

Ambientes Virtuais para Educação a Distância: uma estrutura de classificação e análise de casos

Daniele Guimarães Alves, Tathiane Dutra Cabral, Rosa Maria Esteves M. da Costa

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
IME – Dept de Informática e Ciência da Computação
Rua São Francisco Xavier 524- 6º andar – Bl. B, CEP 20550-013 Rio de Janeiro - RJ
E-mail: rcosta@ime.uerj.br

Abstract

This work traces a profile related to virtual reality in distance education and conceptualizes a research framework to aid the study, design and development of virtual reality applications in distance courses. Some examples are classified in this framework and their common characteristics are discussed.

1. Introdução

Atualmente, a Educação a Distância (EAD) vem assumindo importância cada vez maior no campo da educação formal e na formação e atualização profissional, gerando condições de acesso à educação para pessoas que, por diversos motivos, não puderam obter a formação desejada pelos meios tradicionais de ensino.

A principal característica da Educação a Distância é a separação física entre professor e aluno durante grande parte do curso. Para apoiar este processo utiliza-se algum meio técnico de comunicação, que pode ser desde um simples texto impresso, até conferências por computador com comunicação em duas vias de áudio e vídeo. Neste caso, são utilizados os recursos de telecomunicação assíncrona, vídeo conferência, *chat*, som e imagens 3D.

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia nova, que vem ganhando força no mercado, já que oferece ao usuário novas possibilidades de interação com os sistemas computacionais. A navegação em ambientes virtuais favorece a atividade do usuário, que se torna muito mais intuitiva, facilitando a interação homem-computador.

A tecnologia de Realidade Virtual vem sendo explorada em diversas áreas do conhecimento, tais como medicina, artes, indústria, cinema e principalmente na educação. A integração da Realidade Virtual com a EAD pode gerar novas possibilidades para o aprendizado, criando instrumentos de incentivo à exploração, observação e construção do conhecimento.

A incorporação de novas tecnologias no contexto da EAD gera grandes desafios técnicos e pedagógicos. A experiência acumulada em práticas e estudos que vêm sendo desenvolvidos em diferentes instituições pode contribuir para acelerar esta integração, diminuindo custos e tempo de implantação dos sistemas. A comparação das características de projetos relatados na literatura oferece uma visão panorâmica da área, destacando pontos positivos e negativos de cada caso.

Partindo deste princípio, o objetivo deste trabalho é apresentar uma visão da área de EAD, destacar experiências no uso da tecnologia de Realidade Virtual potencialmente capazes de serem inseridas em cursos a distância e propor uma estrutura de classificação e comparação entre os ambientes que exploram diferentes abordagens da tecnologia de Realidade Virtual.

As estruturas de classificação são importantes meios de organizar, em quadros conceituais, dados para serem analisados, fornecendo diretrizes para pesquisa e o desenvolvimento de novas aplicações.

Os elementos que compõem esta estrutura foram levantados a partir do estudo de diferentes experiências, que serão brevemente descritas e suas principais características classificadas na estrutura proposta, para que se perceba como a tecnologia de RV e teorias associadas podem ser exploradas no âmbito da EAD.

Para atingir os objetivos acima propostos, o trabalho está organizado em seções que se dispõem da seguinte forma: esta introdução, seguida pela seção 2, que aborda as principais características da EAD. A seção 3 apresenta uma visão geral da tecnologia de Realidade Virtual, seguida pela descrição de algumas experiências que exploram a tecnologia de RV, os aspectos técnico-pedagógicos relacionados e o quadro de classificação comparando todos os sistemas.

2. Educação a Distância

A Educação a Distância vem se destacando nos últimos anos como uma das mais importantes

ferramentas de difusão do conhecimento e da democratização da informação. O incremento na diversidade dos recursos colocados à disposição dos estudantes pode colaborar de maneira bastante eficaz na absorção de conhecimentos, criando oportunidades de uma melhor formação para a competição em um mercado globalizado.

