

# ConstruiRV – Uma Ferramenta Educacional para Construir Conhecimento utilizando Realidade Virtual

Ana Paula Piovesan Melchiori Peruzza<sup>1,2</sup>, Marcelo Knörich Zuffo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Sistemas Integráveis – Depto. de Engenharia de Sistemas Eletrônicos, Escola Politécnica – Universidade de São Paulo – Av. Prof. Luciano Gualberto, 158 – Trav. 3 – CEP 05508-900 – São Paulo – SP – Brasil.

<sup>2</sup>Faculdade de Informática de Marília – Fundação de Ensino "Eurípides S. da Rocha" – Av. Hygino Muzzi Filho, 529 – CEP 17525-901 – Marília – SP – Brasil.

anapaula@fundanet.br , mkzuffo@lsi.usp.br

**Resumo:** Este artigo apresenta a Ferramenta Didática ConstruiRV (Construir Conhecimento com Realidade Virtual), que é caracterizada por um Sistema de Realidade Virtual Distribuído desenvolvido para a área Educacional, servindo de ferramenta adicional para a Educação. É baseado no modelo construtivista e está estruturado de maneira Modular, onde se torna possível inserir novos Módulos Educacionais a qualquer momento. O ConstruiRV permite aos alunos aprender os conceitos da disciplina através de experiências virtuais vividas no ambiente virtual, tornando o aprendizado muito mais duradouro. Neste ambiente também se torna possível cooperar no aprendizado de outros usuários da rede, mesmo estando distantes fisicamente. Portanto este ambiente será uma Ferramenta Didática, que poderá ser utilizada para complementar as aulas de um professor ou para a tecnologia de Educação à Distância.

**Palavras-chave:** Realidade Virtual na Educação, Construtivismo, Ferramenta Didática, Educação à Distância.

# ConstruiRV – Uma Ferramenta Educacional para Construir Conhecimento utilizando Realidade Virtual

## 1. Introdução

Estamos vivendo em plena era da Ciência e da Tecnologia. Vive-se, hoje, o sonho de Descartes onde a Sabedoria tão cara aos antigos gregos abre espaço para a Tecnologia. A Tecnologia é a criação do ser humano que abrirá a possibilidade do homem ser "mestre e senhor da natureza" (Descartes 1947). Assim, Descartes compara o saber a uma árvore cujo tronco é a ciência da natureza; os galhos representam as ciências aplicadas; as raízes, o fundamento do próprio conhecimento humano: "Todas as ciências nada mais são do que a sabedoria humana que permanece una e sempre a mesma ..." (Descartes 1947).

O desenvolvimento tecnológico que vivemos hoje proporciona a quebra de barreiras e permite a disseminação do conhecimento. Afirmar que a utilização da Informática na Educação vem crescendo, é algo óbvio e irrefutável. O computador foi incorporado nas escolas como uma ferramenta para o ensino-aprendizagem, auxiliando os Educadores e permitindo uma comunicação lúdica e atrativa. Aliando estas ferramentas didáticas com a Internet, temos as Ferramentas para a Educação à Distância.

O ConstruiRV é uma destas ferramentas, que está em processo de desenvolvimento. Trata-se de uma Ferramenta Didática que pode ser aplicada tanto como uma ferramenta para auxiliar o professor em sala de aula, quanto para o Ensino à Distância. É baseado no modelo Construtivista, possibilitando que os alunos aprendam os conceitos da disciplina através de experiências virtuais vividas no ambiente desenvolvido, tornando o aprendizado muito mais duradouro, além de poder cooperar no aprendizado de outros usuários da rede, mesmo estando distantes fisicamente.

O Construtivismo é baseado nos estudos de Jean Piaget, que embora não tenha construído uma teoria pedagógica, influenciou muito a educação, pois se dedicou ao estudo de como o ser humano constrói o conhecimento. Piaget, procurando descobrir a origem da história do comportamento do ser humano, dedicou-se ao estudo do modo como o ser humano constrói conhecimentos, utilizando interação com o meio social e natural. Segundo Piaget, "o conhecimento resulta de uma inter-relação entre o sujeito que conhece e o objeto a ser conhecido". É nesta linha que surge o Construtivismo, tentando explicar como a inteligência humana se desenvolve partindo do princípio de que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio.

