

Perspectiva de Aplicação da Tecnologia de Realidade Virtual no Ensino da Engenharia

Carlos Magno de Lima, magno@dimap.ufrn.br,
Angelo Roncalli Oliveira Guerra,
Clodomiro Alves Junior
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica – PPGEM

RESUMO

Recentemente foram realizadas algumas pesquisas que comprovam o fato de se alcançar um melhor aprendizado quando um maior numero de recursos de ensino são utilizados simultaneamente. Argumenta-se que cada estudante apresenta um estilo de aprendizagem diferente e, portanto, responde melhor a diferentes métodos de ensino. Neste trabalho faz-se uma investigação sobre o contexto atual e as perspectivas de aplicação da tecnologia de **Realidade Virtual (RV)** no ensino de Engenharia. **RV** corresponde a uma importante e moderna ferramenta da informática com um elevado potencial de aplicação em áreas como: telerobótica, medicina, fabricação, comunicações, análises financeiras e demais áreas, relacionadas ou não, à Engenharia. Destaque especial pode ser feito para a aplicação de **RV** na área de educação e, em particular, no ensino de Engenharia. São apresentados os benefícios da aplicação da tecnologia ao processo de ensino e aprendizagem de Engenharia, os componentes básicos de um sistema de Engenharia virtual, noções básicas sobre mundos virtuais e, finalmente, alguns exemplos práticos do uso de **RV** no ensino de Engenharia.

1. INTRODUÇÃO

No final deste século temos observado um avanço fenomenal na tecnologia da informação, e junto com ela pesquisas tem sido desenvolvidas na área da educação buscando uma variedade de métodos pedagógicos que garantam um melhor aprendizado [GWMMR 1994]. Com este fim os computadores e sistemas de comunicação tem sido usados com frequência. Um exemplo de desenvolvimento de interface homem-computador é a **Realidade Virtual (RV)** é uma técnica avançada de interface, onde o usuário pode realizar imersão, navegação e interação em um ambiente sintético tridimensional gerado por computador, utilizando canais multi-sensoriais. [KIRN 1996]

A Engenharia, como a arte de aplicar conhecimentos científicos e empíricos na construção de estruturas, equipamentos e dispositivos, necessita fundamentalmente do entendimento de conceitos matemáticos e físicos do comportamento de materiais e processos que muitas vezes são difíceis de serem visualizados devido a sua representação abstrata. A alternativa utilizada é muitas vezes, a construção de protótipos, entretanto a maior desvantagem no desenvolvimento destes é seu custo elevado.

A técnica de **Realidade Virtual** tem sido usada na Engenharia [BYUN 1994], e a esta denominamos **Engenharia Virtual (EV)**, sendo capaz de atuar em conjunto com CAD (Computer Aided Design) nas mais diversas áreas: medicina, telerobótica, fabricação, comunicações, análises financeiras e demais áreas do conhecimento humano, através da construção de mundos virtuais, protótipos de máquinas e equipamentos, assim como simulações de processos.

Embora as pesquisas sobre a aplicação de **RV** na educação ainda ser objeto de estudo, é de consenso que a **RV** é uma importante e moderna ferramenta de auxílio no processo de ensino e aprendizagem.

2. CONTEXTO ATUAL DO ENSINO PARA APLICAÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL

A maioria das nossas escolas estão fundamentadas no modelo tecnicista de educação que enfatiza a tomada de decisão de cima para baixo (top-down), produção em massa e focaliza o aprendizado onde:

- os professores são tidos como especialistas no assunto, dono da informação e extremamente responsáveis por qual informação e qual a qualificação que os estudantes devem adquirir, bem como, em que seqüência e qual parte desta devem assimilar.
- conhecimentos (fatos) são tidos como mais importantes que o aprendizado (solução de problemas)
- os estudantes são aprendizes passivos e meros receptores de informação.

Porém é de consenso que este modelo não é funcional e, como resultado de estudos e pesquisas que coincidem exatamente com a explosão da tecnologia da informação, novas tendências demonstram que:

- aprender depende do querer aprender (Motivação)
- cada estudante aprende conforme seu estilo de aprendizagem
- estudantes aprendem melhor quando se permite livremente solucionar situações problemas.

3. BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DA ENGENHARIA

A aprendizagem é algo cíclico, começa pela observação de um fenômeno, experimentação, reflexão, explanação e aplicação deste em outras situações. Durante este processo, os estudantes apresentam diferentes estilos de aprendizagem [GWMR 1994], alguns são visuais, outros são verbais, alguns preferem explorar, outros deduzir. Em cada estilo, pode-se usar a **RV** de uma forma diferente.

No ensino de conceitos abstratos, a **Realidade Virtual** pode ser usada para materializar estas informações, permitindo por exemplo caminhar sobre superfícies delineadas por uma equação, fazendo-se, com isto, o reconhecimento de pontos de inflexão, curvaturas, etc.

Para indivíduos que apresentam estilos de aprendizagem visual, a **RV** se adequa perfeitamente devido ao seu aspecto altamente visual.

No caso de estilos explorativos, a **RV** pode ser utilizada de forma bastante satisfatória, permitindo uma análise detalhada de processos impossibilitados de serem representados por outros meios.

Para aqueles que aprendem melhor de forma ativa, a **RV** permite criar ambientes interativos que permitem a manipulação direta com o meio que responde às ações do usuário.

Nos casos onde o entendimento do processo é complexo e precisa-se realizar uma análise global do relacionamento entre as partes envolvidas, a **RV** pode auxiliar como ferramenta de visualização colocando o observador com uma visão geral do ambiente em estudo.

Segundo a literatura na área de **Realidade Virtual** [PANT 1995] há diversas razões para seu emprego na área de educação, entre elas citamos:

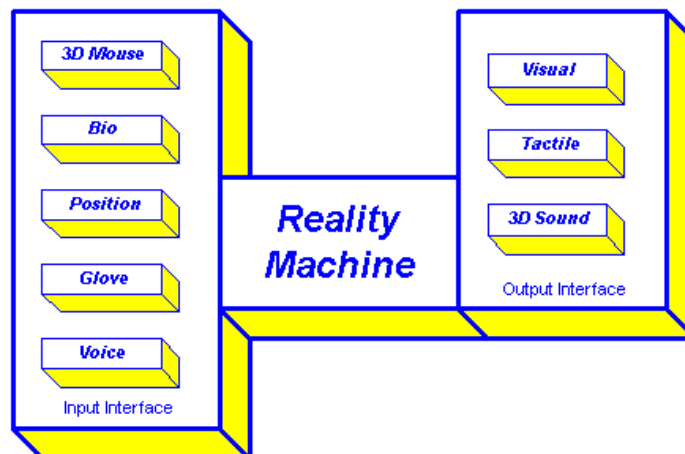
- maior motivação dos usuários;
- o poder de ilustração da **RV** para alguns processos e objetos é muito maior do que outras mídias;
- permite uma análise com o observador (i.e. estudante) localizado em um ponto muito próximo;
- permite uma análise com o observador (i. e. estudante) localizado em um ponto muito longe;
- permite que pessoas deficientes realizem tarefas que de outra forma não são possíveis;
- dá oportunidade à realização de diversas experiências;
- permite que o aprendiz desenvolva o trabalho no seu próprio ritmo;
- Não restringe o prosseguimento de experiências ao período regular de aula;
- Permite que haja interação e, desta forma, estimula a participação ativa do aluno.

Finalmente, é preciso pensar em **RV** como uma ferramenta que não seja somente mais uma forma de aprendizagem, mas sim, como uma forma de atingir aquelas áreas onde os métodos tradicionais estão falhando.

4. COMPONENTES DE UM SISTEMA DE ENGENHARIA VIRTUAL

Os principais componentes de um sistema de Engenharia Virtual são o Hardware e Software.

- Hardware (A figura abaixo representa os principais componentes de hardware de um sistema de **RV**)



(*Reality Machine*) Máquina Real – é o processador que executa a tarefa de criar o ambiente virtual e as interações com os usuários. A segunda tarefa da máquina real é interfacear os diferentes periféricos de entrada e saída, assim como executar a retroalimentação com o usuário no mínimo espaço de tempo. Dependendo da arquitetura do sistema **RV**, esta tarefa pode ser delegada a outros processadores, permitindo, assim, ao processador principal a única tarefa de renderização visual.