Ao contrário da educação presencial, a EAD pode atingir um grande número de pessoas interessadas no aprendizado, mesmo que estejam a grandes distâncias.

A Internet e suas tecnologias foram as responsáveis pelo elevado índice de desenvolvimento da EAD. A intensa capitalização das redes de computadores vem ampliando o público desta modalidade de ensino ao mesmo tempo em que, confronta aqueles que trabalham em educação com novos desafios.

A possibilidade de se obter informação em qualquer parte do planeta intensifica a relação entre os homens, possibilita seu desenvolvimento e, de certa forma, diminui suas diferenças. Quando passa a ser possível tornar relações não presenciais tão semelhantes às presenciais, esta tecnologia emergente começa a colaborar para o desenvolvimento de uma sociedade mais igualitária a despeito do tempo e do avanço e de muitos fatores limitantes.

2.1. Características da Educação a Distância

A seguir são apresentadas algumas das características mais marcantes da EAD:

- Separação professor-aluno: O docente não se faz presente fisicamente, mas transmite seus conhecimentos aos alunos, planejando e organizando o que o aluno irá aprender. Em alguns cursos existe a previsão de encontros presenciais ou a distância, onde há o contato do aluno com seu professor/tutor para retirada de dúvidas ou até execução de provas, participações em vídeo conferência ou conversas *on-line* (*chats*);
- Utilização de meios tecnológicos: A utilização de recursos tecnológicos de comunicação e interação, tais como: áudios, vídeos, computadores ligados em rede vem ampliando as possibilidades da EAD. Porém, vale destacar que apesar do grande avanço tecnológico, o material impresso ainda continua sendo o mais usado nos curso de EAD, principalmente, aqui no Brasil;
- Organização de apoio-tutoria: A atuação do tutor (orientador da aprendizagem do aluno) é muito importante na EAD. Este pode trabalhar à distância ou presencialmente, individualmente ou em pequenos grupos, sempre orientando os alunos no direcionamento de seus estudos;
- Aprendizagem independente e flexível: Através da EAD, procura-se além de transmitir conhecimentos, tornar o aluno capaz de “aprender a aprender” e “aprender a fazer”, de forma flexível, respeitando sua autonomia em relação ao tempo, estilo, ritmo e método de aprendizagem, tornando-o consciente de suas capacidades e possibilidades para sua autoformação.
- Comunicação multidirecional: Na EAD o aluno não funciona apenas como um receptor, mas também pode ter uma participação ativa, seja respondendo propostas que lhe forem feitas, propondo diálogo a seu tutor ou a outros alunos;
- Educação massiva: As novas tecnologias aumentam a possibilidade de trocas de materiais educativos, eliminando fronteiras espaço-temporais e propiciando o seu aproveitamento por um grande número de pessoas.

Segundo Oliveira [1], no âmbito empresarial, é cada vez maior o número de organizações que descobrem as vantagens do treinamento à distância para a capacitação e atualização dos seus funcionários, não somente por conta da redução dos custos, mas principalmente pela possibilidade de envolver um grande número de pessoas ao mesmo tempo e em regiões distantes.

3. Realidade Virtual

A tecnologia de Realidade Virtual vem se destacando nos últimos anos por sua versatilidade de exploração em diferentes domínios do conhecimento. Sua evolução é crescente, com o desenvolvimento de novos equipamentos aliados a novas ferramentas e linguagens de programação, que apóiam a criação de ambientes virtuais.

Esta tecnologia engloba um novo conceito do uso do computador, já que é possível ao usuário interagir com objetos 3D, gerando sensações mais próximas da realidade, através da utilização de dispositivos específicos, que captam os movimentos dos braços, pernas, cabeça da face, dos olhos e apresentam as cenas em visores ou óculos 3D.

A Realidade Virtual pode ser definida como sendo uma forma avançada de interação do usuário com o computador, possibilitando a sua participação em um “mundo virtual”, denominado Ambiente Virtual (AV).