Como o ConstruiRV é baseado no modelo Construtivista, encontramos na Realidade Virtual a forma de interface mais adequada para o nosso ambiente educacional, pois na maior parte dos ambientes Educacionais existentes, os usuários não possuem uma representação realista dentro dos mesmos, ele apenas interage como mero espectador, não vivendo as experiências que estão sendo transmitidas. Um dos aspectos importantes desta ferramenta é que ela possibilita a representação do usuário de maneira realista, através de avatares. Cada usuário remoto será representado por um avatar que será controlado pelo usuário ou ter a sua simulação gerada pelo sistema através de agentes. Os usuários e os agentes realizarão modificações no ambiente virtual e estas modificações serão analisadas e controladas pelo sistema. Além disso, o ambiente será povoado por Agentes Autônomos, com o objetivo de aumentar o realismo, pois o usuário não se sentirá um solitário em busca do conhecimento.

Procuramos então aplicações educacionais onde o uso de Realidade Virtual não tivesse somente o objetivo de representar o usuário de maneira realista, mas que a sua utilização fosse de suma importância ao aprendizado. Encontramos na Física as aplicações de procurávamos. A Física é, sem dúvida alguma, uma das áreas do conhecimento que mais se presta ao aprendizado por experimentação e observação de fenômenos. Pensando nisto, pesquisadores vêm desenvolvendo Ambientes Virtuais para o Ensino de Física utilizando a Realidade Virtual para proporcionar maior realismo ao experimento estudado, permitindo que os usuários, imersos na experiência, possam interagir com os objetos, mudar suas propriedades e observar seu comportamento. Além disto, a Realidade Virtual permite que o aluno se posicione em qualquer parte do ambiente para melhor observar uma experiência.

Ainda no Construtivismo, defende-se a idéia é que o homem não nasce inteligente e também não é passivo sob a influência do meio. Assim, ele responde a estímulos externos utilizando-os para construir

e organizar o seu próprio conhecimento. Este conhecimento é construído de forma cada vez mais elaborada. Assim, o processo de constituição de conhecimentos passa a ter uma importância vital.

Visando a facilitação da construção do conhecimento, utilizamos a CAVERNA Digital (ZUFFO, 2001) como parte integrante do Sistema Distribuído considerado, criando um ambiente realístico para aplicações na área educacional. O uso da Caverna vem propiciar a imersão necessária à visualização de alguns efeitos Físicos invisíveis a olho nu, podendo interagir com os usuários remotos, propiciando um melhor aprendizado.

Neste novo modelo educacional, “o papel do professor muda radicalmente, pois ele não é mais aquele professor que se coloca como centro do processo, que ‘ensina’ para que os alunos passivamente aprendam; tampouco é aquele organizador de propostas de aprendizagem que os alunos deverão desenvolver sem que ele tenha que intervir. Ele é o agente mediador deste processo, propondo desafios aos seus alunos e ajudando-os a resolvê-los, realizando com eles ou proporcionando atividades em grupo, em que aqueles que estiverem mais adiantados poderão cooperar com os demais.” (MULTIEDUCAÇÃO 2003)

## **2. A Educação Contemporânea e a Realidade Virtual**

*“Ser contemporâneo é viver a cultura de seu tempo, é compreender os valores, as necessidades de sua época e o sentido da prática social.” (VALE 1955)*

A crise mais importante na Educação está centrada na Qualidade do Ensino, que está diretamente ligada à pessoa e ao saber do professor e dos recursos didáticos disponíveis. Os alunos de hoje estão acostumados a recursos tecnológicos utilizados pelas programações audiovisuais, assim, ao entrar na sala de aula, encontram professores que só dispõem de giz, lousa e verbalização para transmitir o saber historicamente acumulado e que precisa ser assimilado por estes estudantes.

Este choque retrata a distância entre a dinâmica do mundo atual e a forma tradicional de ensino, gerando desinteresse, desmotivação e conseqüentemente dificuldade e morosidade no processo de aprendizagem por parte do aluno.