***Input devices* (Periféricos de entrada)**

Position trackers (Rastreadores de posição) – Estes periféricos registram qualquer movimento do usuário seja de sua cabeça e/ou mão dentro do ambiente virtual, atualizando

automaticamente a cena no mundo virtual de acordo com sua orientação e posição. Estes sensores são baseados em sistema mecânicos, magnéticos, ultra-sônicos e ópticos.

Digitizer (Digitalizadores) – São periféricos como mouse de 6 graus de liberdade e *force ball*. Um *force ball* utiliza sensores mecânicos desenvolvidos para medir forças e torques que o usuário aplica em cada uma das três direções.[DANI 1994]

Glove (Luvas) – São luvas dotadas de fibra-ótica em que sensores elétricos são usados para medir a posição das juntas e dos dedos. O usuário pode interagir com o mundo virtual através de gestos. A forma, peso, solidez e textura podem ser consideradas neste tipo de experiência, reforçando a presença de um objeto através do tato.

Biocontrollers (Biocontroladores) – processam atividades indiretamente tais como, movimento dos músculos e os sinais elétricos produzidos como consequência do movimento do músculo.

Voice – um meio bastante conveniente de interagir com o meio já que libera as mãos para uso de outros periféricos. Este tipo de facilidade é muito importante porque não requer hardware adicional, tipo luvas ou biocontroladores para conectar o usuário ao mundo virtual.

Output Devices (Dispositivos de saída)

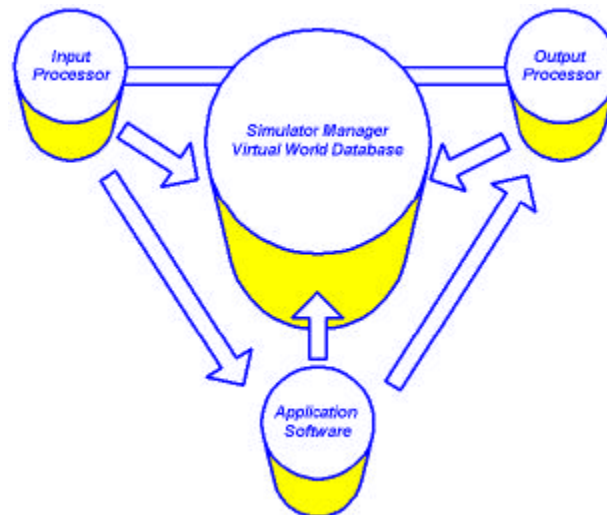
Visual - Head Mounted Displays (HMD) – é um dispositivo que se encaixa na cabeça do usuário, permitindo a sensação de imersão. A idéia dos HMDs é exibir em duas pequenas telas (uma para cada olho) imagens de uma cena virtual. Os HMDs são construídos, normalmente, usando dois tipos de monitores: os CRTs ou monitores de TV e os monitores de cristal líquido, os LCDs. Acoplados aos HMDs, em geral existem sistemas de rastreamento da posição (*Position trackers*) da cabeça a fim de permitir que se atualize as imagens do mundo virtual de acordo com a direção para onde o usuário está olhando. Um outro sistema usado e mais barato, é usar um monitor de geração de imagens estereoscópios e um LCD *shutter glass* .

Sound (Sons) - A adição de sons, torna a experiência com **RV** muito mais realista.

Haptic (*haptic* interfaces) – São sistemas que produzem sensação de tato (*touch feedback*) ou de força (*force feedback*) que são usados em ambientes de **Realidade Virtual** para aumentar a sensação de imersão. A sensação de tato fornece informações sobre a geometria da superfície, sua textura e sua temperatura. Por outro lado, a sensação de força fornece informações sobre o peso do objeto e sua rigidez.

- Software

A figura abaixo representa a composição típica de um sistema **RV**. Consiste de um gerenciador de simulação e um banco de dados de mundos virtuais. O simulador executa um processo cíclico de eventos onde os periféricos de entrada são examinados, as ações do usuário são processadas e, finalmente, uma retroalimentação é fornecida ao usuário do sistema pelos periféricos de saída. O banco de dados de mundos virtuais contém informação sobre todos os objetos e seus atributos (cor, textura, propriedades físicas e outros).



