

Hesli de Araujo Carvalho

Realidade Virtual em educação: um estudo da situação brasileira

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências da disciplina Projeto Orientado para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador
Bruno Oliveira Schneider

Lavras
Minas Gerais - Brasil
2002

Hesli de Araujo Carvalho

Realidade Virtual em educação: um estudo da situação brasileira

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências da disciplina Projeto Orientado para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em 26 de março de 2002

José Monserrat Neto

Rêmulo Maia Alves

Bruno Oliveira Schneider
(Orientador)

Lavras
Minas Gerais - Brasil

“Eu sou do tamanho do que vejo e não do tamanho de minha altura.”
Fernando Pessoa

*Aos meus pais, José e Maria pelo
amor e dedicação,
a minha família e amigos
pelo apoio.*

Agradecimentos

Agradeço aos meus amigos da Computação pelos anos mais felizes da minha vida.

Ao meu orientador Bruno Schneider, pela paciência e dedicação durante a orientação deste trabalho.

E a Sabrina, Carol, Vanessa e Maria Carolina por terem me hospedado em Lavras.

Resumo

A educação tradicional está sofrendo mudanças decorrentes da introdução de novas tecnologias na nossa sociedade, umas destas tecnologias é a Realidade Virtual. Este projeto apresenta a Realidade Virtual, seus conceitos e, principalmete, o seu uso na educação. Foi realizada uma pesquisa pela Internet para nos dar um panorama da utilização da Realidade Virtual em educação no Brasil. Como exemplo temos o projeto Museu Virtual, que trata da Realidade Virtual em uma escola pública.

Sumário

1	Introdução	1
2	A relação entre a informática e educação	3
2.1	A importância da informática nos dias atuais	3
2.2	As interfaces entre o homem e o computador	4
2.3	Diferentes usos do computador na educação	5
2.4	Avaliação do uso dos computadores no processo de ensino e aprendizagem	6
2.5	A informática na educação no Brasil	7
2.6	Comentários Finais	9
3	Realidade Virtual	11
3.1	Introdução	11
3.2	Histórico da Realidade Virtual	12
3.3	Caracterização da Realidade Virtual	14
3.4	Realidade Virtual Imersiva e Não Imersiva	16
4	A Realidade Virtual na educação	19
4.1	Introdução	19
4.2	Motivações e benefícios do uso da Realidade Virtual na educação .	20
4.3	Justificativas teóricas para o uso da Realidade Virtual na educação	21
4.4	Limitações da Realidade Virtual	22
4.5	Experiências do uso de Realidade Virtual aplicada ao processo de aprendizagem	23
4.6	A Realidade Virtual no ensino formal	25
4.7	Realidade Virtual na Educação à Distância	26

5	Realidade Virtual em educação no Brasil	29
5.1	Metodologia da pesquisa	29
5.2	Relato das Atividades	30
5.3	Dados da pesquisa	34
5.4	Estudo de caso: museuVirtual	36
6	Conclusões	41
A	Dispositivos de Realidade Virtual	49
A.1	Requisitos de Hardware para um Sistema de RV	49
A.2	Dispositivos Visuais	50
A.2.1	Visores <i>desktop</i>	50
A.2.2	HMD's	50
A.2.3	AMD's	51
A.3	Sistemas de Rastreamento	52
A.3.1	Eletromagnético	52
A.4	Dispositivos de entrada	53
A.5	<i>Sound Systems</i>	54
A.6	Dispositivos Físicos	54
A.6.1	<i>Feedback Tátil</i>	55
A.6.2	<i>Feedback Força</i>	55

Lista de Figuras

2.1	O ensino através do computador permite dois tipos de abordagens: na primeira o computador “ensina” o aluno, já na segunda ocorre o contrário.	5
3.1	O simulador de vôo da Boeing 777 considerado a mais sofisticada aplicação de RV, fonte [Hos01].	13
3.2	Anúncio do Sensorama de Morton Heilig (1956), fonte [Hos01].	13
3.3	Exemplo de Realidade Virtual Imersiva: uma sala de projeção.	16
3.4	Exemplo de Realidade Virtual Não Imersiva, apesar da utilização de óculos de RV a imersão fica restrita ao monitor, o grau de imersão é bem menor, fonte [Hos01].	17
5.1	Alunos na sala 3D do COC Unidade Riberânia, fonte [COC01].	33
5.2	Gráfico da pesquisa realizada com as porcentagens de e-mails respondidos, não respondidos e enviados.	35
5.3	Gráfico da pesquisa realizada com a divisão dos e-mails enviados em grupos.	35
5.4	Um grupo de estudantes trabalhando com o kit de robótica, fonte [Vir01].	37
A.1	(a) HMD desenvolvido na primeira geração de HMD’s da NASA. (b) HMD sendo utilizado para imersão no mundo virtual. Sensores captam os movimentos da cabeça do usuário permitindo que o computador gere a imagem apropriada, fonte [CSF01] e [Hos01].	51
A.2	<i>MIT’S Glove</i> , com um rastreador magnético fixado no centro da palma da luva, fonte [CSF01].	53

A.3	(a) <i>PinchGloves</i> : luva pintada com tinta condutora sobre um substrato flexível, (b) <i>Dataglove</i> de Thomas Zimmerman: luva de dados desenvolvida em 1976 na Universidade de <i>Illinois</i> baseada no uso de tubos flexíveis e fotocélulas, fonte [Hos01].	54
A.4	Exemplo de sistema de <i>feedback</i> de força para mão e braço. O usuário pode “sentir” o peso e o cabo do martelo, enquanto um braço mecânico executa a mesma ação com o martelo real, fonte [CSF01].	56

Lista de Tabelas

4.1	Comparação entre fotografias e RV: Grupo 1	24
4.2	Comparação entre fotografias e RV: Grupo 2	24

Capítulo 1

Introdução

A Realidade Virtual foi inicialmente impulsionada pela indústria (simuladores) e pelo entretenimento (jogos eletrônicos) e geralmente associada a este último. A Realidade Virtual possui, no entanto, um grande potencial educativo e, desde que corretamente utilizada, torna-se uma ferramenta de ensino e aprendizagem versátil e de grande eficácia. Como em muitos outros domínios inovação não significa, necessariamente, substituição do antigo pelo novo, e a Realidade Virtual veio para complementar às tecnologias já existentes [Cam01] [Cin01].

Da mesma forma que a informática por si só não resolve as questões pendentes da sociedade, a Realidade Virtual também não constitui uma panacéia para resolver todos os problemas do sistema de ensino e do cotidiano escolar.

O uso da Realidade Virtual na educação é uma idéia bem recente, entretanto o interesse nesta área está aumentando rapidamente. Um crescente número de professores em todo mundo já estão adotando este novo meio e explorando modos de usá-lo para melhorar o ensino nas escolas.

No Brasil, o reconhecimento da informática como um meio poderoso para alterar os indicadores educacionais que colocam o país como um dos últimos no ranking dos sistemas educacionais da América Latina, ainda é recente [SAS01]. Somente a partir de meados dos anos 80, a informática ultrapassou, de fato, os muros da universidade e passou a ocupar espaço na agenda dos governos. Isto se deve ao fato de que os gastos com a informática são altos e há grande deficiência de recursos humanos especializados para trabalhar nesta área.

O objetivo deste projeto é verificar a utilização da Realidade Virtual em educação no Brasil nos últimos anos. Além de mostrar as vantagens do uso desta tecnologia na educação.

O material disponível sobre o assunto, em sua maioria, é somente teórico por isso é de grande importância ressaltar a existência de escolas, professores ou projetos educacionais que utilizam esta tecnologia e os resultados práticos obtidos pelos mesmos para podermos comparar os estudos teóricos com estes resultados práticos relatados no contexto de nosso país.

Este projeto está dividido da seguinte forma: o Capítulo 2 aborda a importância da informática nos dias de hoje a mudança que ocorreu nas interfaces entre o computador e o homem. O Capítulo 3 apresenta o uso dos computadores no ensino e uma avaliação dos mesmos no processo de aprendizagem. No Capítulo 4 é apresentado os principais conceitos de Realidade Virtual. O Capítulo 5 aborda a utilização da Realidade Virtual na educação, as limitações e os benefícios que esta tecnologia proporciona para o ensino. O Capítulo 6 apresenta a pesquisa realizada sobre a Realidade Virtual em educação no Brasil e os resultados obtidos. E por fim, no Capítulo 7, as principais conclusões deste projeto.

Capítulo 2

A relação entre a informática e educação

2.1 A importância da informática nos dias atuais

É incontestável a importância que a informática assumiu nos dias de hoje. A velocidade com que os equipamentos eletrônicos avançaram não era esperada pela humanidade de alguns anos atrás. Em 1949 a *Popular Mechanics*, prevendo a evolução da ciência disse que “*no futuro, os computadores não pesarão mais do que 1,5 tonelada*”. Bill Gates, em 1981, em uma entrevista concedida a um jornalista americano, disse que “*640k é suficiente para qualquer um*”, quando se referia à necessidade de expansão dos produtos computacionais. Hoje poucas pessoas se aventuram em fazer previsões sobre a evolução tecnológica.

A informática passou a ser um dos bens mais disputados pelos diversos países que buscam assegurar o seu lugar no contexto sócio-político mundial. É muito difícil de imaginar uma sociedade moderna sem computadores. Todos tiveram que se adaptar: das empresas até os lares das pessoas, onde os computadores passaram a fazer parte do cotidiano.

Num processo de globalização, sabe-se que a humanidade precisa vencer alguns desafios que caracterizam esta nova fase na qual “ter poder” significa “ter domínio sobre informações” [Luz01]. A maneira mais natural de cada indivíduo construir o seu conhecimento passa pela busca, acesso, seleção e aplicação das informações.

Com toda esta mudança parece ser evidente que as escolas precisam ser equipadas com recursos tecnológicos, como por exemplo, os computadores. Hoje já é

aceito que as novas tecnologias de informação e comunicação podem potencializar a mudança do processo de ensino e de aprendizagem e que, os resultados promissores em termos de avanços educacionais relacionam-se diretamente com a idéia do uso da tecnologia a serviço do desenvolvimento da criatividade, da autocrítica, da autonomia e da liberdade responsável.

No entanto, investir em novos recursos tecnológicos não qualifica a escola no sentido pleno do seu papel. É preciso construir e reconstruir novos padrões de comportamento, através da compreensão do sentido da introdução desses equipamentos na escola. Para maiores informações ver [Luz01] e [Alm01].

2.2 As interfaces entre o homem e o computador

Segundo [DVK01], as interfaces entre o homem e o computador também acompanharam este ritmo de crescimento tecnológico sendo que, atualmente, o uso de imagens vem ganhando prestígio por fornecer uma maneira mais natural de interação com o computador.

Desde a era inicial da computação, até os dias atuais, as interfaces podem ser classificadas em 4 gerações de estilo [Sil97]. A primeira geração, anos 50 a 60, foi caracterizada pelo uso de cartões perfurados, sendo que a interface com o usuário praticamente não existia. Em seguida, anos 60 a 80, surge a segunda geração de interfaces, cuja interação dava-se através de um monitor monocromático e um teclado alfanumérico. Nesse monitor, eram mostradas as linhas de comandos, que o usuário digitava no prompt de sistemas operacionais, tais como DOS ou UNIX.

A partir dos anos 80 até os dias de hoje, predomina a terceira geração de interface. Tal interface, chamada WIMP (*Windows, Icons, Menus, Pointer Devices*), oferece ao usuário múltiplos canais de entrada de dados para acesso e controle de múltiplas janelas, combinando texto com imagens, som, vídeo e comunicação remota.

Observando a evolução dessas três últimas gerações de interfaces, nota-se que a tecnologia vem sendo empregada no sentido de tornar mais fácil e natural a interação entre usuário e computador. Como continuação dessa tendência, já é possível perceber o surgimento de uma quarta geração de interface batizada por alguns autores [Dam97] como interfaces pós-WIMP. Entre as principais características dessas interfaces, destacam-se: a capacidade de reconhecimento da fala e, principalmente, o emprego de técnicas de Realidade Virtual. De uma maneira bem simplificada, ela é uma forma mais avançada de interface do usuário com o computador. No Capítulo 4 a Realidade Virtual será tratado com mais detalhes.

Tais técnicas permitem ao usuário interagir com as informações fornecidas pelo computador através de um ambiente gráfico tridimensional (ambiente virtual). A Realidade Virtual será apresentada de forma mais detalhada no Capítulo 3.