No atual desenvolvimento da informática, a Realidade Virtual vem surgindo como uma avançada tecnologia de inter-relacionamento entre o computador e o usuário e é por isso que hoje se discute muito sobre como ela pode ser aplicada no ensino.

Neste aspecto, pretendemos unir forças para, através da pesquisa, produzir recursos didático-pedagógicos, utilizando as novas tecnologias de Realidade Virtual, com o objetivo de facilitar o aprendizado por parte dos alunos, que o auxiliarão no processo de aquisição do saber.

Às vezes os métodos de ensino convencional tornam-se insuficientes porque os alunos não conseguem criar modelos mentais para determinados conceitos abstratos. Estes problemas surgem muito no ensino de ciências, principalmente nas disciplinas de Química e Física. O estar "imerso" num mundo virtual pode ajudar os alunos a perceberem com mais facilidade os erros conceituais que cometem. Por exemplo, no caso da Física é típico que os alunos confundam os conceitos de velocidade, aceleração, forças e as suas relações.

A Realidade Virtual pode ser uma boa solução para o ensino porque expande os processos normais de aprendizado, principalmente quando o aluno é encorajado a participar de um processo criativo e imaginário, vivendo a experiência que o mundo virtual disponibiliza e onde aprende “brincando” coisas que nos métodos tradicionais levaria mais tempo para ser ensinado.

### 3. Introduzindo Realidade Virtual na Educação à Distância

A evolução da tecnologia permite a utilização da Realidade Virtual em inúmeras áreas. Porém o investimento em educação ainda é precário, principalmente nos níveis mais básicos.

Com a evolução da tecnologia eletrônica, o limite físico para o acesso a pequenas escolas torna-se minimizado. A intensificação do uso da Internet permite que a informação chegue nestes locais, permitindo que as escolas mais longínquas sejam capazes de estarem informadas com notícias de última geração, igualando os potenciais de aprendizado entre os alunos do interior e das capitais, e mesmo de outros lugares do mundo. Usufruidos desta facilidade, podemos construir mundos virtuais que utilizem a Internet como meio de comunicação, aproximando pensamentos e idéias de estudantes, professores e interessados em todo o mundo.

A tecnologia computacional da Realidade Virtual oferece aos educadores uma nova maneira de ensinar com eficiência. A Realidade Virtual é uma forte motivação para as crianças e jovens. A razão mais óbvia, como afirma Byrne (1995), é que a Realidade Virtual é uma maneira nova e diferente e que habilita as pessoas a fazerem coisas que elas não poderiam fazer no mundo físico, como voar e visitar lugares que não existem.

As pesquisas mais recentes na área de Educação à Distância têm trabalhado com sistemas que possibilitam o aprendizado por transferência de informações. No sistema proposto iremos possibilitar o aprendizado colaborativo, pois pessoas fisicamente distantes e pertencentes a culturas diferentes poderão compartilhar o mesmo ambiente em questão, trocando suas experiências e gerando um aprendizado duradouro.

Para que a pessoa sintam-se familiarizada com o sistema, geraremos um ambiente onde o usuário não é um solitário em busca de conhecimento, mas sim, um membro inserido em uma sociedade, interagindo realisticamente com avatares e com humanos virtuais que apresentam comportamentos gerados por computador, levando em consideração os parâmetros da sociedade a que pertencem.

### 4. Estrutura da Ferramenta Didática

Para inserir os experimentos virtuais, necessitamos de um ambiente adequado, pois o ambiente vai influenciar na navegação, no envolvimento e na interação do usuário. Assim, dividimos o Sistema Educacional em salas, onde cada sala representa um experimento sendo desenvolvido, como pode ser constatado no diagrama apresentado na Figura 1.

Esta estruturação abre espaço para que o projeto abranja aspectos multidisciplinares, pois podemos ter experimentos desde a pré-escola até a faculdade, criando as Ferramentas Didáticas, que podem ser utilizadas dentro do sistema geral ou isoladamente por um professor em sala de aula.