O processo cíclico de eventos, consiste de:

Processador de entrada – é o software que obtém os dados diretamente dos periféricos usados no sistema de **RV**.

Software de aplicação – é o software que executa tarefas particulares comandadas pelo sistema de **RV**. Por exemplo, a checagem de colisões.

Processador de saída – software que apresenta os resultados da interação entre o usuário e o ambiente.

5. TIPOS DE SISTEMAS PARA DESENVOLVIMENTO DE MUNDOS VIRTUAIS

Sistemas de Realidade Virtual Imersiva - Em sistemas de **RV** imersivos o usuário está completamente imerso em um ambiente sintético tridimensional gerado pelo computador. Periféricos como HMD, rastreadores de posição, luvas são geralmente usadas a fim de garantir o sentimento de imersão. O objetivo principal destes sistemas é garantir o máximo de realismo possível, requerendo assim, o uso de processadores rápidos e de hardware específico e de elevado custo.

Sistemas de Realidade Virtual não Imersiva - Como oposto do sistemas de realidade virtual imersiva, são mais econômicos, e são desenvolvidos para aplicações onde não se faz necessária a imersão. Estes sistemas permitem que usuários visualizem e interajam em ambientes 3D utilizando monitores e óculos estereoscópios. Periféricos como Spaceball, gloves podem ser usadas. Outras características da **RV** como reconhecimento de voz e saídas de som podem ser utilizadas. Estes sistemas são implementados de forma mais simples e barata e tem um potencial muito grande de uso na educação.

6. TIPOS DE SOFTWARES PARA CONSTRUÇÃO DE MUNDOS VIRTUAIS

Ferramentas de autoria para Mundos Virtuais - São ferramentas que permitem a criação de mundos virtuais usando interface gráfica ou editores de texto sem a necessidade de programação em linguagem específica do tipo C, C++, etc.

RV Toolkits - Consiste de bibliotecas de programação em linguagem específica do tipo C ou C++ contendo um conjunto de classes que operam nos mais diversos aspectos do ambiente virtual. Exemplos de **RV** toolkits existentes no mercado são:

- WorldToolKit da Sense8 (Unix/Dos/Win 95/NT)
- VEOS da HIT Lab (Unix)
- Cyberspace Development Kit da Autodesk

7. O CIBERESPAÇO

O advento da Internet trouxe consigo novas perspectivas de, cada vez mais, compartilharmos informações. Seu rápido crescimento tem acrescentado a cada dia novos conceitos na área de educação, tais como: videoconferência, ensino a distância e a materialização do conceito de Ciberespaço (local criado por uma rede de múltiplos sistemas de Realidade Virtual interligados) introduzido pela primeira vez pelo escritor William Gibson em seu livro Neuromancer (1984).

A idéia de utilizar Realidade Virtual na Internet surgiu na primeira conferencia sobre WWW (World Wide Web) em Genebra (Suíça) em 1994. Desta reunião surgiu a primeira linguagem de desenvolvimento de ambientes de Realidade Virtual voltada para Internet, VRML (Virtual Reality Modeling Language).

VRML é uma linguagem para desenvolvimento de cenas tridimensionais. Um arquivo VRML contém instruções que são lidas por um browser (navegador) VRML que determina como converter estas instruções em gráficos 3D. A primeira versão desta linguagem, VRML 1.0, nos permitia criar e visualizar apenas mundos tridimensionais estáticos sobre a Internet. Uma revisão deu origem a VRML 2.0 e do conceito de Moving Worlds (Mundos em movimento). Agora, não apenas, temos mundos 3D estáticos, mas estes podem mover-se e responder a eventos baseados em iniciativas do usuário ou em função do tempo. Isto proporciona o surgimento de linguagens com características cada vez mais próximas do conceito de Realidade Virtual, que são animação, interação, prototipação de novos objetos e comportamentos baseados em scripts. VRML 2.0 além de permitir a utilização de sripts em VRML, também permite a utilização de Java, uma poderosa linguagem com características de Linguagem Orientada a Objetos, que permite aos programadores cada vez mais flexibilidade no desenvolvimento de mundos virtuais. Além de VRML 2.0, toda uma API em Java, denominada Java 3D, vem sendo desenvolvida e aplicada na construção de mundos virtuais.