2.3 Diferentes usos do computador na educação

No ensino de computação o computador é usado como objeto de estudo, ou seja, o aluno usa o computador para adquirir conceitos, como princípios de funcionamento do computador, noções de programação e implicações sociais do computador na sociedade. Certamente esse não é o enfoque da informática educativa. O ensino do computador implica que o aluno, através da máquina, possa adquirir conceitos sobre praticamente qualquer domínio. Existem diversas abordagens sobre a relação informática e educação. Uma destas abordagens trata da existência de dois pólos, como mostra a Figura 2.1.



Figura 2.1: O ensino através do computador permite dois tipos de abordagens: na primeira o computador “ensina” o aluno, já na segunda ocorre o contrário.

Conforme [Val01], esses pólos contêm os mesmo componentes: computador, *software*, aluno, porém o que estabelece a polaridade é a maneira como estes componentes são usados. Num lado, os computadores, através do *software*, ensinam o aluno. Enquanto no outro, o aluno, através do *software*, “ensina” o computador.

Quando o computador ensina o aluno o computador assume o papel de máquina de ensinar e a abordagem educacional é a instrução auxiliada por computador. Essa abordagem tem suas raízes nos métodos de instrução programada tradicio-

nais, porém, ao invés do papel ou do livro, é usado o computador. Os *software* que implementam essa abordagem podem ser divididos em duas categorias [Val01]: tutoriais e exercício-e-prática. Um outro tipo de *software* que ensina são os jogos educacionais e a simulação. Nesse caso, a pedagogia utilizada é a exploração autodirigida ao invés da instrução explícita e direta.

No outro pólo, para o aprendiz “ensinar” o computador o *software* é uma linguagem computacional tipo *Basic*, *Logo* ou um mundo virtual; ou mesmo um processador de texto, que permite ao aprendiz representar suas idéias segundo esses programas.

2.4 Avaliação do uso dos computadores no processo de ensino e aprendizagem

Como comentado em [Fró01], a utilização dos computadores em nossa sociedade pode interferir de várias maneiras e em diversos ambientes:

“A interferência da tecnologia em nosso cotidiano caracteriza uma contribuição que ocorre naturalmente, mesmo que não estejamos dando conta disso. Trata-se de um processo, que está mudando, entre outras coisas, o que chamamos tradicionalmente de “ensino”. Hoje, aprende-se não apenas no prédio físico da escola, mas em casa, no escritório de trabalho, em qualquer lugar onde se possa ter acesso às informações. Da mesma forma como a criatividade do homem gera novas ferramentas tecnológicas, e modifica constantemente os instrumentos que inventa, existe um efeito inverso: a tecnologia modifica a expressão criativa do homem, modificando sua forma de adquirir conhecimento, interferindo assim em sua cognição.”

Geralmente encontramos nas escolas um modelo instrucional tradicional, onde privilegia-se a produção em série com pouca flexibilidade. Este modelo instrucional não respeita as particularidades de cada aluno sendo que a única fonte de conhecimento é o professor.

Conforme [Kel01], diante do computador o aluno e o professor são pesquisadores. O professor procura quais são as disponibilidades que a máquina apresenta ao usuário. O aluno procura a solução dos seus problemas e, assim fazendo, constrói o próprio pensamento. O professor deixa o papel de centralizador do conhecimento e assume o de direcionador, induzindo seus alunos a construir seus próprios mecanismos de aprendizado.

Uma das grandes vantagens do uso do computador no ensino é o fato de o aluno ter a possibilidade de dirigir o seu próprio aprendizado em qualquer momento ou lugar, repetindo incessantemente as mesmas lições de acordo com seu interesse. Permite, também, uma apresentação interessante do conteúdo aliando textos, gráficos, sons e animações.

A utilização de computadores no ensino e aprendizagem tem sido motivo de investigações nas mais diversas áreas. Existem pesquisas relacionadas a “quando”, “como” e “onde” usar esta tecnologia no meio educacional. Como citado em [Cin01]:

“A questão de “quando” está relacionada em estabelecer critérios para subsidiar decisões a respeito do momento mais apropriado de utilizar esta tecnologia no processo instrucional. Hoje os computadores estão sendo utilizados nas escolas primárias, secundárias e nas universidades. Também faz parte da educação informal, onde os indivíduos trocam informações e experiências no cotidiano de suas vidas de forma muita vezes involuntárias, tais como: no trabalho, comércio, etc.

Como utilizar os computadores no meio educativo, talvez seja hoje a questão mais debatida e enfocada. Existem várias maneiras de “como” utilizar os computadores na educação. Hoje se fala muito em “construtivismo” e até mesmo no “construcionismo” proposto por Papert. Para muitos, a forma que os computadores podem vir a ser utilizados no processo educacional pode mudar os paradigmas atuais.

O computador pode ser usado nos mais diversos ambientes, tornando a questão de “onde” usar apenas uma consequência de sua versatilidade. O computador faz parte da vida da maioria das pessoas de forma direta ou indireta. Isto cria um círculo onde sua influência gera uma demanda maior de uso que por sua vez cria novas demandas.”

2.5 A informática na educação no Brasil

A história da informática na educação no Brasil data de quase 30 anos. Nasceu no início dos anos 70 a partir de algumas experiências na UFRJ, UFRGS e UNICAMP [VA01]. Nos anos 80 se estabeleceu através de diversas atividades que permitiram que essa área hoje tenha uma identidade própria, raízes sólidas e relativa maturidade. Apesar dos fortes apelos da mídia e das qualidades inerentes

ao computador, sua disseminação nas escolas está hoje muito aquém do que se anunciava e se desejava.

Uma dessas atividades foi a implantação do “*Programa Brasileiro de informática na educação*” [And01] que iniciou-se com o primeiro e o segundo Seminário Nacional de Informática em Educação, realizados respectivamente na Universidade de Brasília em 1981 e na Universidade Federal da Bahia em 1982. Esses seminários estabeleceram um programa de atuação que originou o EDUCOM [And01] e uma sistemática de trabalho diferente de quaisquer outros programas educacionais iniciados pelo MEC. No caso da informática na educação, as decisões e as propostas nunca foram totalmente centralizadas no MEC. Portanto, a primeira grande diferença do programa brasileiro em relação aos outros países, como França e Estados Unidos, é a questão da descentralização das políticas. No Brasil, as políticas de implantação e desenvolvimento não são produto somente de decisões governamentais, como na França, nem consequência direta do mercado como nos Estados Unidos.

A segunda diferença entre o programa brasileiro, o da França e o dos Estados Unidos é a questão da fundamentação das políticas e propostas pedagógicas da informática na educação. Desde o início do programa, a decisão da comunidade de pesquisadores foi a de que as políticas a serem implantadas deveriam ser sempre fundamentadas em pesquisas pautadas em experiências concretas, usando a escola pública, prioritamente, o ensino de 2º grau. Na França as políticas implantadas pelo governo não foram necessariamente fundamentadas em pesquisa, e nos Estados Unidos, embora tenham sido produzidas inúmeras pesquisas, estas podiam ser ou não adotadas pela escola interessada em implantar a informática.

A terceira diferença é a proposta pedagógica e o papel que o computador deve desempenhar no processo educacional. O nosso programa é bastante peculiar e diferente do que foi proposto em outros países. No nosso programa, o papel do computador é promover mudanças pedagógicas profundas ao invés de “automatizar o ensino” ou promover alfabetização em informática como ocorreu nos Estados Unidos, ou desenvolver a capacidade lógica e preparar o aluno para trabalhar nas empresas, como propõe o programa de informática da França.

O grande desafio era a mudança da abordagem educacional: transformar uma educação centrada no ensino, na transmissão de informação, para uma educação em que o aluno pudesse realizar atividades através do computador e, assim, aprender.

Embora a mudança pedagógica tenha sido o objetivo de todas as ações dos projetos de informática na educação, os resultados obtidos não foram suficientes

para sensibilizar ou alterar o sistema educacional como um todo. Os trabalhos realizados pelo EDUCOM tiveram mérito de elevar a informática na educação do estado zero para o estado atual, possibilitando-nos entender e discutir grandes questões da área.

No nosso programa, o êxito não é maior por uma série de razões, desde a falta de equipamentos nas escolas e, portanto, a falta de um maior empenho na introdução da informática na educação, até um processo de formação de professores frágil e lento. Os avanços tecnológicos têm desequilibrado o processo de formação fazendo com que o professor sinta-se eternamente no estado de “principiante” em relação ao uso do computador na educação.

É importante ressaltar que o uso dos computadores não resolve o problema da educação brasileira. Vivemos em um país absolutamente paradoxal dividido em classes sociais em situações opostas de bem estar. Ao lado da universidades que já iniciam seus primeiros passos em direção a cursos de mestrado e doutorado virtuais, convivemos com taxas vergonhosas de analfabetismo, repetência e evasão, com uma educação que apesar de inúmeros esforços, continua insistindo em apresentar baixos níveis de eficiência, uma sofrível qualidade de ensino, demonstrando por parte da população mais pobre um aproveitamento precário em termos de educação básica.

Para maiores informações sobre o “*Programa Brasileiro de informática na educação*” ou os programas de informática na educação da França ou Estados Unidos ver [VA01]. Ou o endereço eletrônico do MEC [MEC01] que contém importantes informações sobre a educação brasileira.

2.6 Comentários Finais

Nos capítulos anteriores foi apresentada uma avaliação do uso dos computadores na educação e como foi o processo de informatização brasileiro. O objetivo desta apresentação é nos fornecer uma base para a utilização da Realidade Virtual em educação que será apresentado no capítulo seguinte.

Capítulo 3

Realidade Virtual

3.1 Introdução

Segundo Jean Piaget [TMS98], no método por ele rotulado de construtivismo, a construção do conhecimento se dá pela mediação entre o conhecimento e o objeto a ser conhecido, através das ações do sujeito. Assim a ação de resolver um problema é tão ou mais importante do que o resultado obtido.

Piaget assume ainda que aprender significa assimilar os objetos fornecidos pelo ambiente, adaptando as próprias estruturas internas à nova realidade. Para ele o conhecimento se desenvolve mediante a formação de estruturas, isto é, tudo que se aprende é assimilado por associação a uma estrutura já existente e provoca uma reestruturação que incorpora o novo conhecimento.

Para Papert [TMS98], “entender como se dá o pensamento humano e levar as pessoas a entenderem como pensam e como aprendem a pensar, é o fator principal para o estudo do desenvolvimento do homem”.

A tecnologia da Realidade Virtual (RV) busca adequar o modelo de comunicação à forma como as pessoas recebem e fornecem informação no ambiente.

“A imersão em RV permite uma classe de interação semelhante à interação natural com os objetos, com os quais os participantes interagem no mundo real. Se a cognição é não-simbólica e a aprendizagem vinculada à ação, então, através da interação com o mundo virtual, é que o conhecimento é construído. A imersão ou sentido de “presença”, ou sentimento de estar dentro e circundado pelo meio-ambiente virtual é analisado em termos de diferenças individuais, motivação, características visuais do meio-ambiente, interatividade ... ”[Dav96].

A chave da compatibilidade da RV com o construtivismo reside na noção de imersão. As experiências em primeira-pessoa permitem a realização de muitas atividades das pessoas no mundo e a aprendizagem a respeito deste. Como comentado por [Win01]:

“As experiências em primeira pessoa ocorrem quando nossa interação com o mundo não envolve reflexo de consciência ou uso de símbolos. De acordo com a teoria construtivista, a construção de conhecimento surge das experiências de primeira-pessoa, aquelas que nunca podem ser inteiramente compartilhadas. A RV imersiva permite experiências em primeira-pessoa pela eliminação de interfaces que atuam na interação usuário-computador. Nisto a RV é singular. Ela permite uma experiência sintética, que permite a pessoa obter significado próximo do que se obtém no mundo real”.

Aplicações de RV vêm sendo encontradas em diversos domínios como na diversão (jogos eletrônicos, cinemas de RV, etc.), a tele-operação (cirurgias à distância, operação de robôs em áreas inacessíveis, perigosas, etc.), a arquitetura e a educação além de muitas outras áreas.

A RV pode tornar o artificial tão realista quanto o real, ou mais ainda. A simulação de vôo (Figura 3.1), por exemplo, uma das aplicações mais sofisticadas e duradouras até agora em matéria de RV, é uma experiência mais realista que pilotar um avião de verdade. No simulador, um piloto pode ser submetido a todo tipo de situações raras, o que seria impossível no mundo real.