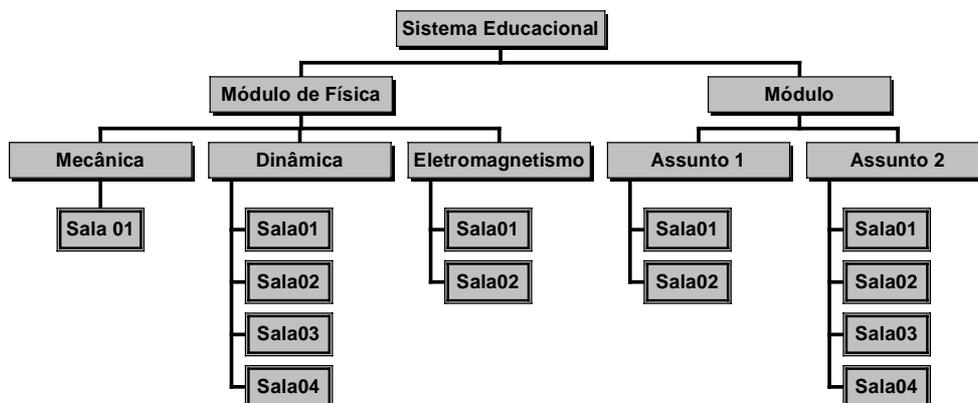


Figura 1: Diagrama da Estruturação do ConstruíRV

O ConstruíRV está sendo desenvolvido através de um Sistema de Realidade Virtual Distribuído baseado na arquitetura do modelo distribuído, sendo que o núcleo principal do sistema está concentrado em um Servidor do Sistema.

Este sistema utiliza a internet para fazer a comunicação dos clientes com o servidor, utilizando a RMI do Java 3D. No servidor está todo o controle do Ambiente Virtual Compartilhado, sendo que partes do ambiente são copiadas para Cliente, dependendo do módulo do sistema em que este cliente está navegando.

Os Clientes poderão fornecer novos módulos ao sistema educacional. Estes novos módulos serão controlados pelo servidor, mas estarão fisicamente distribuídos na rede. A estrutura deste sistema está dividida em pequenos mundos virtuais, responsáveis por um ambiente de ensino específico. Esta subdivisão visa uma melhor escalabilidade do sistema.

#### 4.1. Módulo de Controle

Este módulo permite que o usuário, que utiliza uma conexão à internet, acesse o sistema através de uma página HTML, onde é possível selecionar a Sala de Aquisição de Conhecimento que deseja participar. É responsável pelo controle da localização das Aplicações Educacionais na Rede; e pelo gerenciamento de cópias das partes que vão compor o ambiente selecionado.

As Salas de Aquisição de Conhecimento estão distribuídas pela rede, como pode ser visto na Figura 2. O servidor localiza a aplicação escolhida e transfere o controle do usuário para a máquina responsável pela aplicação Educacional requisitada. Neste momento o usuário passa a se comunicar diretamente com a máquina responsável pela aplicação Educacional selecionada. Quando o usuário finaliza as atividades na sala em questão, a máquina responsável pela aplicação Educacional devolve ao servidor os dados do desempenho do aluno na sala.