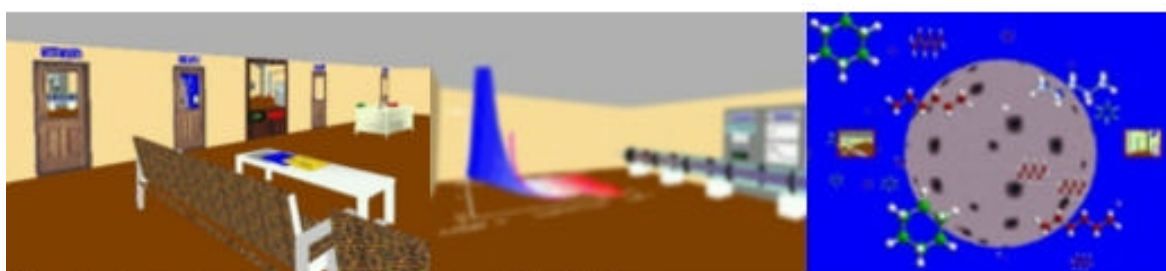
8. ALGUMAS APLICAÇÕES DE RV

Diversas são as aplicações desenvolvidas em **RV** para educação por Universidades, Instituições públicas e privadas, citaremos aqui alguns dos exemplos pioneiros:

Projeto Vicher (Virtual Chemical Reaction Module), da Universidade de Michigan – Chemical Engineering Departament.

Vicher é um aplicação em **RV** para educação em Engenharia Química. Seus objetivos são: garantir a melhoria do aprendizado em engenharia química através da utilização de vários estilos de aprendizagem; construir uma base de conhecimento sobre técnicas em **RV**, que poderão ser utilizadas por outros problemas; estudar a **RV**, como uma ferramenta educacional, determinar o seu potencial e suas deficiências como ferramentas educacional.

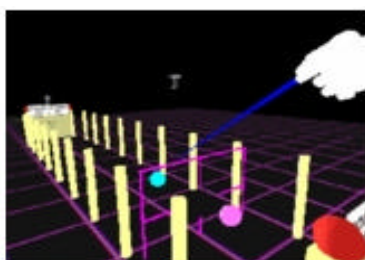
O ambiente virtual Vicher consiste de uma pequena parte de uma planta química moderna e mais algumas áreas de exploração microscópica. O mundo virtual é dividido em diversos ambientes. No primeiro ambiente (*welcome center*) o usuário aprende como usar o programa e receber outras informações pertinentes . No ambiente do reator de transporte os estudantes podem estudar os princípios da engenharia, estudar os efeitos energéticos de uma reação cinética, assim como, o projeto do reator. O reator pode ser operado nas mais diversas condições e observado o efeito de mudança de temperatura, fluxo, condições de reação, etc. O ultimo ambiente mostra uma visão aumentada de uma superfície do catalisador .[JOHN 1995]. Ver figura abaixo.



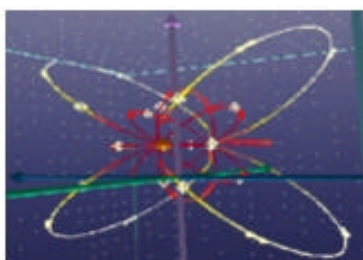
Ambientes de exploração do projeto Vicher

SpaceScience (Virtual Environment Technology Laboratory) Laboratório Virtual de Física

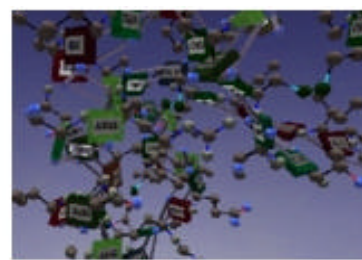
Desenvolvido pela Universidade de Houston e da Universidade George Mason em consórcio com a NASA com o objetivo de testar o uso da Realidade Virtual no ensino de física., buscando a relação com outros métodos tradicionais de ensino. São três os projetos que compõem o *SpaceScience*: o *NewtonWorld*, para a área de mecânica newtoniana, o *PaulingWorld* para o estudo da formação de moléculas e o *MaxwellWorld* para a experimentação com conceitos de fluxos e cargas elétricas.[DANI 1994].Ver figura abaixo.