Na interface baseada em RV o usuário entra no espaço virtual das aplicações e visualiza, manipula e explora os dados da aplicação em tempo real, usando seus sentidos, particularmente os movimentos naturais tridimensionais do corpo. A grande vantagem desse tipo de interface é que o conhecimento intuitivo do usuário a respeito do mundo físico pode ser transferido para manipular o mundo virtual. Para maiores detalhes ver [DVK01], [Kel01] e [Cas01].

3.2 Histórico da Realidade Virtual

A introdução do *Cinerama* e *Cinemascope*, em meados da década de 50, é considerada uma das primeiras experiências em obtenção do realismo artificial.

Em 1956, o cineasta Morton Heilig desenvolveu um simulador baseado em vídeo denominado *Sensorama* (ver Figura 3.2), que permitia ao usuário expor-se a uma combinação de visão estéreo, que é a geração de imagens ligeiramente



Figura 3.1: O simulador de voo da Boeing 777 considerado a mais sofisticada aplicação de RV, fonte [Hos01].

distintas, uma para cada olho para dar a sensação de imagens em 3 dimensões (3D), som estéreo, vibrações, sensações de vento e de aromas num passeio simulado de motocicleta por Nova Iorque. Embora o invento não tenha tido sucesso comercial, ele foi precursor da imersão do usuário num ambiente sintético.



Figura 3.2: Anúncio do Sensorama de Morton Heilig (1956), fonte [Hos01].

Em 1961, Comeau e Bryan descreveram o primeiro sistema de circuito fechado de televisão com o visor montado em capacete, produzido pela *Philco*. O sistema tinha um rastreador de posição no capacete e permitia ao usuário controlar

remotamente uma câmera de televisão a partir dos seus movimentos da cabeça.

Em 1968, Ivan Sutherland construiu, na Universidade de *Harvard*, o primeiro capacete de visualização com imagens geradas por computador, incorporando um sistema de rastreamento da posição da cabeça. Este trabalho é considerado por muitos como marco inicial da imersão em ambiente virtual e início da RV. Na mesma época Myron Krueger experimentava combinar computadores e sistemas de vídeo, criando a Realidade Artificial na Universidade de *Wisconsin*. Onde mais tarde Krueger criou o *VIDEOPLACE*, onde uma câmera de vídeo capturava a imagem dos participantes e projetava-a em 2D numa grande tela. Os participantes podiam interagir uns com os outros e com os objetos projetados na tela, sendo que seus movimentos eram constantemente capturados e processados. Essa técnica ficou conhecida também como Realidade Virtual de projeção.

Em 1977 e 1982 apareceram as primeiras luvas para serem acopladas a computadores, desenvolvidas respectivamente pelo grupo liderado por Dan Sandin, Richard Soyre e Thomas Defanti na Universidade de *Illinois* por Thomas Zimmerman. Em 1987, a empresa *VPL Research Inc*, da qual Zimmerman foi um dos fundadores, colocou pela primeira vez produtos de RV no mercado com a comercialização da luva *Data Glove*. Em seguida, a empresa passou a vender um capacete de visualização chamado *Eye Phones*.

No final de 1986 a equipe a *NASA* já possuía um ambiente virtual que permitia aos usuários ordenar comandos pela voz, escutar fala sintetizada e som 3D, e manipular objetos virtuais diretamente através do movimento das mãos. O mais importante é que através deste trabalho foi possível verificar a possibilidade de comercialização de um conjunto de novas tecnologias, sendo que o preço de aquisição e desenvolvimento tornava-se mais acessível.

Em 1989 a *AutoDesk* apresentou o primeiro sistema de RV baseado num computador pessoal (PC).

A partir daí, o avanço das pesquisas, o elevado interesse industrial, o crescimento das aplicações e um número crescente de usuários vêm provocando uma enorme demanda e conseqüentemente uma redução rápida dos preços. Para maiores informações sobre a história da RV consultar [CSF01] e [Mac97].

3.3 Caracterização da Realidade Virtual

A Realidade Virtual pode ser definida como uma interface mais natural e poderosa da interação homem-máquina, por permitir ao usuário interação, navegação e imersão no ambiente tridimensional sintético gerado pelo computador, através de

canais multi-sensoriais (visão, audição, tato e olfato).

Existem vários tipos de RV. Estes tipos variam das formas mais imersivas (que exigem uso de equipamentos especiais como luvas, capacetes, e outros) até formas não imersivas como a *RV Desktop* (em que tudo se passa pela tela do computador, sem a necessidade de nenhum equipamento especial).

Três idéias básicas resumem as principais características de um sistema de RV [CSF01]: ***imersão, interação e envolvimento***.

A idéia de *imersão* está ligada com a sensação de estar dentro do ambiente. A imersão total pode ser obtida com o uso de dispositivos de entrada e saída (E/S) não convencionais, como capacetes de visualização ou salas de projeção. No entanto, a sensação de imersão também pode ser oferecida por sistemas que utilizam dispositivos convencionais de E/S (monitor, mouse e teclado) através da visualização tridimensional e manipulação de avatares (que são representações gráficas animadas, normalmente com a forma humana. Este avatar realiza as ações de acordo com o desejo do usuário, obviamente, com uma menor qualidade de imersão). Além do fator visual, os dispositivos ligados a outros sentidos também são importantes para o sentimento de imersão, como som, posicionamento automático da pessoa e dos movimentos da cabeça e controles reativos. Estes controles reativos envolvem a área de atuação do tato e da força, isto inclui a habilidade de distinguir diferentes texturas de superfícies até forças variáveis, autando sobre a palma da mão por exemplo.

A idéia de *interação* está ligada com a capacidade do computador detectar as ações do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele – é o que os autores chamam de capacidade reativa. As pessoas gostam de ficar cativadas por uma boa simulação e de ver as cenas mudarem em resposta aos comandos.

A idéia de *envolvimento*, por sua vez, está ligada com o grau de motivação para o engajamento de uma pessoa em uma determinada atividade. O envolvimento pode ser passivo, como ler um livro ou assistir televisão (o livro ou a televisão não se modificam a partir dos conceitos do leitor ou tele-espectador), ou ativo, ao participar de um jogo com algum parceiro. A RV tem o potencial para os dois tipos de envolvimento ao permitir a exploração de um ambiente virtual e ao propiciar a interação do usuário com um mundo virtual dinâmico.

Além dessas características marcantes, Kalawsky e Vince afirmam que um ambiente virtual típico deve agregar características que o tornem [CSF01]:

- *Sintético*: significa que o ambiente é interativo e gerado por um sistema computacional.

- *Multisensorial*: significa que mais de um sentido é usado para representar o ambiente, como o sentido visual, auditivo, espacial (profundidade), de reação do usuário com o ambiente, entre outros.
- *Tridimensional*: significa que o ambiente que envolve o usuário é representado em 3D, e que existem recursos que dão idéia de que o ambiente possui profundidade e o usuário pode mover-se através dele.
- *Realístico*: significa a precisão com que o ambiente virtual reproduz os objetos reais, as interações com os usuários e o próprio modelo do ambiente.
- *Com presença*: é o sentimento subjetivo de que o usuário está fisicamente dentro do ambiente virtual.

3.4 Realidade Virtual Imersiva e Não Imersiva

Conforme [CSF01], outra questão importante na caracterização de sistema de RV está relacionada com a imersão ou não imersão. Do ponto de vista de visualização, a RV imersiva é baseada no uso de dispositivos de E/S não convencionais, tais como capacetes e salas de projeção nas paredes (ver Figura 3.3), enquanto a RV não imersiva baseia-se no uso de monitores.



Figura 3.3: Exemplo de Realidade Virtual Imersiva: uma sala de projeção.

Ambas apresentam vantagens e desvantagens quanto à forma de interação e custos. A RV imersiva, embora tenha evoluído e seja considerada uma forma mais

“natural” de interação, ainda apresenta custos elevados para seus dispositivos de E/S.

A RV não imersiva, por sua vez, fazendo uso de dispositivo de E/S convencionais, evita as limitações técnicas e alguns problemas decorrentes do uso do capacete. A facilidade de uso dos sistemas não imersivos é bem maior. No entanto, apesar de haver uma diminuição nos custos, a qualidade de interação e imersão também é menor.



Figura 3.4: Exemplo de Realidade Virtual Não Imersiva, apesar da utilização de óculos de RV a imersão fica restrita ao monitor, o grau de imersão é bem menor, fonte [Hos01].

Acredita-se que com a evolução da tecnologia de RV e seu barateamento, a tendência será a utilização de capacetes ou salas de projeção para a grande maioria das aplicações.

Capítulo 4

A Realidade Virtual na educação

4.1 Introdução

Educar não é apenas um sinônimo de transmitir conhecimento; educar abrange uma atuação muito vasta, que vai desde a simples transmissão do saber, ao desenvolvimento de capacidades e à aquisição de comportamentos, pessoais e sociais, que auxiliem a integração do indivíduo na sociedade. Educar é formar e preparar para o futuro é proporcionar às pessoas as ferramentas que lhes permitam, a elas e só a elas, descobrirem o seu caminho e construir o seu próprio conhecimento [Cam01].

A criação de mundos virtuais onde o participante pode se movimentar, ver, ouvir e manipular objetos como no mundo físico, pode constituir um importante recurso no ensino já que, nessas realidades simuladas, os alunos poderão descobrir, de uma forma ativa e lúdica, os conhecimentos anteriormente transmitidos unicamente pelo professor.

A imersão no mundo virtual constitui um outro fator para o interesse da RV na educação e o ensino: o aluno, entrando na simulação, descobre por si só e aprende construindo o seu conhecimento da RV experimentada, com base nas sensações por ele percebidas. Deste modo a aprendizagem, realizada através da vivência pessoal do participante, torna-se mais viva, rica e variada ao mesmo tempo mais duradoura já que, constituindo uma experiência pessoal, dificilmente será esquecida.

No mundo virtual os alunos vêm, sentem, mexem, manipulam e, sobretudo, entusiasman-se; a descoberta do mundo virtual constitui um jogo, um jogo de simulação, que motiva os alunos e os diverte. Recorrendo à curiosidade natural e

à motivação, os autores dos mundos virtuais realizam um convite a exploração e proporcionam ao aluno uma aventura criativa e interativa em que ele divertindo-se descobre e aprende. Mais informações sobre este texto ver [Cam01].

4.2 Motivações e benefícios do uso da Realidade Virtual na educação

Existem várias motivações para o uso da RV no meio educacional. De uma forma mais ampla, a principal razão de seu uso na educação é que ela pode agregar um grande potencial pedagógico a novos tipos de ambiente educacionais [Rob92]. Isso porque a RV fornece aos usuários a oportunidade de explorar e experimentar interativamente objetos, processos e ambientes. Além disso, a interação na RV é intuitiva, pois flui de forma natural.

As principais vantagens são que a RV [CSF01]:

- Promove a motivação do estudante;
- Requer e promove maior interatividade, ou seja, encoraja a participação ativa em vez de passiva;
- Possibilita novas formas de visualização de informações, e assim, permite ilustrar mais precisamente algumas características, processos, etc;
- Permite uma melhor compreensão de objetos de estudo, devido à possibilidade de múltiplas visões de um objeto dentro do ambiente (como, por exemplo, de perto, de longe ou de dentro);
- Possibilita a entrega imediata de *feedback*, numa variedade de formas;
- Possibilita a visualização de lugares inexistentes ou de difícil acesso;
- Permite que o aprendiz imprima seu próprio ritmo de aprendizado;
- Não restringe o aprendizado ao período da aula regular, possibilitando a realização de atividades educacionais através da Internet;
- Pode ser usada como uma poderosa ferramenta de treinamento e de simulação;
- Oferece muitas possibilidades para aprendizes não tradicionais, incluindo os desabilitados fisicamente.

4.3 Justificativas teóricas para o uso da Realidade Virtual na educação

Como comentado em [CSF01], alguns autores justificam a utilização da RV na educação com base em estudos e em conhecidas teorias da área educacional. Meiguins, por exemplo, afirma que a educação pode ser pensada como um processo de exploração, descoberta, observação e construção da nossa visão do conhecimento. E essas características podem ser relacionadas às dos ambientes virtuais: imersão, envolvimento e interação.

Essa similaridade com o mundo físico ocorre porque a RV apresenta informações em um formato tridimensional, com o participante visualizando o mundo de dentro e com a habilidade de interagir com a informação. Esse modo de apresentação da informação da RV é compatível com a literatura em educação sobre diferentes estilos de aprendizado. Tal literatura defende que diferentes pessoas recebem a informação de modos diferentes [Byr01]. A literatura também sugere que a informação deveria ser apresentada no estilo que melhor se adequa ao estilo do estudante, mas que os outros estilos também deveriam ser representados. Isto permite aos alunos entenderem o material enquanto expandem seu modo de pensar para incluir outros processos. Assim, eles podem potencialmente relacionar seu estilo natural com um outro estilo.