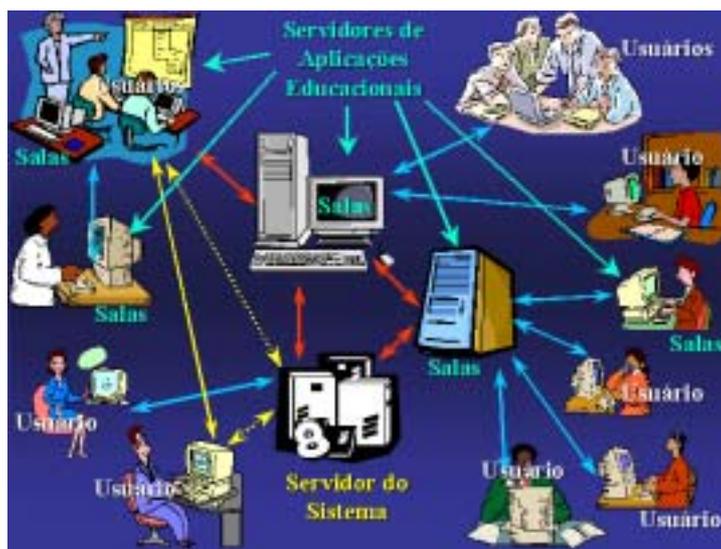


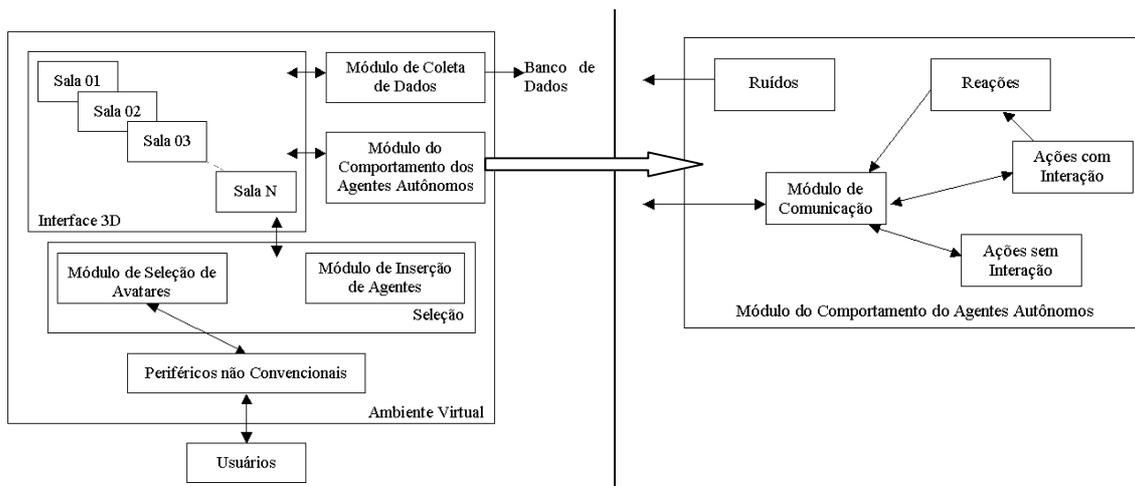
Figura 2: Representação da Distribuição do ConstruíRV

#### 4.2. Módulo do Ambiente Virtual

De uma forma geral, o Ambiente Virtual está dividido nos módulos de Periféricos não Convencionais, Seleção, Interface 3D, Comportamento dos Agentes Autônomos e Coleta de Dados, como pode ser observado no diagrama da Figura 3.

Quando o usuário é inserido no Ambiente Virtual, levanta-se as características dos recursos (hardware) que o usuário tem disponível para navegação neste ambiente. Após este processo, escolhe-se a representação do usuário por um avatar humano. Se a sala escolhida necessitar de povoamento, o Módulo de Seleção irá providenciar a inserção de Agentes Autônomos.

Após estas etapas, o usuário é inserido na sala, onde o experimento selecionado está sendo desenvolvido. Todas as interações (do usuário com o sistema) serão armazenadas em um Banco de Dados para posterior análise.



**Figura 3: Módulos do Ambiente Virtual**

- **Módulo de Periféricos não-Convencionais:** Este módulo é responsável por disponibilizar os drivers do sistema para periféricos não convencionais em Java 3D, como traker, capacete, entre outros.
- **Módulo de Seleção:** O usuário poderá selecionar uma avatar para representá-lo no ambiente virtual. Além a seleção do avatar, o usuário deverá optar pela sala do Sistema de Educacional que ele deseja participar. Assim, será processada a inserção de um novo usuário no sistema e todas as implicações de replicação do ambiente virtual na máquina cliente. Este módulo também é responsável por povoar o ambiente virtual, proporcionando um maior realismo à aplicação. Estes agentes inseridos no ambiente serão controlados pelo Módulo do Comportamento dos Agentes Autônomos.
- **Módulo de Interface 3D:** Este Módulo é responsável por manipular as interfaces de cada sala do Sistema Educacional, disponibilizando e controlando toda a interface com os usuários. Aqui são definidas as regras de comunicação, interoperabilidade e cooperatividade dos usuários. Além disto, são estabelecidas as interações possíveis e são analisadas as modificações no mundo virtual provocadas pelos usuários.
- **Módulo de Coleta de Dados:** A Coleta de Dados será feita através da interação dos usuários com o sistema, e fornecerá os dados necessários ao Módulo de Avaliação da Ferramenta Didática. O sistema armazenará produções e registros dos alunos, como erros e acertos, observando o desenvolvimento deles em inúmeras ocasiões e a evolução de cada uma ao longo do uso do sistema, e respeitando as fases do sistema.
- **Módulo do Comportamento dos Agentes Autônomos:** Nesta ferramenta didática, cada agente será modelado através de objetos, que poderão ser simples ou articulados, e o seu comportamento será definido da mesma forma que Ken Perlin (1995) definiu, considerando as implicações de inseri-los na sociedade.