A interface baseada em RV requer a conjugação de várias tecnologias de hardware e software. Dentro dos ambientes virtuais, o usuário tem a possibilidade de visualizar, manipular e explorar os dados em tempo-real, usando seus sentidos e os movimentos naturais 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 [2].

De acordo com Pinho e Kirner [3], a exploração da RV na área educacional envolve estudos interdisciplinares, abrangendo formas de interação e percepção, interface homem-máquina, fatores humanos do usuário e fatores cognitivos do aprendiz.

3.1. Caracterização

Uma das razões para o grande interesse despertado pela RV está no fato de o usuário poder “entrar” na interface das aplicações, visualizar e manipular os dados em tempo real, com a sensação de estar praticando uma ação real. Este nível de interação só é possível graças a utilização de capacetes, luvas e outros dispositivos especiais de entrada e saída.

Três idéias básicas podem sintetizar as principais características de um sistema de RV: imersão, interação e envolvimento. Se analisadas isoladamente, percebe-se que estas idéias não são exclusivas deste domínio, mas em conjunto, formam o alicerce das experiências de RV.

A imersão está ligada com a sensação de estar dentro do ambiente virtual. Um sistema imersivo pode ser obtido com o uso de capacetes de visualização ou salas de projeção. Porém, o sistema imersivo pode ser obtido também, por dispositivos convencionais, como: monitor, *mouse* e teclado, através da visualização tridimensional e manipulação de representações gráficas animadas. Apesar da grande importância 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. A visualização tridimensional através do monitor é considerada não imersiva e vem gerando muitas discussões entre pesquisadores da área [3].

A idéia de interação relaciona-se com a possibilidade do computador detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual, o que é conhecido como capacidade reativa. As pessoas gostam de observar simulações e de ver as cenas mudarem em resposta aos seus comandos.

O envolvimento está associado ao grau de motivação de uma pessoa na participação em uma atividade. O envolvimento pode ser passivo, como ler um livro ou assistir televisão, ou ativo, ao haver a participação em um jogo com um parceiro. A Realidade Virtual tem em si os dois tipos de envolvimento, já que permite a exploração de um ambiente virtual e propicia a interação do usuário com um mundo virtual dinâmico.

Além dessas características citadas, Kalawsky [4], afirma que um ambiente virtual típico deve agregar determinadas características que o tornem sintético, tridimensional, multisensorial e realístico .

- Sintético: o ambiente é gerado em tempo-real por um sistema computacional, não há uma pré-gravação deste ambiente.
- Tridimensional: o ambiente que cerca o usuário é representado em 3D e existem recursos que dão a idéia de que o ambiente possui profundidade, possibilitando ao usuário mover-se através dele.
- Multisensorial: neste caso, mais de uma modalidade sensorial é utilizada na representação do ambiente, como o sentido visual, auditivo, espacial, de reação do usuário com o ambiente, entre outros.
- Realístico: representa a precisão com que o ambiente virtual reproduz os objetos reais, as interações com os usuários e o próprio modelo do ambiente.

3.2. Realidade Virtual Imersiva e não Imersiva

A caracterização de sistemas de RV está relacionada com a imersão ou não imersão. Analisando-se a visualização, a RV imersiva é baseada no uso de dispositivos de entrada e saída especiais, tais como capacete, óculos e salas de projeção, enquanto a RV não imersiva baseia-se no uso de monitores de computador.

Quando se fala em vantagens e desvantagens do uso da imersão, podemos observar que a RV imersiva, embora tenha evoluído e seja considerada uma forma mais “natural” de interação, ainda apresenta custos elevados e dificuldades na integração dos equipamentos requeridos.

Já a RV não imersiva, que faz uso de dispositivos de entrada e saída convencionais, afasta as limitações técnicas e os problemas decorrentes do uso de capacete. É possível que com a evolução da tecnologia de RV e a redução de seu custo, ocorra a utilização de capacetes ou salas de projeção em grande parte das aplicações.