A literatura mostra que existem vários estilos de aprendizagem. Cada pessoa tem mais facilidade para aprender de uma determinada maneira. Algumas são visuais, enquanto que outras são verbais; algumas preferem explorar, enquanto outras deduzir. E em cada estilo, a RV pode ser usada de uma forma diferente. Pinho [Pin98] cita alguns exemplos: a RV pode possuir um aspecto altamente visual, útil para quem é visual, e assim prefere gráficos e imagens a explicações e fórmulas; a RV pode permitir uma análise detalhada, muitas vezes impossível por outros meios, útil para quem prefere aprender pela exploração; e a RV pode auxiliar a análise global de um processo complexo, com as inter-relações entre as partes, sendo útil para quem prefere deduzir fatos a partir de outros dados.

Analisando a RV em relação a todos esses estilos de aprendizagem, observa-se que ela se sai muito bem. Essa nova tecnologia oferece tudo que bons programas de computadores fazem e muito mais. Ambientes de RV bem feitos estimulam mais os sentidos do estudante e inerentemente satisfazem diferentes estilos de aprendizado.

4.4 Limitações da Realidade Virtual

Apesar do bom grau de sucesso que o uso da RV na educação vem alcançando, as limitações tecnológicas sempre se apresentam como uma barreira. No entanto, com o crescente avanço computacional, surgem novas perspectivas na aplicação da RV no ensino, e principalmente através da Internet, onde está cada vez mais marcante a presença de ambientes virtuais multiusuários.

É importante notar que o custo de tecnologias de RV, apesar de ainda ser alto, tem caído substancialmente nos últimos anos. E opções de mais baixo custo, como o tipo *desktop*, estão sendo expandidas. Com a evolução tecnológica dos computadores pessoais, deixou-se de imaginar que o uso de RV sempre necessitaria de equipamentos especiais, tais como capacetes, luvas, etc., incentivando o uso da RV não imersiva, que trata imagens geradas diretamente no monitor.

Além disso, observam-se diferenças individuais significativas nas habilidades dos estudantes para trabalhar em ambientes de 3D e com controles em 3D, como também na susceptibilidade aos sintomas de “doenças” do simulador (tensão dos olhos, dores de cabeça, vertigem e náusea) [Ded96] [Sav91]:

“Enquanto alguns estudantes aprendem a usar menus, manipular objetos, e navegar rapidamente, outros requerem ser acompanhados durante a sessão. Muitos estudantes experientes não sentem mais do que uma leve tensão de olhos; contudo, alguns estudantes inexperientes sentem tontura moderada e ligeiras náuseas durante a primeira sessão, e, conseqüentemente, não conseguem retornar à segunda sessão. Os estudantes que se queixaram de qualquer sintoma durante os primeiros 30-45 minutos da sessão, reforçam a nossa estratégia de usar experiências múltiplas e curtas.”

Os pesquisadores da Universidade de *Edinburgh*, na Inglaterra, têm efetuado testes intensivos a respeito dos possíveis efeitos do uso de *Head Mounted Displays* (HMDs), capacetes de RV utilizados para a imersão em um ambiente virtual (ver Apêndice), na visão. Os resultados concluem que os HMDs podem danificar a visão de pessoas abaixo de 12 anos de idade. O HMDs de hoje em dia estão baseados nos padrões de qualidade de TV (PAL/NTSC), em um limitado número de pixels. Isto pode levar ao esforço e à tensão dos olhos na tentativa de focalizar alguma coisa que é impossível de ser focalizada.

Em sistemas pequenos, tais como aqueles baseados em PC, os usuários podem ter experiências defasadas do sistema, as quais podem causar náusea. O HMD

é também construído para uma pessoa padrão que não tenha uma cabeça muito grande e não use óculos.

O ângulo de visão é limitado a 40 graus comparados com a visão normal que é maior que 100 graus. Devido ao suor do usuário ou diferença de temperatura entre o rosto do usuário e o HMD, o pequeno “*display*” pode ficar nebuloso.

Para maiores informações ver as referências [Ode93] e [Cas01].

4.5 Experiências do uso de Realidade Virtual aplicada ao processo de aprendizagem

Em muitas salas de aula o meio mais comum de apresentar imagens é a apresentação de fotos. Elas são baratas, fáceis de obter e de manipular e podem ser levadas para qualquer lugar sem dificuldade. Será então útil usar Realidade Virtual para trabalhar este tipo de aula? A capacidade de lembrar detalhes será de fato maior, se forem usados ambientes de Realidade Virtual ao invés de fotos?

Procurando responder estas perguntas o professor David Ainge da escola de educação da Universidade de *James Cook*, na Austrália realizou uma experiência com 25 estudantes de 6ª série (12 meninas e 13 meninos) [Kel01].

Para iniciar a experiência foi explicado aos estudantes o que era Realidade Virtual, e que o propósito da experiência era comparar o que eles lembrariam depois de ver as fotos, e depois de usar Realidade Virtual.

Foram divididos em dois grupos. O primeiro iniciou o trabalho com fotografias, cada estudante podia analisar as fotos por até 6 minutos, entretanto a média foi de apenas 1 minuto e 33 segundos (nenhum ficou 6 minutos). Ao terminar era perguntado: “Qual o nome dos objetos da sala?”, “Quantos eram estes objetos?”, “De que cor?”, “O que estava perto de que?”.

Depois que o primeiro grupo trabalhou com as fotos, o segundo foi levado para trabalhar com Realidade Virtual. Foi explicado ao grupo como manusear o programa e como navegar com ele. A cada aluno foi dada a oportunidade de aprender e usar o *software* com um cenário exemplo e, em média, após 5 minutos o estudante já sabia como navegar no ambiente.

Foi então apresentada à sala a cada aluno e foi dado, a cada um deles, 6 minutos para navegar por ela e observá-la. Em média, os estudantes levaram 3 minutos e 46 segundos para explorar a sala e 4 deles usaram os 6 minutos. A seguir foram feitas a este grupo as mesmas perguntas do primeiro. O processo então foi repetido trocando-se os grupos.

Os resultados relativos aos valores totais dos dois grupos foram os seguintes:

Tabela 4.1: Comparação entre fotografias e RV, fonte [Pin98].

Grupo 1	Número médio de detalhes lembrados	Tempo
Fotos	31.3	93.4 s
Realidade Virtual	57.2	185.4

No Grupo 1 o ganho médio detalhes que foram lembrados em comparação à utilização de fotos e a RV foi de 25.9 detalhes.

Tabela 4.2: Comparação entre fotografias e RV, fonte [Pin98].

Grupo 2	Número médio de detalhes lembrados	Tempo
Fotos	49.2	226.7 s
Realidade Virtual	64.2	142 s

No Grupo 2 o ganho médio detalhes que foram lembrados em comparação à utilização de fotos e a RV foi de 15.0 detalhes.

Outra observação importante, além do aumento na lembrança dos detalhes, foi a avaliação por cerca de 40% dos alunos que relataram que as fotos pareciam representar mais de uma sala, o que pode sugerir uma certa dificuldade de construir uma modelo mental da sala, a partir de imagens 2D.

Outra experiência [Sav91] desenvolvida por Chry Byrne, estudante de doutorado do HITL da Universidade de Washington, 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.

Os participantes podem controlar, ainda, a velocidade das partículas no mundo virtual e observar seus comportamentos. Um experimento conduzido no final de 1993 com 40 alunos do 2º grau que permitiu os alunos criassem moléculas de água.

Os estudantes eram submetidos a provas antes e depois de usarem o mundo virtual. O objetivo foi avaliar se o uso da Realidade Virtual possibilitava ou não um melhor entendimento sobre a estrutura molecular e atômica. Cada teste tinha uma parte escrita e outra oral. Na parte escrita os testes foram bastante similares àqueles aplicados em aulas tradicionais. Na parte oral solicitava-se ao estudante que explicasse o fenômeno usando suas próprias palavras. Por exemplo, no teste escrito os alunos deviam preencher o diagrama de órbita de um átomo, no teste oral, deviam descrever como uma órbita lhes parecia.

Os resultados mostraram que a Realidade Virtual é uma efetiva ferramenta de educação. Nos testes escritos a melhora no desempenho foi de ordem de 20% e nos orais, de quase 50%, em média.

4.6 A Realidade Virtual no ensino formal

Como descrito em [Cam01], a introdução da RV no ensino e na escola levantará inúmeras e importantes questões e da resposta encontrada dependerá o sucesso ou insucesso da sua aplicação.

O primeiro grande obstáculo com que se depara a inovação tecnológica na escola é a organização do próprio estabelecimento de ensino que decorre, essencialmente do sistema de ensino vigente e da filosofia educativa que lhe está subjacente: a divisão do tempo letivo em unidades fixas, carga horária, disciplinas e conteúdos desadequados, organização do espaço físico do estabelecimento, escassez de recursos financeiros, necessidade de formação dos professores.

A introdução da RV no ensino alterará, significativamente, o papel do professor, exigindo-lhe novas competências e modificando o seu estatuto. Para que os docentes se disponham a recorrer à nova tecnologia é necessário que o professor se sinta motivado para a sua utilização e que possua ao seu dispor todos os meios requeridos para superar, com sucesso, as muitas dificuldades que se irão levantar.

Ainda que, nos Ensinos Básico e Secundário, as dificuldades de utilização da RV a coloquem a um nível mais simples, de iniciação, a sensibilização à nova tecnologia e a familiarização realizadas ao nível das camadas mais jovens é fundamental e, se por limitações de carácter financeiro e organizacional, a utilização da RV de forma mais alargada é impossível, então a solução poderá passar pela criação de um Centro de Recursos, pólo agregador e centralizador das atividades desenvolvidas nesta área dentro do ambiente de ensino. As funções deste local são várias: sala de aula para experiências virtuais, local para as atividades extracurriculares dos alunos, base de apoio aos professores envolvidos no uso da nova tecnologia, local de aprendizagem para a construção de mundos virtuais, centros de investigação e criação em RV e desenvolvimento de sistemas de RV de baixo custo.

No Ensino Superior a RV ultrapassa o seu papel de instrumento de trabalho e torna-se, ela própria, objeto de estudo. A pesquisa na área de RV tornar-se-á cada vez mais importante e as universidades poderão – e deverão – torna-se verdadeiros centros de investigação e desenvolvimento, através de equipas multidisciplinares, trabalhando em colaboração com outras instituições, educativas ou não, nacionais

e estrangeiras.

4.7 Realidade Virtual na Educação à Distância

Com o crescente avanço computacional, surgem novas perspectivas na aplicação da RV no ensino, principalmente através da Internet [Diz99]. Aliada a esse desenvolvimento crescente da Internet, a RV pode ser perfeitamente aplicada em Educação à Distância (EAD). A EAD é um campo onde a RV pode auxiliar muito no processo de ensino.

O termo Educação à Distância que utilizamos vem sendo superado qualitativa e quantitativamente, evoluindo para o conceito de aprendizagem aberta e a distância, que segundo a UNESCO [UNE01], representa uma abordagem que se concentra na abertura de acesso à educação e ao provimento de treinamento, libertando os alunos das limitações de tempo e espaço e oferecendo oportunidades flexíveis de aprendizagem individual ou em grupo, e a públicos considerados não convencionais.

Do ponto de vista do aluno, a aprendizagem aberta e a distância implica acesso mais fácil e maior flexibilidade na educação, bem como a possibilidade de conciliar trabalho e educação. Pode significar também um enfoque mais centrado no aprendizado, no seu aprimoramento, na maior qualidade e em novas maneiras de interação.

Pode-se caracterizar também a educação à distância por um processo em que o educando constrói o conhecimento interagindo com professores e outros educandos de forma independente à relação tempo-espaço. Desta forma, sua responsabilidade passa pelos aspectos: como estuda, onde estuda e com que frequência estuda. O papel da instituição nesta modalidade de educação, por sua vez, é o de mediar o processo de interação, garantindo a qualidade em todo o processo.

Exige-se, portanto um alto grau de interação para que se garanta a eficiência do processo ensino-aprendizagem. Destaca-se, portanto, o uso de sistemas em RV quando se analisa o aspecto da interação. Isto porque a RV pode possibilitar este alto grau de interação exigido. O aluno tem a possibilidade de navegar pelo ambiente virtual modificando, alterando e selecionando os objetos e também modificando as propriedades do próprio ambiente virtual.