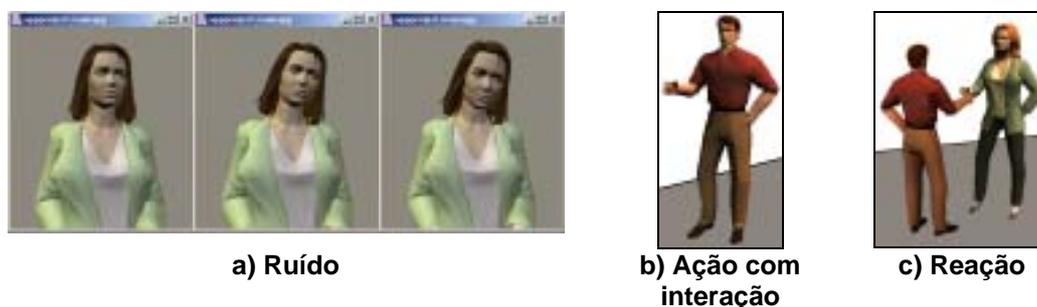
#### 4.3. Tipos de Usuários e Comportamentos

Poderemos ter três tipos de usuários dentro de uma Sala Virtual: os alunos, os professores e os Agentes. Para cada tipo de usuário será disponibilizando interações específicas, logo os usuários terão “poderes” diferentes dentro do ambiente escolhido. Assim, os alunos poderão discutir as atividades em andamento entre si, com o professor ou com os agentes; os professores poderão propor novas atividades e disponibilizar recursos adicionais, pertinentes à aplicação; e os agentes buscarão informações no Banco de Dados para interajam com os usuários de maneira realista.

O comportamento (Figura 3) atribuído a um determinado agente será composto de movimentações. Estas movimentações podem ser classificadas nos seguintes tipos:

- **Ruídos:** Constitui-se de movimentações repetitivas geralmente desferidas independentemente de qualquer influência externa sofrida pelo agente. Compreendido por atos humanos predefinidos como: piscar os olhos, leve movimentação da cabeça, respiração, e dentre outros; o conjunto de ruídos

necessitará de um controle responsável qualidade tanto do realismo e quanto do envolvimento desse agente. A figura 4a ilustra um ruído onde o humanóide balança a cabeça independentemente da vontade dos usuários.