Newton World



Maxwell World



Pauling World

9. CONCLUSÕES

Diante dos benefícios citados na literatura sobre a utilização de **RV** como ferramenta de ensino aprendizagem, reconhecemos que para suprir algumas deficiências no Ensino da Engenharia podemos utilizar a **RV**, para por exemplo:

- Construir laboratórios virtuais de simulação, que envolvam o manuseio de produtos perigosos, liberando professores e estudantes de acidentes indesejáveis;
- Representar conceitos abstratos não disponíveis quando da utilização de ferramentas tradicionais de ensino;

- Projetos e montagem de instrumentos, equipamentos e plantas industriais, utilizando sistema CAD parametrizado, que se atualizam automaticamente a cada mudança efetuada no ambiente virtual;
- Construção de túneis de vento e de outros laboratórios que demandam alto custo de implantação e de manutenção, etc.

O que precisamos é diante de uma tecnologia emergente, expor nossos professores e alunos a utiliza-la com freqüência a partir das formas mais primitivas, reconhecendo na mesma suas vantagens e desvantagens, preparando-se para uma nova realidade no ensino.

O maior potencial de benefícios na utilização de **RV** se encontra nos sistemas imersivos, sob os quais podemos aprender através dos mas diversos estilos de aprendizagem. Porém os altos custos, ainda dificultam a implantação de tais projetos.

O desenvolvimento e utilização de sistemas não imersivos podem através da utilização de acessórios (óculos estereoscópios, luvas, som 3D) adicionar o sentimento de imersão e de realismo. Devemos estimular o desenvolvimento e utilização destes mundos virtuais, que podem com facilidade ser utilizados em ambientes de rede (Internet), permitindo o ensino a distância.

Mediante tais desafios necessitamos preparar nosso corpo docente e discente para assimilar toda esta tecnologia.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[AMES 1995] AMES,A.;NADEAU,D.;MORELAND,J., **“VRML Sourcebook”** - John Wiley & Sons, Inc. 1995.

[BYUN 1994] BYUNGKYU KIM; SAMG-HYUN KIM, RATNAKAR SONTI, RAJIT GADH, **“Virtual Engineering Environment Applications: An Overview“**, Design for Manufacturability – ASME 1994 . Vol 67

[DANI 1994] DANI, T.; FATHALLA, M.; GADH, R., **“COVIRDS : A Conceptual Virtual Design System “**, Design for Manufacturability – ASME 1994 . Vol 67

[DED 1996] DEDE,C.;SALSMAN, M.; LOFTIN, B., **“ScienceSpace: Virtual Realities for Learning Complex and Abstract Scientific Concepts”**. Virtual Environment Laboratory, 1996. <http://www.vetl.uh.edu/ScienceSpace/absvir.html>.

[GWMR 1994] GEOFFREY C. FOX, WOJTEK FURMANISKY, MICHAEL S. NILAN, RUTH V. SMALL, **“Assessing Virtual Reality for Education”**, Northeast Parallel Architecture Center, jan 1994.

<http://www.ehr.nsf.gov/EHR/RED/AAT/Award9453871.html>

[JOHN 1995] JOHN T. BELL; H. SCOTT FOGLER, **“The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool”**, American Society for Engineering Education – Annual Conference, jun. 1995

[PANT 1995] PANTELIDES, V. **“Reasons to use Virtual Reality in Education”**. VR in the Schools, col. 1, nr. 1, jun. 1995

[KIRN 1996] KIRNER,C.;PINHO,M, **“Uma Introdução à Realidade Virtual”**. Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, Recife, ago 1996.

[WINN 1993] WINN, WILLIAN, **“A Conceptual Bases for Education Applications of Virtual Reality”**. Human Interface echnology Laboratory, University of Washigton, aug 1993

<http://www.washigton.edu/publications/r-93-9.html>

[WINN 1997] WINN, WILLIAN, **“The Impact of Three-Dimensional Immersive Virtual Environments on Modern Pedagogy”**. Human Interface echnology Laboratory, University of Washigton, Technical Report R-97-15, may 1997