Em determinados momentos é essencial a interação, entre o aluno e o professor ou entre os próprios alunos. Isto poderia ser feito por um ambiente virtual multiusuário, por exemplo. Este ambiente permite, via uma rede de comunicação, a troca de informações entre os participantes seja por imagens, voz ou textos em

tempo real.

O caso mais complexo do uso de RV em EAD é o uso de sistemas de tele-presença, onde se pode criar uma “reunião virtual” entre o professor e os alunos. Nesta reunião o aluno vestiria um capacete equipado com um rastreador e “enxergaria” o professor como se este estivesse na sua frente. Diferente dos sistemas de videoconferência, no momento em que o aluno olhar para o lado, ao invés de ver sua sala, pode enxergar o seu colega que “virtualmente” está também assistindo aula [CSF01]. Este tipo de tecnologia, apesar de custosa, já existe e, dependendo dos objetivos da instituição de ensino, sua aplicação pode ser bem justificada.

Para um aprofundamento maior sobre este tema consulte as referências [Luz01] e [CSF01].

Capítulo 5

Realidade Virtual em educação no Brasil

5.1 Metodologia da pesquisa

Para a verificação da existência de projetos, cursos à distância ou instituições que utilizam a Realidade Virtual (RV) em educação a principal ferramenta utilizada foi a Internet.

Utilizamos a Internet por questões práticas como: inviabilidade de acesso a todos os locais que utilizam esta tecnologia na educação e o tempo necessário para se conseguir uma pesquisa em todo o Brasil.

Contudo, poderia ser questionado o fato de certas instituições ou projetos não estarem vinculados à *Web*, o que não os incluiria na pesquisa.

Geralmente, um dos intuitos de se realizar um projeto é o de publicá-los em conferências ou *Workshops*. Estes eventos fazem sua divulgação, principalmente, pela Internet onde fazem chamadas de trabalhos e artigos, inscrições para os eventos, entre outras coisas. Além disso, vários projetos são feitos em parcerias entre universidades, as quais também têm o mesmo problema de acesso por estarem em estados diferentes, por exemplo.

Com o advento da Internet, boa parte dos cursos à distância voltaram-se para a rede, apenas alguns encontros presenciais são marcados entre os alunos do curso, todo o restante é feito pela Internet, como a passagem do conteúdo do curso e a comunicação.

As instituições de ensino tiveram que se adaptar às novas tecnologias. E uma destas tecnologias é a Internet, que se tornou uma “grande biblioteca” onde os

alunos fazem pesquisas para os seus trabalhos escolares.

Pode não ser a melhor forma de se realizar uma pesquisa deste tipo, mas sem dúvida é a mais viável, por isso a pesquisa pela Internet é válida e pode nos dar um panorama geral da Realidade Virtual em educação no Brasil, onde ela está sendo mais empregada e de que forma.

A notícia da Info OnLine [Inf01] de junho de 2001 era a seguinte: *11,1 milhões de brasileiros estão na Web, diz Ibope.*

5.2 Relato das Atividades

Como descrito anteriormente a pesquisa foi realizada pela Internet através de sites de busca como Google [Goo01], Cadê [Cad01] e TODOBR [TOD01]. A pesquisa foi feita nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2001, portanto novos projetos ou cursos à distância que surgiram depois deste período não foram considerados.

As buscas foram feitas com palavras-chave. Estas palavras-chave foram combinadas entre si para se obter uma maior quantidade de resultados e ao mesmo tempo fazer uma filtragem de resultados não desejados. Os resultados obtidos foram examinados, selecionados e comunicação por e-mail era utilizada, quando possível.

Para um maior entendimento e para facilitar as pesquisas, os dados encontrados foram divididos em 5 grandes grupos: cursos virtuais, projetos, instituições educacionais, grupos de RV e o último grupo que envolve *sites* educacionais, pesquisadores de RV na educação, sites do governo e outros. Existem muitas aplicações de RV no Brasil que são empregadas na indústria e no comércio, que não serão tratadas neste trabalho.

No primeiro grupo, vários cursos virtuais foram encontrados nas buscas e também algumas universidades que têm o curso de mestrado e doutorado à distância. A comunicação era feita pelo e-mail de contato ou então um e-mail disponível no site, como por exemplo o do *webmaster*.

Nenhum dos cursos virtuais encontrados na nossa pesquisa utiliza a RV. Um exemplo de onde a RV poderia ser aplicada é no conteúdo didático do curso, o que facilitaria a compreensão dos conceitos pelo aluno, cujos os motivos já descrevemos neste projeto. Abaixo temos um trecho de um e-mail que nos foi enviado pela Unifesp Virtual [Uni01], Universidade Virtual da Universidade Federal de São Paulo / Escola Paulista de Medicina :

“Fizemos algumas tentativas no sentido de estimular os alunos da

graduação para desenvolverem essa linha de projetos em nosso laboratório, mas não tivemos muito sucesso. Me interessa muito saber o resultado do seu trabalho! Se vc puder nos enviar uma cópia quando ele estiver terminado ...”

Contactamos a Associação Brasileira de Educação à Distância (ABED) [ABE01] para informações sobre os cursos virtuais e saber se algum utiliza a RV e não obtivemos retorno.

Isto demonstra que RV ainda não é uma realidade na educação e ainda sofre um certo tipo de rejeição inicial, como de fato acontece com a introdução de novas tecnologias em qualquer ambiente. E também como descreve o trecho de e-mail recebido pela Escola da Serra:

“Com relação a realidade virtual, a escola não usa nada e por enquanto, não se tem previsão de qualquer investimento na parte de informática, pois o foco principal do ensino construtivista são as artes como: música, teatro, etc.”

Porém nada impede que a Realidade Virtual seja usada nas artes. Temos vários exemplos empregados nesta área em diversos países. Nos Estados Unidos, temos um exemplo é da utilização de instrumentos musicais que existem apenas na RV, como o *Cyber-Sax* [Lan01], este saxfone virtual é tocado apenas por uma mão, no caso com luva de RV *DataGlove*, e o músico visualiza o instrumento com um *Head-Mounted Display* (HMD), ver Apêndice A. Vários parâmetros podem ser modificados quando se está tocando o *Cyber-Sax* como o timbre, o volume, o tom, entre outros.

Outro exemplo é o teatro RV [Res01], construído na cidade de Kyongju, na Coreia. Este teatro contém uma grande tela cilíndrica, som 3D e sistema de controle de fragâncias para proporcionar um sistema de imersão visual, auditivo e olfativo em grande escala, para cerca de 600 pessoas. O teatro também permite ao público interagir com uma simples tela através de dispositivos de interação localizados em cada assento.

Além disso, vários departamentos de artes de universidades estrangeiras utilizam a Realidade Virtual. Podemos citar o Colégio de Arte da Universidade do Estado de Ohio [ACC01] e Centro de Pesquisa em Computação e Artes da Universidade da Califórnia em San Diego [Bro01].

A grande maioria das instituições educacionais estão passando pelo processo de implantação e adaptação do computadores nas escolas. O Governo Federal, somente há alguns anos, iniciou projetos para a informatização das escolas públicas

como, por exemplo, o Programa de Informática (ProInfo) [Sav91] instituído em 1997 que instalou cerca de 30 mil microcomputadores nas escolas.

O Governo, em uma primeira instância, está dando prioridade ao processo de informatização das escolas, por isso a maioria dos projetos de RV parte das universidades como comentado pelo ProInfo:

“Não temos informações, no âmbito do Programa, quanto à existência de projetos baseados em realidade virtual em escolas públicas. Há projetos localizados em universidades, geralmente vinculados à pós-graduação stricto sensu, por exemplo: Laboratório de Realidade Virtual (UFSC).”

Algumas escolas públicas são usadas como laboratório por projetos ou pesquisas da universidades. Um exemplo deste tipo será dado na seção 6.4.

As escolas particulares têm maiores chances de acompanhar esta rápida evolução. Foi o que aconteceu no COC de Riberão Preto que implantou salas de Realidade Virtual para o ensino dos alunos. Trecho de uma reportagem do Jornal do COC [COC01]:

“Uma sala especialmente projetada para projeções estereoscópicas foi construída com capacidade para 50 alunos, possuindo todos os equipamentos necessários para uma aula diferenciada, onde o professor tem a sua disposição, além do material didático e CD-ROM (caderno digital de apoio) concebidos com imagens 3D, programas de computador interativos produzidos pela própria escola. São aulas de biologia, química e matemática.

O COC mais uma vez ultrapassa as limitações físicas e técnicas dos métodos tradicionais de ensino, que tem se fundamentado basicamente na utilização da linguagem oral e escrita e no emprego de ilustrações bidimensionais, ou seja, apesar de vivermos em um mundo fisicamente tridimensional, somos conduzidos e raciocinamos utilizando coordenadas bidimensionais, sem a noção adequada de profundidade do objeto. Pode-se dizer, na verdade, que “éramos” conduzidos, pois o COC mostrou que a terceira dimensão na técnica de ensino é uma realidade.”

Contactamos diversas pessoas do COC de Riberão Preto. Até chegarmos ao coordenador deste projeto para o qual um e-mail foi enviado e o mesmo foi retornado. Depois desta comunicação inicial não houve mais nenhum contato apesar de várias tentativas.



Figura 5.1: Alunos na sala 3D do COC Unidade Riberânia, fonte [COC01].

Em uma conversa com ex-alunos do COC que tiveram aulas nestas salas, relataram que se sentiam motivados em aprender, que as aulas ficavam mais interessantes e com isso a compreensão e assimilação do conteúdo tornava-se mais fácil. Também relataram que estas aulas eram dadas esporadicamente.

Outra grande rede de ensino que tem projetos nesta área foi contactada, o Colégio Objetivo [Obj01], mas não obtivemos resposta.

A maioria dos projetos de Realidade Virtual em Educação surgem de grupos e laboratórios de Realidade Virtual das universidades, como o Núcleo de Realidade Virtual (NRV) da Universidade de São Paulo (USP) ou Laboratório de Realidade Virtual (LRV) da Universidade de Santa Catarina (UFSC). Alguns projetos desta área estão parados por falta de verba ou por falta de recursos humanos.

Um destes laboratórios de Realidade Virtual, o Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) instalou uma CAVERNA Digital (*CAVE Automatic Virtual Environment*) na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A CAVERNA Digital de US\$ 1 milhão, inaugurada em maio de 2001, é a primeira disponível na América Latina. A CAVERNA é um complexo para Realidade Virtual de alta resolução, utilizando-se de um sistema de múltiplas projeções, que disponibiliza um ambiente virtual totalmente imersivo e interativo.

Até seis pessoas podem estar no interior da CAVERNA e interagir com um mundo simulado por computador. Aplicações que usam esta tecnologia se enquadram em vários campos como na Engenharia (Naval, Oceânica, Mecânica, Civil, Automobilística e Eletrônica), na medicina (simulações cirúrgicas, estudos em anatomia), nas ciências básicas (Astronomia, astrofísica, biologia e química).

ca) e no entretenimento (jogos, visualizações foto-realísticas e filmes interativos) [NRV01]).

A USP está construindo este sistema como plataforma para várias atividades acadêmicas, tanto em educação como em pesquisa (graduação e pós-graduação). Contactamos o responsável pelo LSI mas não obtivemos resposta.

Outro projeto que surgiu destes laboratórios de estudos é o Projeto ARCA [ARC01]:

“Este projeto busca o desenvolvimento de um ambiente de ensino aprendizagem que, apoiado pela Internet, possa atuar como instrumento no auxílio à uma prática pedagógica diferenciada. Busca-se ensinar condições para uma aprendizagem significativa através de um ambiente que usando Realidade Virtual permita a Cooperação. Os estudantes vão ter a possibilidade de não apenas cooperação mas também de experimentar a telepresença, via avatar. Isto permitirá aos estudantes e professores atuarem e cooperarem, não através de si próprios mas, cada um deles, através de um personagem, o avatar.”

Este projeto é uma parceria Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) e da Universidade Católica de Pelotas (UCPEL). Conseguimos contactar um dos responsáveis pelo projeto, mas ele ainda está em andamento. Abaixo um trecho do e-mail retornado por Marlise Geller da ULBRA [ULB01]:

“Estamos em fase de testes (mais em nível operacional do que educacional no momento). O uso com os alunos (turma piloto) deve se dar em dezembro (para validação e, provável correção de alguns pontos) e no próximo semestre começaremos a usar com uma turma maior.”