**Figura 4: Comportamentos implementados no agente autônomo**

- **Ações sem Interação:** Respondem pelas movimentações individuais do agente no ambiente, sem que haja qualquer interação com uma segunda representação gráfica do sistema. A implementação dessa coleção de ações resulta na não exigência de atenções voltadas para alguns aspectos, tais como tempo, presença, colisão, etc. Ações desenvolvidas por um agente tais como andar, correr, sentar, pular, dentre outras, integram as ações sem interação pertinentes a implementação do SRV
- **Ações com Interação:** Ações desencadeadas pelo agente no sistema, onde uma determinada ação é compreendida pelo inter-relacionamento entre dois ou mais agente, assim define-se a capacidade interativa e autônoma do agente. Mantêm um vínculo muito forte com as reações do agente envolvido na interação. Como exemplo para essa dinâmica, evidencia-se a seguinte situação apresentada na Figura 4b, onde o agente Homem ao estender a mão para cumprimentar o agente Mulher, inicia uma ação com interação (ou pelo menos passível de interação), que obrigatoriamente passa para a condição de *agente passivo* (Mulher), a fim de esperar pela reação do agente Mulher.
- **Reações:** Atitudes desenvolvidas pelo agente como respostas a um determinado evento ocorrido no sistema, estabelecendo as características reativas do mesmo. Devido a sua responsabilidade de corresponder a estímulos sofridos pelo agente inserido no ambiente virtual; as reações somente serão executadas quando requisitadas pelo Módulo de Comunicação, no entanto para que o funcionamento das reações seja condizente, este módulo escolhe qual a melhor reação como resposta pra aquela ação sofrida pelo agente, através de uma busca às informações cabíveis àquela resposta no banco de dados Reações. Estas reações, que são as atitudes desenvolvidas pelo agente como respostas a um determinado evento ocorrido no Sistema, estabelecendo as características reativas do agente. A figura 4c ilustra a reação do agente Mulher correspondendo ao cumprimento do outro agente Homem.

### 4.3. Módulo do Comportamento Social

Visando a animação realista destes seres, encontramos a resposta que precisávamos, na área de comportamento de agentes autônomos e, sociedades. Nesta perspectiva, torna-se necessário fundir Realidade Virtual com o estudo do comportamento de agentes autônomos.

Com o intuito de acentuar o caráter de imersão e envolvimento, implanta-se recurso comportamental a um agente autônomo. Quando o conjunto desses recursos é implantado em um Sistema de Realidade Virtual, o agente portador desse conjunto passa a possuir um *comportamento* específico, onde são definidas as características ativas e reativas juntamente com ruídos, moldando o comportamento desempenhado por ele no Sistema Proposto.

Na literatura é comum encontrarmos trabalhos relacionados a comportamentos de agentes isoladamente, sem análise de cooperação e interação entre agentes autônomos. Outros trabalhos analisam o comportamento de agentes para uma sociedade específica, sem estabelecer migrações entre sociedades diferentes. No nosso projeto restringimos esta sociedade, não mais a multidões, mas sim a pequenas sociedades onde as pessoas possuem interesses comuns. Isto é bem observado em Salas de Aula, onde indivíduos provenientes de sociedades diferentes se reúnem com um objetivo comum: aprender o assunto em questão.

Partindo da definição de que uma sociedade pode ser considerada como um grupo de agentes que possuem interesses comuns, criaremos no nosso sistema, apenas um grupo de agentes com a mesma definição de comportamento, sofrendo ligeiras alterações, das quais não o descaracterizam como membro daquela sociedade. Ainda nesta definição temos diferentes regras que definirão as competências de cada agente na sociedade

Em uma sala de aula virtual teremos alunos de sociedades diferentes que trarão informações sobre suas diferentes culturas, contribuindo muito com o aprendizado. Assim, será possível analisar o comportamento dos agentes autônomos para estas sociedades distintas.

Além disso, teremos os avatares inseridos no ambiente virtual, que poderão ser controlados por periféricos não convencionais, possibilitando testes mais realísticos com relação ao comportamento dos agentes gerados por computador, gerando situações não previstas pelo sistema. Os dados obtidos destes comportamentos são coletados pelo módulo de Coleta de Dados para posterior análise.

#### **4.4. Módulo de Avaliação da Ferramenta Didática**

Este módulo tem o objetivo de avaliar o sistema de Realidade Virtual para a Educação e propiciar comparações dos resultados obtidos através da utilização da Ferramenta Didática, com resultados obtidos através dos métodos de ensino tradicionais, analisando a contribuição da Realidade Virtual para o ensino/aprendizagem.

A coleta dos dados na Ferramenta é feita através do módulo de Coleta de Dados, que armazena os em bancos de dados para futuras análises. Também poderão ser utilizados para se fazer análises em cima de atuações do usuário, para que se tenha uma comparação de seus desempenhos passados e atuais.

Este módulo será subdividido em um módulo de Análise da Usabilidade do Sistema onde, através de métodos Estatísticos, torna-se possível analisar o desempenho da Ferramenta Didática no processo de aprendizagem dos alunos, e o quanto esse tipo de sistema pode auxiliar neste processo; e também o desempenho de cada alunos, para que se possa analisar as diferentes dificuldades de indivíduo com o sistema.