3.3. Os requisitos de hardware e de software

A evolução tecnológica dos dispositivos de RV tem propiciado o desenvolvimento de diferentes tipos de aplicativos, com variadas combinações de equipamentos de hardware e software. Algumas destas tecnologias são descritas a seguir.

3.3.1. Requisitos de hardware

De maneira geral, as aplicações de RV vem utilizando tecnologias mais acessíveis, como os PC's com placas aceleradoras gráficas. Entretanto, quando existe a necessidade de um maior desempenho, as estações da Silicon Graphics são mais indicadas. Os computadores deste fabricante apresentam uma capacidade elevada de processamento, de transferência interna de dados e processamento gráfico. Essas máquinas são usadas em sistemas de projeção

panorâmica e sistemas com múltiplos projetores como as CAVE's.

Os equipamentos usados para apoiar os processos imersivos e interativos são: óculos estereoscópicos de cristal líquido, capacetes de imersão (I-Glasses, HMD-Head Mounted Display), BOOMS, luvas eletrônicas, dispositivos de rastreamento, equipamentos geradores de som 3D, CAVE, telas côncavas, etc.

3.3.2 Requisitos de software

Atualmente existem diversas linguagens para desenvolvimento de sistemas de RV, dentre as quais, destacam-se:

- **VRML**

A Linguagem de Modelagem em Realidade Virtual (*Virtual Reality Modeling Language*), a VRML, é uma linguagem de descrição de cenários 3D, que possibilita a descrição de objetos tridimensionais, animações, interações entre objetos e usuários e também a inclusão de objetos multimídia. A VRML fez com que a Realidade Virtual esteja disponível para qualquer usuário da Internet, pois foi desenvolvida para ser utilizada em um ambiente distribuído como páginas da *Web*.

- **Java 3D**

Java 3D é uma API (*Application Programming Interface*), que é utilizada para a escrita de programas e *applets* gráficos tridimensionais, já que disponibiliza uma coleção de instruções para criar e manipular geometria 3D, além de poder ser integrada com a linguagem VRML.

Java 3D permite às aplicações o uso de imersão sem que haja necessidade de um alto nível de programação. Sua estrutura prevê o uso de periféricos imersivos, como: capacetes virtuais, óculos estereoscópicos, entre outros [5].

- **OpenGL**

A OpenGL é uma API (*Application Programming Interface*) que possui um conjunto de rotinas que dão a possibilidade de controlar a programação de imagens gráficas, permitindo a criação de gráficos 3D em tempo-real com alta qualidade. As aplicações OpenGL podem variar desde ferramentas CAD até programas de modelagem para criações para o cinema. Além de permitir desenhar de primitivas gráficas, como linhas e polígonos, OpenGL também permite efeitos, como iluminação e sombreamento, mapeamento de textura, transparência, animação e muitos outros efeitos especiais [6].

Estas linguagens e os equipamentos acima descritos têm possibilitado o desenvolvimento de várias experiências voltadas para a área educacional, como veremos a seguir.

4. A Estrutura de Classificação de Ambientes Virtuais

A RV pode ser utilizada na EAD como uma ferramenta, atuando não somente como uma estratégia de aprendizagem mais também, como uma forma de abordar temas onde os aspectos de visualização e manipulação são fundamentais para a aprendizagem.

Neste sentido, os ambientes 3D permitem a visita a lugares ou a realização de atividades que seriam impossíveis ou perigosas na vida real.

Segundo Pantelides [7], o uso de ambientes virtuais na educação aporta diversas vantagens:

- Maior motivação dos usuários;
- Poder de ilustração da Realidade Virtual para alguns processos e objetos é muito maior do que outras mídias;
- Permite uma análise de muito perto ou de muito longe;
- Permite que pessoas deficientes realizem tarefas que de outras formas não são possíveis;
- Permite que o aprendiz desenvolva o trabalho no seu próprio ritmo;
- Dá oportunidades para experiências e não as restringe ao tempo de duração da aula;
- Permite a que haja interação, e desta forma estimula a participação ativa do estudante.