Outro projeto de destaque é o Museu Virtual [Vir01]. Um questionário foi elaborado com questões pertinentes RV e educação e enviado para um dos integrantes deste projeto. Este projeto será tratado com mais detalhes na seção 6.4.

5.3 Dados da pesquisa

Como resultado final enviamos 37 e-mails distintos, isto é, sem considerar a comunicação (envio e retorno de e-mails) que houve para uma mesma pessoa ou instituição. Destes 15 foram respondidos e 15 e-mails não foram respondidos. O

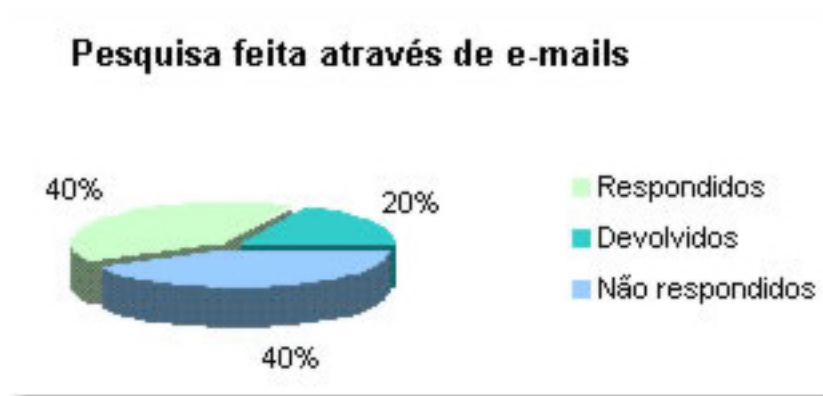


Figura 5.2: Gráfico da pesquisa realizada com as porcentagens de e-mails respondidos, não respondidos e enviados.

restante (7 e-mails) foram devoldidos pelo fato deles não existirem mais ou devido a problemas com o servidor de e-mails dos mesmos. Como segue o gráfico abaixo:

Os e-mails enviados foram separados em 5 grupos. Os projetos, as instituições de ensino e os cursos à distância receberam 9, 8 e 5 e-mails, respectivamente. Para o grupos de RV foram enviados 3 e-mails e o restante (12 e-mails) foi englobado no grupo Outros. Como mostra o gráfico abaixo:

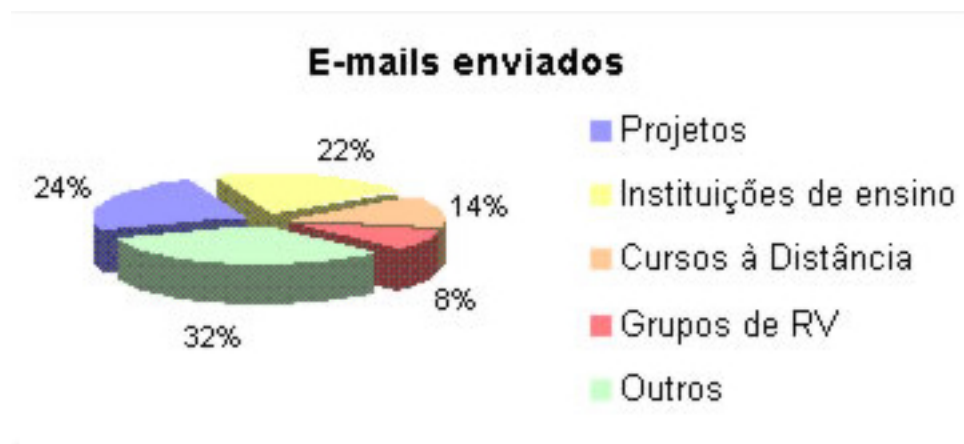


Figura 5.3: Gráfico da pesquisa realizada com a divisão dos e-mails enviados em grupos.

Devemos ressaltar que apesar de existirem diversos cursos à distância, foram escolhidos apenas alguns que apareceram no resultados da pesquisa, após diversas combinações das palavras-chave. Com relação ao grupos de RV, existem muitos outros nas universidades mas demos prioridade para os que tinham projetos na área de RV em educação. Os e-mails englobados no grupo “Outros” foram enviados para sites educacionais, listas de discussão, sites do governo, por exemplo o MEC, e pesquisadores ou professores de RV que forneceram material sobre o assunto.

5.4 Estudo de caso: museuVirtual

O objetivo do projeto museuVirtual [Vir01] é o desenvolvimento de uma ferramenta de autoria para a construção colaborativa de museus em realidade virtual nos quais imagens e objetos 3D possam ser expostos. Tais objetos e imagens podem ser explorados diretamente, através do mouse e teclado (realidade virtual não imersiva) e também, havendo disponibilidade, através de dispositivos de realidade virtual como luva e capacete (realidade virtual imersiva). Os objetos podem também ser manipulados pelo visitante do museu através de comandos, ao espírito dos *adventure games* (jogos de aventuras). Além disso, a ferramenta permite a criação de guias virtuais com conhecimento sobre os objetos em exposição e sobre os próprios visitantes.

Os alunos poderão decidir os temas, pesquisar os assuntos relacionados e colaborativamente projetar e criar seu próprio museu, deixando-o acessível pela Internet para outros grupos.

O projeto Museu Virtual foi desenvolvido por três instituições: a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), o Centro de Pesquisa de São Carlos (CPSC) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Na UFSC participaram do projeto o Laboratório de Sistemas de Conhecimento (LSC) e o Laboratório de Utilizabilidade (Labiutil) do Departamento de Informática e Estatística (INE) e na UFRGS o Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) do Instituto de Psicologia.

Quando o projeto foi encerrado, o *software* estava em fase de finalização. Durante o projeto foram usados materiais que de alguma forma, corresponderiam à áreas a serem oferecidas pelo museu virtual. Inicialmente, o grupo de estudo da Escola Municipal José Mariano Beck, foi apresentado ao kit de robótica *Legó MindStorms* e *Legó Dacta*, ver Figura 5.4 . Após o trabalho inicial com este kit, o foi iniciado uso de aplicativos de 3D e Realidade Virtual , além dos programs específicos do Museu Virtual.

Um dos eventos relacionados ao Museu Virtual foi a organização da “*I Mostra*



Figura 5.4: Um grupo de estudantes trabalhando com o kit de robótica, fonte [Vir01].

de Ciência Cultura e Tecnologia da Escola Municipal José Mariano Beck”[Vir01]. Cabe ressaltar que o envolvimento da escola nesse evento se deu a partir da apresentação dos projetos desenvolvidos pelos alunos que participaram de atividades desenvolvidas no Projeto museuVirtual. Nesta mostra, os alunos mostraram a comunidade escolar as tecnologias com as quais estão trabalhando (3D, realidade virtual, robótica, HTML, chat, Internet...). Participaram da mostra cerca de 1000 alunos.

Abaixo temos o questionário que foi respondido por Marcos Paim, um dos participantes do Projeto Museu Virtual.

1. Como se deu a idéia do projeto?

O projeto, pelo que sei, nasceu a partir do desenvolvimento de uma ferramenta para construção de mundos virtuais, que foi desenvolvida pelo grupo de pesquisa do professor Raul na UFSC. Após essa experiência ele convidou o LEC para participar do projeto Museu Virtual.

2. Houve uma idéia inicial para a utilização do projeto em uma escola?

Não. Na metodologia de projetos adotada pelo LEC, trabalhamos dentro do contexto da escola. Entramos na escola e convidamos os professores a participar da experiência.

3. Quais foram as principais dificuldades iniciais?

Uma grande dificuldade foi a de encontrar ferramentas(software) para trabalho com 3D que pudessem ser usadas por adolescentes. Algumas que

encontramos e julgamos mais amigáveis eram muito caras e as gratuitas eram difíceis de serem usadas pelos alunos. Também por ser um material novo, os professores tiveram um pouco de dificuldade em entender o funcionamento de 3D.

4. Quais as vantagens de utilizar este *software*? Em comparação com os métodos tradicionais, por exemplo, livros ou excursões para um museu comum?

A idéia principal do projeto era desenvolver uma ferramenta que proporcionasse aos estudantes criarem seus próprios museus em 3D, logo os alunos eram ativos no processo de criação. Nos livros e museus (exceto museus interativos) os alunos apenas observam objetos e raramente interagem com eles.

5. Como foi a implantação na escola tanto por parte dos dirigentes e professores como por parte dos alunos?

Como já havia uma relação de confiança com a direção, em função de outros projetos, recebemos apoio suficiente para o desenvolvimento do projeto. Por parte dos professores, houve, após o entendimento das possibilidades do uso de 3D, conseguimos a participação de alguns professores. Quanto aos alunos, houve boa receptividade do trabalho, mas a produção de material por parte deles, em função da dificuldade de uso dos softwares, ficou prejudicada.

6. Como foi a reação dos alunos ao lidar com o *software*? Houve mais interesse dos alunos em participar desta atividade?

Houve dificuldades, principalmente de usabilidade. Não foi possível identificar um interesse maior pelo uso de 3D, acredito que o interesse ocorreu principalmente em função da novidade.

7. Quais foram as principais dificuldades que eles encontraram?

*Usabilidade de *software* 3D.*

8. A escola se interessou em promover novos projetos nesta área?

Sim, inclusive foi realizado um evento que durou um dia inteiro com as apresentações dos trabalhos desenvolvidos durante o projeto.

9. Vocês têm em vista um novo projeto nesta área?

O grupo do LEC pretende desenvolver alguns materiais novos na área de realidade virtual não imersiva e interação. Conseguimos algumas indicações interessantes de que caminhos devemos tomar com relação ao uso de 3D de forma efetiva no auxílio a melhoria da aprendizagem dos alunos.

10. Você acha que os alunos aprenderam mais com o *software*, em relação aos métodos tradicionais?

Certamente. Principalmente com relação à geometria e localização espacial.

11. Você acha que a Realidade Virtual aplicada em educação poderá ser um novo método de ensino?

Não. Acredito que ela deva ser integrada na escola levando os professores a pensarem se os métodos de ensino tradicionais formam o aluno como um cidadão deste novo mundo digital. Ela somente poderá ajudar os alunos em projetos de investigação, que consideram seus interesses de aprendizagem. Isso ajuda a transpor as dificuldades iniciais oferecidas por esse tipo de trabalho.

12. Você acha que o Brasil vai aderir a esta nova tecnologia tão facilmente como os países desenvolvidos?

Acredito que não. Ocorre que participei de um projeto que tinha o objetivo de desenvolver um software que poderia ajudar muito na apropriação dessa tecnologia, mas não existe, que eu saiba, um processo de implementação previsto para esse material desenvolvido. Esse é um problema sério. Fora o boca-a-boca e as buscas via internet ninguém saberá da existência do software.

Apesar das dificuldades encontradas, podemos observar que o projeto obteve êxito. Os alunos ficaram estimulados com a utilização do Museu Virtual. Como prova disso organizaram uma mostra de ciências na escola com tudo aquilo que eles aprenderam.

Capítulo 6

Conclusões

Como podemos observar a RV tem um grande potencial pedagógico. Mas conforme [Luz01], é preciso destacar dois pontos importantes no processo de utilização da RV na educação: a questão do custo e a questão do contexto no qual será inserida.

O alto custo dos equipamentos, a necessidade de periféricos que possibilitem uma maior interação do usuário com o sistema, faz com que fique muito difícil, em muitas instituições educacionais, a implantação de ambientes que utilizem a RV. Mas este problema deve diminuir pois com aumento da comercialização destes equipamentos os preços tendem a baixar cada vez mais.

Outra questão importante a ser levantada, diz respeito a utilização da RV simplesmente como um recurso tecnológico. As inovações tecnológicas trazem uma certa euforia no contexto educacional, de forma que, em muitos casos, utiliza-se a tecnologia simplesmente para fazer algo diferente do usual. No entanto deve ficar claro que existe um objetivo pedagógico, que precisa ser identificado, por trás de todo o processo de implantação da RV. É preciso não perder de vista os objetivos pedagógicos, para que se possa propor seqüências didáticas que atinjam objetivos claramente definidos pelo professor.

De acordo com a pesquisa realizada podemos observar que o Brasil ainda está dando seus primeiros passos e que os projetos das universidades predominam na utilização desta tecnologia na educação.

As instituições de ensino privadas, tendo mais recursos financeiros, investem mais em tecnologia. Apesar de não conseguirmos maiores informações, temos o exemplo do Colégio COC de Riberão Preto que faz uso da RV em algumas de suas aulas.

Já as instituições de ensino públicas estão em processo de informatização e no momento a utilização da RV na educação fica impossibilitada, pois professores e alunos estão passando por um processo de adaptação com a introdução do computador. E este processo é o foco principal das atividades do Governo com relação a educação e informática.

