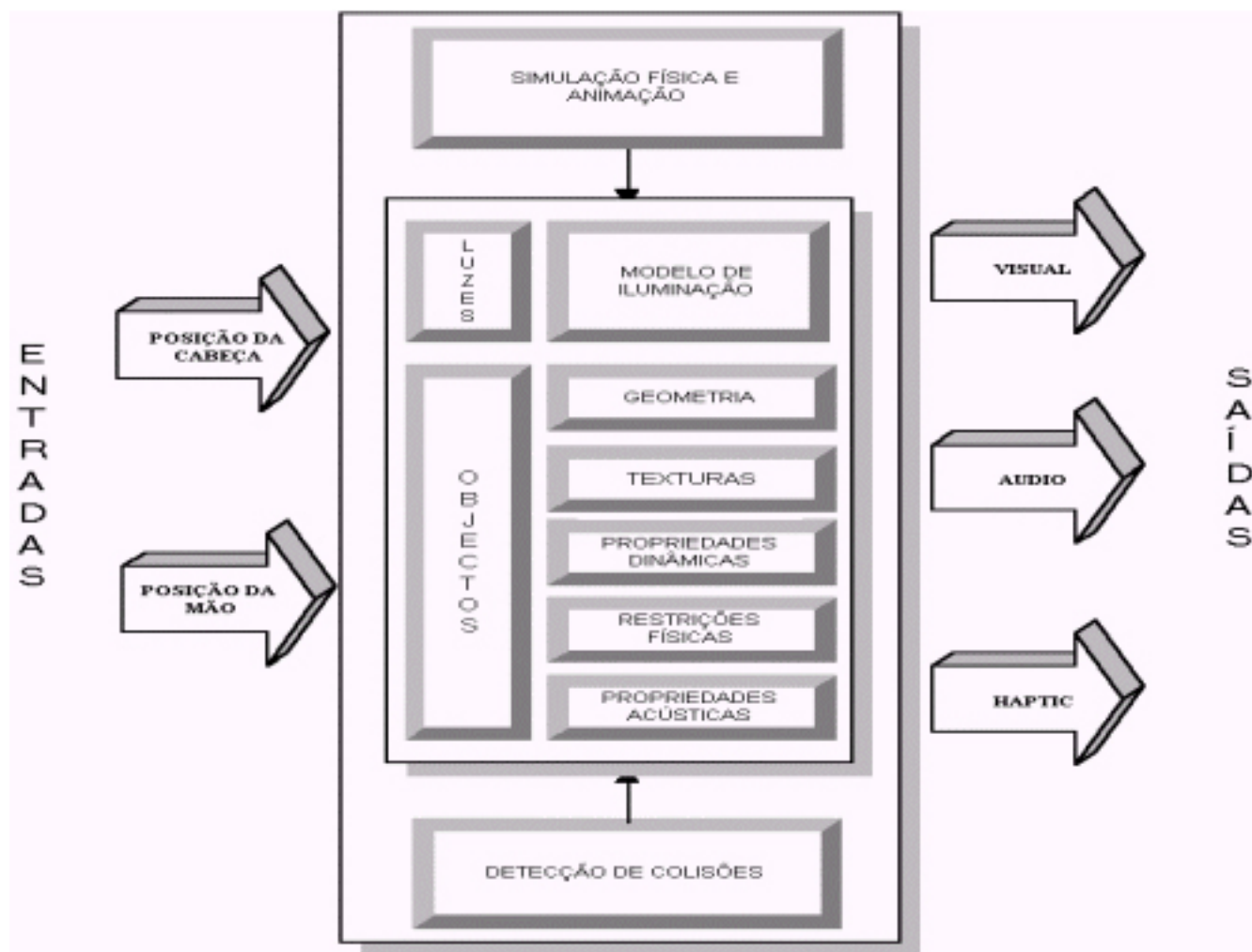


Figura 4 - Modelo geral de desenvolvimento de uma aplicação de RV [Som94].

2.4 Avaliação

Esta derradeira fase do desenvolvimento de uma aplicação de RV consiste num teste à sua funcionalidade. A avaliação integral do projecto Água Virtual (envolvendo alunos) ainda não foi realizada. Apenas tem sido feita de modo informal através das pessoas ligadas à equipa de trabalho e outras pessoas interessadas.

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição
e apresentação de um caso prático

Conclusões

É crescente o interesse pelo desenvolvimento de aplicações de RV para o ensino. Foi aqui descrito o processo geral de desenvolvimento de um ambiente virtual. As várias etapas foram ilustradas com o projecto Água Virtual.

Ainda não existem resultados da avaliação do projecto pelo facto do trabalho estar em fase de desenvolvimento.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Victor Gil pelas suas sugestões para a implementação do projecto Água Virtual, e ao Prof. Dr. José Carlos Teixeira pelas facilidades concedidas. Agradecem também a André Dias pela colaboração prestada no desenvolvimento do algoritmo da dinâmica molecular.

Concepção de Ambientes Virtuais: descrição
e apresentação de um caso prático

Referências

[BB93] Bricken, M. and Byrne, C. (1993). Summer students in virtual reality. In Wexelblat, A. (Ed.), Virtual Reality: Applications and Exploration, pages 199-218, New York: Academic Press.

[Den96] Dengler, R. (1996). Computers in Physics education - general aspects and examples of hardware and software. In Oblak S. et al. (ed) Proceedings of New Ways of Teaching Physics, GIREP/ICPE, International Conference, Ljubljana, Slovenia.

[FT99] Fiolhais, C. and Trindade, J. (1999). Use of Computers in Physics education. Proceedings of the "Euroconference'98 – New Technologies for Higher Education". Univ. Aveiro: ed. A. Ferrari, Aveiro.

[Gam] 'PC Gamess', a program for ab initio quantum chemistry, written by Alex. A. Granovski, Moscow State University.

[Kal93] Kalawsky, R. (1993). The Science of Virtual Reality and Virtual Environments. A Technical, Scientific and Engineering Reference on Virtual Environments. Addison-Wesley Publishing Company.

[Mol] 'Molden', a package for displaying MOLEcular DENsity, written by G. Schaftenaar, CAOS/CAM Center Nijmegen, Toernooiveld, Nijmegen, The Netherlands.

[Shu99] Shulman, S. (1999). Virtual reality goes to scholl. Computer Graphics World, March, p. 38-44.

[Som94] Sommerville, I. (1994). Software Engineering, Fourth Ed., Addison-Wesley, Reading, MA.

[Stu96] Stuart, R. (1996). The Design of Virtual Environments, McGraw-Hill, Fairfield, Pennsylvania.

[TF96] Trindade, J. e Fiolhais, C. (1996). A realidade virtual no ensino e na aprendizagem da Física e da Química. Gazeta da Física **19**, pages 11-15.

[Wic92] Wickens, C. (1992). Virtual Reality and Education. Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 1, pages 842-847, New York: IEEE Press.

[Wor] 'WorldToolkit Reference Manual' (1996). Sense8 Corp, Release 6, Mill Valley, CA.