Visando facilitar a observação das principais características intrínsecas aos ambientes virtuais aplicados à educação, a seguir será construída uma estrutura de classificação (Figura 1), que organiza estes aspectos de forma homogênea.

4.1. Elementos de Composição da Estrutura de Classificação

A seguir serão descritos os itens característicos dos ambientes virtuais para EAD. Aqueles que já foram abordados anteriormente serão remetidos às seções correspondentes.

- **Interface com o usuário**

A interface deve ser clara, ou seja, não deve apresentar dificuldades ao usuário no acesso aos recursos do sistema. Um ambiente que possui uma interface muito complexa pode acabar causando o desinteresse do usuário.

- **Linguagem**

Atualmente existem diversas linguagens para desenvolvimento de ambientes virtuais. Algumas das linguagens mais utilizadas foram descritas na seção 3.3.2.

- **Categoria**

A categoria do ambiente virtual está diretamente ligada ao número de usuários que é suportado pelo ambiente. Os AV podem se enquadrar em duas categorias: monousuário e multi-usuário.

Em um ambiente monousuário a navegação pelo ambiente virtual é permitida somente a um usuário, embora possa haver participação de outros usuários, como espectadores. Os sistemas multi-usuários permitem que várias pessoas interajam em um mesmo ambiente.

- **Recursos de comunicação**

Os sistemas educacionais que utilizam Realidade Virtual podem possuir ou não, meios para a interação entre os usuários. Uma forma de comunicação é o *chat*, que geralmente pode ser público ou privado. Outras possibilidades são animações gráficas e som.

- **Plataformas**

Neste item é identificado qual o equipamento e o sistema operacional utilizado. Podemos citar os sistemas *UNIX*, *WindowsNT*, *Silicon Graphics*, *Macintosh*, dentre outros.

- **Integração com outras aplicações**

Alguns sistemas permitem a integração com outras aplicações, ou seja, há a possibilidade de compartilhamento entre uma aplicação existente e um mundo virtual.

- **Utilização de dispositivos**

Os dispositivos são os tipos de equipamentos usados para apoiar os processos imersivos e interativos: Óculos estereoscópicos de cristal líquido, capacetes de imersão (I-Glasses, HMD-Head Mounted Display), BOOMS, luvas eletrônicas, dispositivos de rastreamento, equipamentos geradores de som 3D, CAVE, telas côncavas, etc.

- **Utilização de objetos**

Vários objetos podem estar presentes em uma cena de um ambiente virtual. As cenas podem conter, também, representações humanas animadas: avatares e simulóides. O avatar, representa o usuário em cena e o simulóide pode ser um ou mais objetos ou pessoas animadas controladas pelo computador. Outra estratégia utilizada são os portais, que facilitam a mudança entre mundos virtuais dentro de um mesmo tema [8].

- **Arquitetura**

A arquitetura que vem sendo mais usada é a cliente-servidor, onde um computador é o responsável por centralizar o controle da navegação e integração de todos os usuários.

- **Abordagens pedagógicas**

Os aspectos pedagógicos se referem as teorias e estratégias voltadas para o ensino e o aprendizado.

Vários aspectos peculiares surgem relacionados à pedagogia e a *Web*. Sobrecarga de informação é um deles. Trabalhar em um ambiente povoado por múltiplas mídias pode levar à sensação de saturação causada pelo grande volume de informação. Isto está relacionado à questão de “dissonância” associado a ambientes hiper-conectados [9].

A exploração da RV para EAD pressupõe a exploração de diversas estratégias pedagógicas, que serão sucintamente descritas a seguir:

- **Cooperação**

Os ambientes virtuais oferecem possibilidade do desenvolvimento de trabalhos conjuntos. A interação social possui um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo [10]. Neste caso, é importante que o ambiente disponibilize modelos e ferramentas que ajudem os participantes no compartilhamento do conhecimento e das competências.