Há casos especiais onde a RV é empregada nas escolas. Geralmente esta iniciativa parte das universidades, como ocorreu com o Museu Virtual, que escolheu uma escola para a realização dos testes do projeto. Estes testes têm o intuito de verificar a usabilidade do *software*.

O mesmo pode se dizer sobre os cursos virtuais. A educação à distância ainda é recente no Brasil, data apenas de alguns anos atrás. Talvez este seja o motivo pelo qual não encontramos nenhum curso virtual que utilize RV.

Os grupos de RV têm trabalhos promissores, como a CAVERNA [NRV01] e o projeto ARCA [ARC01], do uso da RV na educação que devem ser acompanhados.

Podemos observar também, que há vários textos e artigos sobre RV e educação, o que é muito bom, pois mostra que o interesse pela RV tem expandido. Em contra ponto, ainda temos muito poucos exemplos realmente implementados, como podemos ver pela pesquisa realizada. Fica muito difícil fazer uma análise mais detalhada da utilização da RV. Não há um estudo maior e mais aprofundado sobre os projetos realizados no Brasil. Muito se tem em teoria, porém os resultados práticos são poucos.

De um modo geral, a utilização da RV em educação é muito pequena em comparação a outros países, como os Estados Unidos, em que existem vários projetos implementados em escolas e universidades.

Este trabalho nos dá um panorama da RV na educação e também mostra que é viável a utilização desta tecnologia. Este trabalho serve de base para que outras pesquisas sobre o tema sejam realizadas. Em trabalhos futuros talvez seja interessante fazer uma busca mais detalhada sobre cada área de atuação da Realidade Virtual em educação no Brasil.

Referências Bibliográficas

- [ABE01] ABED. Associação brasileira de educação à distância. url: <http://www.abed.org.br/>, 2001.
- [ACC01] ACCAD. Advanced computing center for the arts and design. url: <http://www.accad.ohio-state.edu/research/research.htm>, 2001.
- [Alm01] M. E. B. Almeida. Um retrato da informática em educação no brasil. url: <http://www.proinfo.gov.br/biblioteca/publicacoes/default.htm>, 2001.
- [And01] P. F. Andrade. Projeto educom: realizações e produtos. url: <http://www.edutecnet.com.br/Textos/Self/EDTECH/educom.htm>, 2001.
- [ARC01] ARCA. Projeto arca. url: <http://www.pgie.ufrgs.br/projetos/arca/>, 2001.
- [Bro01] Sheldon Brown. Computational science seminars. url: <http://www.sdsc.edu/CSSS/archives/brown2001.html>, 2001.
- [Byr01] C. M. Byrne. Virtual reality and education. url: <http://citeseer.nj.nec.com/83334.html>, 2001.
- [Cad01] Cadê. Site de busca cadê. url: <http://www.cade.com.br>, 2001.
- [Cam01] M. L. A. S. M. Camacho. Realidade virtual e educação. url: <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/simposio/30.htm>, 2001.
- [Cas01] L. A. A. Casas. Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual. url: <http://www.eps.ufsc.br/teses99/casas/>, 2001.

- [Cin01] D. A. M. Filho & J. P. Cintra. Avaliação do uso dos computadores no processo de ensino e aprendizagem. url: <http://www2.insoft.softex.br/~scie/1999/DanteARibeiroFilho-AvaliacaoEn% sinoEAprendizagem.html>, 2001.
- [COC01] COC. Jornal do coc. url: <http://200.210.78.5/jornal/result.asp?id=2865>, 2001.
- [CSF01] A. M. Costa, C. G. Silva, and F. D. Braga & M. Fantinato. Realidade virtual. url: <http://www.mc21.fee.unicamp.br/fernando/rv/rv.htm>, 2001.
- [Dam97] S. A. Van Dam. Post-wimp user interfaces. *Communications of ACM*, 40(2), February 1997.
- [Dav96] J. Psocka & S. Davison. Cognitive factors associated with immersion in virtual environments. url: <http://205.130.63.7/vrfopub.htm>, 1996.
- [Ded96] C. Dede. Emerging technologies and distributed learning. url: <http://www.virtual.qmu.edu/ajdepdf.htm>, 1996.
- [Diz99] W. J. Dizeró. Interação em ambientes virtuais multiusuários: uma aplicação em educação à distância. Master's thesis, Universidade Federal de São Carlos, 1999.
- [DVK01] W. J. Dizeró, V. J. Vincentin, and C. Kirner. Estudo de interação para um sistema de ensino à distância baseado em interfaces de realidade virtual. url: <http://www.unicamp.br/~ihc99/Ihc99/AtasIHC99/AtasIHC98/Dizero.pdf>, 2001.
- [Fró01] J. R. M. Fróes. Educação e informática: a relação homem / máquina e a questão da cognição. url: <http://www.proinfo.gov.br/biblioteca/textos/txtie4doc.pdf>, 2001.
- [Goo01] Google. Site de busca google. url: <http://www.google.com.br>, 2001.
- [Hos01] R. N. A. Hosn. Realidade virtual imersiva. url: <http://intermega.globo.com/realidadevirtual/cap06.htm>, 2001.

- [Inf01] Info. Info online. url: <http://www.informal.com.br/noticias/eb/n12062001000.html>, 2001.
- [Kel01] R. S. Keller. O uso da realidade virtual no ensino presencial e à distância. url: <http://menphis.unisc.br/trabalhos.htm>, 2001.
- [Lan01] Jaron Lanier. Virtual reality and music. url: <http://people.advanced.org/~jaron/vr.html>, 2001.
- [Luz01] E. F. Luz. Educação à distância: uma nova perspectiva frente à realidade virtual. url: <http://www.lrv.eps.ufsc.br/drv/artigos/elisa/artigo\protect\T1\textunderscoreElisa.doc>, 2001.
- [Mac97] L. S. Machado. Realidade virtual em aplicações científicas. Master's thesis, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1997.
- [MEC01] MEC. Ministério da educação. url: {<http://www.mec.gov.br>}, 2001.
- [NRV01] NRV. Núcleo de realidade virtual. url: <http://www.lsi.usp.br/~rv/p/index\protect\T1\textunderscorerep.htm>, 2001.
- [Obj01] Colégio Objetivo. Colégio objetivo. url: <http://www.objetivo.br/>, 2001.
- [Ode93] O. Odegard. Telecommunications and social interaction - social construction in virtual space. url: <http://www.fou.telenor.no/tele.vr/brukerelolao/telektronick.html>, 1993.
- [Pin98] M. S. Pinho. Realidade virtual como ferramenta de informática na educação. url: <http://grv.inf.pucs.br/Pagina/Educa/educa.htm#Links>, 1998.
- [Res01] ResearchIndex. Audience interaction for virtual reality theater and its implementation. url: <http://citeseer.nj.nec.com/468895.html>, 2001.
- [Rob92] I. Robert. Psychological and pedagogical issues in using virtual reality systems. In *The 2^o Annual Conference on Virtual Reality International, Impacts and Applications*, London, 1992.

- [SAS01] S. S. Sette, M. A. Aguiar, and J. S. A. Sette. Educação e informática: a construção de um projeto na rede pública de ensino. url: <http://www.lia.ufc.br/sbie98/anais/artigos/art1.html>, 2001.
- [Sav91] R. B. Loftin & R. T. Saveli. Advanced training systems for the next decade and beyond. url: <http://www.vet1.uh.edu/ICAT/atnsdb.html>, 1991.
- [Sil97] J. C. A. Silva. Uso de gabaritos configuráveis para desenvolvimento de interfaces visuais. In *Anais do 1º Workshop de Realidade Virtual*, São Carlos, SP, 1997.
- [TMS98] E. F. Torres, V. P. Marques, and M. A. D. Silva. Contando estórias com o power-point. In *Anais do III Simpósio Nacional de Informática*, Santa Maria, RS, 1998.
- [TOD01] TODOBR. Todobr - todo brasil na internet. url: <http://www.todobr.com.br>, 2001.
- [ULB01] ULBRA. Projeto arca. url: <http://www.ulbra.tche.br/~arca/>, 2001.
- [UNE01] UNESCO. Aprendizagem aberta e a distância: perspectivas e considerações sobre políticas educacionais. url: <http://www.unesco.org.br/>, 2001.
- [Uni01] Unifesp. Unifesp virtual. url: <http://www.virtual.epm.br/home/index.htm>, 2001.
- [VA01] J. A. Valente and F. J. Almeida. Visão analítica da informática na educação no brasil. url: <http://www.proinfo.gov.br/biblioteca/texto/txtie13doc.pdf>, 2001.
- [Val01] J. A. Valente. Diferentes usos do computador na educação. url: <http://www.proinfo.gov.br/biblioteca/textos/txtie2doc.pdf>, 2001.
- [Vir01] Museu Virtual. Projeto museu virtual. url: <http://curie.psico.ufrgs.br/muvi/home/home.htm>, 2001.

[Win01] W. Winn. A conceptual basis for educational applications of virtual reality. url: <http://www.hitl.washington.edu/projects/education/winn/winn-R-93-9.txt>, 2001.

Apêndice A

Dispositivos de Realidade Virtual

A.1 Requisitos de Hardware para um Sistema de RV

Desde a década de 60, os primeiros estudos realizados sobre RV, que é o principal objetivo dos pesquisadores nesta área, têm sido criar dispositivos capazes de proporcionar a sensação completa (imersão, envolvimento e interação) do usuário com o mundo virtual. Para isso, foram desenvolvidos vários dispositivos de entrada (visuais, auditivos e físicos) e de saída de dados (interação e trajetória). O aumento da produção afeta diretamente o preço dos dispositivos de RV e sua disponibilidade no mercado, juntamente a evolução tecnológica vem provocando um grande impacto nestes dispositivos e também nos computadores, tornando possível um desenvolvimento acelerado da área de RV a nível internacional .

Quanto aos computadores usados nos sistemas de RV, destacam-se os PCs, que embora sejam considerados computadores mais lentos, hoje são potentes estações de trabalho e, além disso, com o desenvolvimento do entretenimento com videogames tridimensionais, a disponibilidade de placas gráficas de alto desempenho (que atingem milhões de polígonos por segundo, devendo chegar em pouco tempo a dezenas de milhões de polígonos por segundo), possuem custo acessível e é uma realidade. Há também, as estações gráficas, que além de ter processamento gráfico de alto desempenho, também apresentam altas taxas de processamento e de transferência interna de dados, porém com custo elevado. Por sua vez, têm-se os supercomputadores e geradores de imagens (são máquinas específicas para a produção de imagens em tempo real, usados principalmente na indústria de simulação), e que também fazem parte de uma plataforma de RV .

Retornando aos dispositivos ou interfaces de RV, as luvas cibernéticas (*data-*

gloves), HMD's, BOOM, CAVE (caverna) e outros dispositivos, é importante esclarecer que ao serem usados, servem como portais em ambientes virtuais, formando uma conexão física entre o usuário e o computador, permitindo-lhe a interação com as imagens visualizadas, na qual o usuário pode sentir-se apanhando objetos, navegando um avião por onde queira, ou juntando duas moléculas de proteína.

Isto não é um catálogo que inclui todos os sistemas disponíveis. É uma referência apenas, incluindo comentários sobre a maioria dos componentes, e sistemas mais conhecidos atualmente. Para maiores detalhes sobre dispositivos de Realidade Virtual consulte a referência [Mac97].

A.2 Dispositivos Visuais

Dispositivos visuais são os equipamentos que apresentam para os olhos do usuário, um mundo gerado por computador em três dimensões. O grau de imersão dado por um sistema particular de RV, depende enormemente da tela visual usada como a interface.

Sabe-se, que o principal meio de percepção é o sistema visual. Pois, os olhos fornecem a maioria das informações que o cérebro recebe, com os ouvidos apresentando uma porção significativa de dados. Os outros sentidos, ajudam a completar a visão do mundo.

A.2.1 Visores *desktop*

O paradigma *desktop* tem evoluído a partir dos computadores gráficos tradicionais. Estações de trabalho gráficas acopladas com acessórios para as mãos e cabeça são comumente conhecidos como “tanque de peixe” ou *desktop* de meios de RV. As imagens apresentadas na tela respondem aos movimentos dos usuários na frente do monitor, mais comumente os movimentos de mãos e cabeça.

Diretamente derivado das aplicações gráficas computacionais interativas tradicionais, o paradigma do tanque de peixe mantém o modelo de posicionar o observador externamente ao mundo virtual, usando a tela do monitor como uma janela para o mundo virtual, por conseguinte provendo um sentido muito limitado de imersão.