### **5. Conclusões e Trabalhos Futuros**

Esta ferramenta já passou pela fase de projeto e agora está na fase de implementação. Após a implementação iniciaremos os testes, onde será possível analisar as suas contribuições para a aprendizagem.

Pretende-se gerar uma contribuição significativa para a consolidação de Sistema de Realidade Virtual para Ensino à Distância, onde será possível analisar os aspectos de aprender o sistema (usabilidade) e aprender através do sistema (aprendizagem), possibilitando a análise da aquisição do conhecimento através de experiências vividas pelos usuários neste ambiente virtual.

## Bibliografia

- “Centro de Informações MULTIEDUCAÇÃO”. Através do site <http://www.multirio.rj.gov.br/cime/> em Janeiro de 2003.
- “Virtual Reality and Education Laboratory (VREL)”, School of Education, East Carolina University, Greenville, North Carolina, USA. Através do site <http://www.soe.ecu.edu/vr/vrel.htm> em Janeiro de 2003.
- Badler, D. et al. - "The Center of Human Modeling and Simulation". Presence, Vol 4, No. 1, Winter 1995, pp. 81-96.
- Bowskill, J. and Downie, J. - "Extending the Capabilities of the Human Visual System: An Introduction to Enhanced Reality". ACM Computer Graphics, Vol. 29, No. 2, May 1995, pp. 61-65.
- Byrne, C. “The Industrial and Social Impact of New Technology in the Clothing Industry into the 2000s”, David Rigby Associates report, originally produced for the International Labour Office (ILO), Geneva and since reprinted, in modified form, in Textile Outlook International, March 1995.
- Camacho, M.L.A.S.M. – “Realidade Virtual na Educação” - material disponibilizado no site <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/simposio30.htm>
- Descartes, R. “Discours de la Méthode” (texte et commentaire, par Etienne Gilson). Paris, J. Vrin, 1947.
- Manacorda, Mario A. “Depoimento”. In: Revista da ANDE. São Paulo, Ano 5, Nº 10, 1986.
- Morreale, P. – “Agents on the move”, IEEE Spectrum, April 1998, pp. 34-41
- Moshell, J.M. et al. - "Research in Virtual Environments and Simulation at the Institute for Simulation and Training of the University of Central Florida". Presence, Vol 4, No. 2, Spring 1995, pp. 209-217.
- Perlin, K. - “Real Time Responsive Animation with Personality”. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 1, No. 1, March 1995.
- Piaget, J. “Epistemologia Genética. SP, Martins Fontes, 1990.
- Piaget, J. “A linguagem e o pensamento. SP, Martins Fontes, 1986.
- Piaget, J. “Para onde vai a educação?” RJ, José Olympio, 1973.
- Piaget, J. “Psicologia e Pedagogia. RJ, Forense, 1969.
- Pinho, M.S. – “Realidade Virtual como Ferramenta de Informática na Educação. Apostila do Tutorial”. VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Belo Horizonte, MG. 1996.
- Spinosa, B. “Tratado da Reforma da Inteligência.” São Paulo, Nacional, 1966.
- Vale, J. M. F. “Educação Científica e Sociedade”. In: Ciência Contemporânea e Ensino. Bauru (SP), UNESP / F. C., 1955.
- Virtual Reality and Education Laboratory (VREL), School of Education, East Carolina University, Greenville, North Carolina, USA. Através do site <http://www.soe.ecu.edu/vr/vrel.htm> em Janeiro de 2003.
- Wey, J.D.R. and Zuffo, J.A. - “InterFace: a Real Time Facial Animation System”. Anais do XI SIBGRAPI, Outubro de 1998.
- Zuffo, J.A et al. – “Caverna Digital – Sistema de Multiprojeção Estereoscópico Baseado em Aglomerados de PCs para Aplicações Imersivas em Realidade Virtual”. Anais do 4<sup>th</sup> SBC Symposium on Virtual Reality – SVR 2001, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil, October 16-19, 2001, pp. 91-102.