A.2.2 HMD's

Head Mounted Displays (HMD's) são, provavelmente, o mais amplo visor visual usado em sistemas de RV. Estes dispositivos localizam um par de telas de visuali-

zação diretamente na frente dos olhos do usuário. As telas são montadas em um capacete que os observadores põem quando estão no mundo virtual. Atualmente, há duas tecnologias de visores comumente usados para as telas: tubos de raios catódicos (CRT's) e visores de cristal líquido (LCD's).

Os CRT's provém uma alta resolução e uma qualidade de visor melhor que os LCD's, mas têm as desvantagens de serem pesados. LCD's são mais iluminados e compactos que os CRT's, que os fazem mais fáceis de instalar em um capacete. Todavia, eles têm as desvantagens de baixa resolução e pobre qualidade do visor devido a problemas com contraste e brilho. Em HMD's uma imagem estereoscópica do mundo virtual é visualizado de acordo com o ponto de vista do usuário, como ele ou ela explora o ambiente. Isto produz um alto grau de imersão; usuários são completamente envolvidos pelo ambiente virtual, que responde visualmente de uma maneira similar daquela que usamos para enxergar no mundo real.

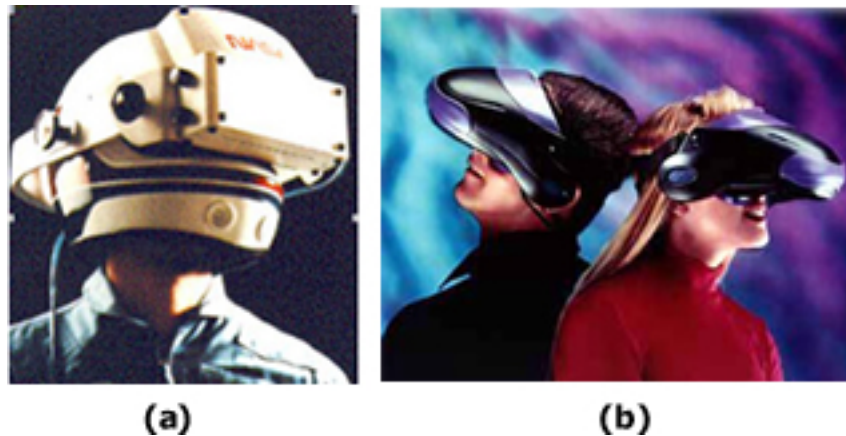


Figura A.1: (a) HMD desenvolvido na primeira geração de HMD's da NASA. (b) HMD sendo utilizado para imersão no mundo virtual. Sensores captam os movimentos da cabeça do usuário permitindo que o computador gere a imagem apropriada, fonte [CSF01] e [Hos01].

A.2.3 AMD's

Uma alternativa para os HMD's, são os *Arm-Mounted Displays* (AMD's), que se comportam como um par de binóculos montados em um braço articulado. O usuário observa em um meio virtual através de lentes, tendo seus movimentos restringidos pelo comprimento do braço e faixa de movimento. O mais popular

dispositivo desta espécie é o *Fakespace BOOM*.

A.3 Sistemas de Rastreamento

A trajetória é um componente crítico de qualquer ambiente imersivo. Um mundo virtual deve parecer natural aos participantes e a interação deve ser tanto intuitiva e transparente quanto possível. Localizando os movimentos do usuário com precisão dentro do espaço virtual, permitirá que se alcance estas metas. Localizar um espectador envolve, usualmente, o rastreamento de sua cabeça e mão (ou mãos). As medidas da posição da cabeça do usuário e sua orientação são particularmente importantes, porque permitem computar a perspectiva correta do mundo, do ponto de vista do usuário. Computando uma perspectiva espectador-centralizado, deixa para os usuários explorar ambientes virtuais da mesma maneira que eles explorariam ambientes reais. Por exemplo, para ver o que está atrás de um objeto virtual, usuários podem mover a cabeça deles e/ou delas para qualquer lado, como se eles vissem atrás de um objeto real. Usualmente, uma ou as duas mãos do usuário são rastreadas para prover interação.

Sistemas mais sofisticados podem localizar os dedos do usuário e até mesmo o corpo inteiro. O sistema de rastreamento é a fonte principal de atrasos e erros em uma experiência virtual que afeta seu desempenho e então gera problemas como náusea de movimento. Sistemas de rastreamento podem ser classificadas em seis tecnologias, baseadas na técnica usada para detectar a posição e orientação de um sensor no espaço: eletromagnético, mecânico, acústico, óptico, inércia e processamento de imagens.

Neste trabalho mostraremos apenas o sistema eletromagnético que é o mais utilizado.

A.3.1 Eletromagnético

Rastreadores eletromagnéticos têm um transmissor ou fonte que emite campos eletromagnéticos ao longo de três eixos ortogonais que são detectados por um ou mais sensores. Informação completa sobre a posição e a orientação de cada sensor com relação a fonte é reportada.

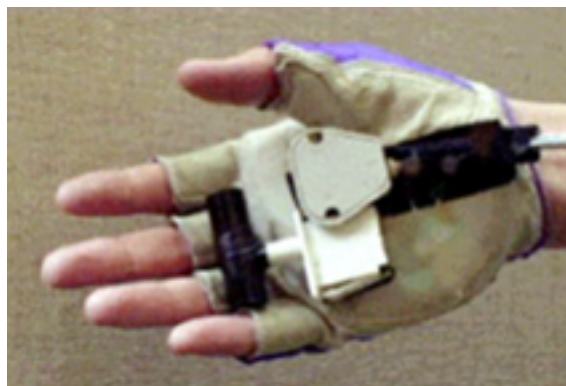


Figura A.2: *MITs Glove*, com um rastreador magnético fixado no centro da palma da luva, fonte [CSF01].

A.4 Dispositivos de entrada

Experiências de RV podem ser passivas, explorativas ou interativas. Em experiências passivas, usuários observam no mundo virtual com movimento muito limitado. Aqui, o visor é o principal componente utilizado. Em aplicações explorativas, usuários não somente enxergam os objetos virtuais, mas podem caminhar com eles ao redor explorando a vizinhança virtual. Para alcançar isto, pelo menos um rastreador de cabeça é necessário. O terceiro modo, o interativo, é o mais complexo e tem experiência imersiva. Nele, usuários podem interagir com o mundo virtual. Eles podem alcançar fora e podem agarrar objetos, podem mudar o estado da experiência e podem executar muitas outras tarefas interativas. Atualmente, há uma grande variedade de dispositivos de entrada para RV. Possivelmente o mais popular é a luva cibernética, um dispositivo projetado para capturar o movimento das mãos e dedos do usuário. A Luva cibernética VPL dos recentes anos oitenta, foi um dos primeiros a se tornar comercialmente disponível. A Luva cibernética e seus atuais sucessores, tais como o *CyberGlove*, o *Dextrous HandMaster* e o *5DT Glove* são dispositivos que medem o ângulo de curva em cada junta de dedo e então capturam o completo movimento de uma mão humana.

Uma variação das luvas cibernéticas tem sido recentemente introduzida como o *Pinch TM Hand Gesture Interface*. O *PinchGloves* (ver Figura A.3) somente detecta contato entre dedos. Para determinar o contato, cada luva contém cinco sensores (um em cada ponta de dedo). Contato entre qualquer dois ou mais dígitos

completa uma trajetória condutiva e uma complexa variedade de ações baseadas nestes gestos simples de “beliscão” podem ser definidas pelo fomentador da aplicação.

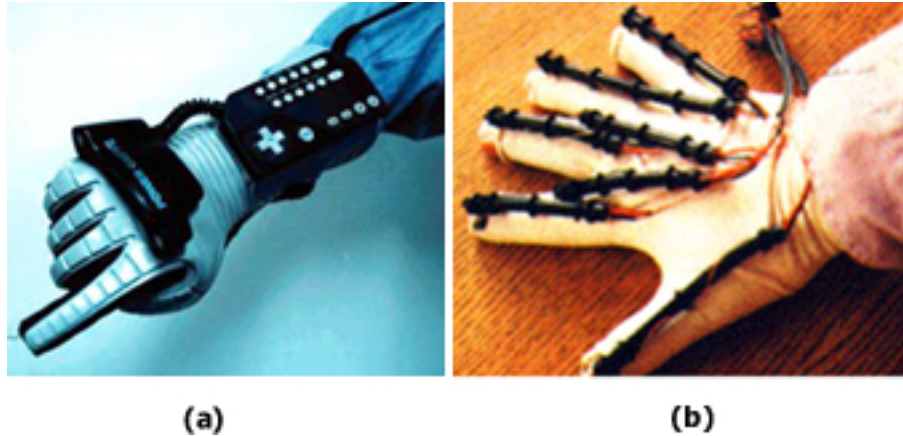


Figura A.3: (a) *PinchGloves*: luva pintada com tinta condutora sobre um substrato flexível, (b) *Dataglove* de Thomas Zimmerman: luva de dados desenvolvida em 1976 na Universidade de *Illinois* baseada no uso de tubos flexíveis e fotocélulas, fonte [Hos01].

A.5 *Sound Systems*

Numa simulação de condução, ou em qualquer outro ambiente de RV, a síntese de som 3D permite aumentar de forma substancial a percepção que o usuário tem do ambiente que o envolve, bem como a sensação de imersão nesse mesmo ambiente. As gravações de som tridimensional baseiam-se em um processo de manipulação auditiva que permite que o artista ou o engenheiro de gravação "posicione" os sons no espaço, controlando sua direção, distância e profundidade.

A.6 *Dispositivos Físicos*

Os dispositivos físicos procuram estimular as sensações físicas, como o tato, tensão muscular e temperatura. Diferente dos dispositivos de saída de visão e audição, os dispositivos físicos requerem uma sofisticada interação eletromecânica com o corpo do usuário. A tecnologia existente atualmente, não é capaz de estimular os

sentidos físicos com o nível de realismo que atinge os sentidos visuais e auditivos: o problema está além da criação de dispositivos de *feedback*, pois envolve também a compreensão e simulação das forças apropriadas.

A.6.1 *Feedback Tátil*

Feedback tátil é o nome dado a sistemas que transmitem sensações que atuam sobre a pele. O *feedback* tátil deve fornecer não apenas a sensação do toque mas também permitir ao usuário perceber se está tocando uma superfície lisa ou rugosa. Existem atualmente duas diferentes formas de fazer essa simulação tátil: através de pressão de ar e através de vibrações.

A.6.2 *Feedback Força*

Sistemas que permitem as sensações de pressão ou peso oferecem *feedback* de força. Uma maneira de construção de um sistema de *feedback* de força seria através de uma espécie de exoesqueleto mecânico que se encaixa no corpo do usuário, fazendo com que determinados movimentos possam permitir-lhe sentir o peso ou a resistência do material de um objeto no mundo virtual.

Alguns sistemas transmitem *feedback* de força apenas para as mãos e braços. Através do uso de pistões, por exemplo, é possível controlar a quantidade de resistência do braço e/ou da mão do usuário. No entanto, este tipo de sistema limita a faixa de possíveis situações de *feedback*, além de ser demasiadamente caro.

Exemplo de sistema de *feedback* de força para mão e braço (ver Figura A.4). O usuário pode “sentir” o peso e o cabo do martelo, enquanto um braço mecânico executa a mesma ação com o martelo real.

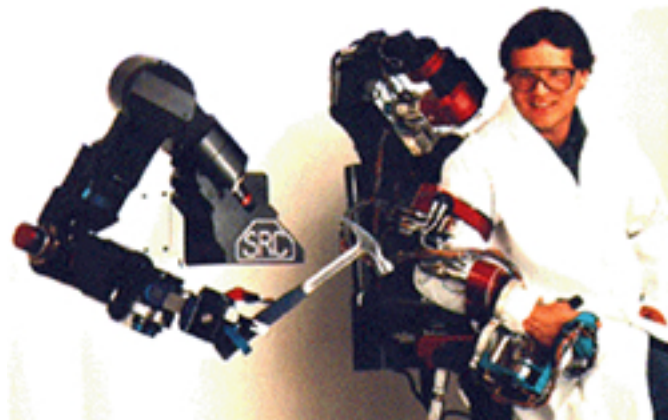


Figura A.4: Exemplo de sistema de *feedback* de força para mão e braço. O usuário pode “sentir” o peso e o cabo do martelo, enquanto um braço mecânico executa a mesma ação com o martelo real, fonte [CSF01].