- **Construcionismo**

De acordo com a abordagem construcionista, as pessoas assimilam o conhecimento através de tarefas construtivas. A meta desta abordagem é incentivar a criatividade e motivar a aprendizagem através da atividade. Ou seja, aprendizagem é baseada na construção de experiências que vão proporcionar esta aprendizagem [11].

- **Construtivismo**

Uma definição dada para o Construtivismo é que é uma “teoria de aprendizagem que parte do pressuposto de que todos nós construímos a nossa própria concepção do mundo em que vivemos a partir da reflexão sobre nossas próprias experiências”. [1]

De acordo com Macedo [12], podemos destacar como características do construtivismo: a valorização das ações, enquanto operações do sujeito que conhece; a produção de conhecimento em uma perspectiva não formal; o conhecimento só tem sentido enquanto uma teoria da ação (em sua perspectiva lógico-matemática) e não enquanto uma teoria da representação; o produto de uma ação espontânea ou apenas desencadeada, mas nunca induzida;

- **Narrativa**

A histórias fazem parte da vida do ser humano há muito tempo. As histórias folclóricas, os mitos, e até as histórias contadas entre famílias, perpetuadas de geração a geração, são formas de narrativa. As histórias contadas pelos seres humanos são uma forma de expressar como as experiências vividas são compreendidas e auxiliam na forma de comunicação.

As narrativas auxiliam na organização da existência humana em seqüências espaciais e temporais, através de relatos sobre o mundo e sobre nós mesmos [13].

A seguir é apresentada a estrutura de classificação, criada a partir dos aspectos acima descritos.

ASPECTOS	POSSIBILIDADES
Interface com o usuário	Interface complexa Interface simples
Linguagens utilizadas	VRML ASP VBScript Java Script HTML JAVA
Categoria	Multi-usuário Monousuário
Recursos de Comunicação	Som Imagens Animações gráficas Chat
Plataforma	UNIX Windows NT Web Machintosh
Integração com outras aplicações	É permitido Não é permitido
Utilização de Dispositivos	Capacete Luvas Óculos Joysticks CAVE Rastreadores Dispositivos acústicos
Utilização de Objetos	Avatares Simulóides Portais
Arquitetura	Cliente-servidor
Abordagem Pedagógica	Cooperação Construtivismo Construcionismo Narrativa

Figura 1: Estrutura de Classificação para experiências de EAD com RV

Com vistas a utilizar esta estrutura na classificação e análise de exemplos de ambientes virtuais passíveis de serem explorados para a EAD, a seguir são sucintamente descritas algumas experiências.

4.2. Exemplos Ilustrativos

4.2.1. ARCA - Ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem [14]

O projeto ARCA busca o desenvolvimento de um ambiente de ensino/aprendizagem que, apoiado pela Internet, possa atuar como instrumento no auxílio a uma prática pedagógica diferenciada. O professor define condições para uma aprendizagem significativa através de um ambiente que usando Realidade Virtual, permita a Cooperação. Os estudantes terão possibilidades de cooperar, e também de experimentar a telepresença, via avatar. Esta abordagem busca aperfeiçoar a habilidade dos estudantes para aplicar conhecimento abstrato, situando a educação em um contexto virtual similar ao ambiente real.

Pretende-se que por meio de modelos de *software*, tais como simulação com visualização gráfica em tempo real, um estudante possa ser imerso em um ambiente sintético construtivista. Técnicas de Vida Artificial são utilizadas para a criação deste ambiente composto por agentes autônomos que reagem aos estímulos provocados pela interação com o usuário, entre usuários e entre os próprios agentes, simulando os processos de deterioração de alimentos pela observação das relações, similaridades e diversidades entre vida orgânica e vida artificial e gerando resultados observáveis.

Dentro desta perspectiva, o Ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem pretende em sua primeira versão simular, em realidade virtual, uma loja de alimentos onde o aprendiz será desafiado a compreender os fenômenos que regem as relações de deterioração e conservação destes materiais. O aprendiz poderá "pegar" estes alimentos e manipulá-los livremente em situações com diferentes temperaturas, acidez do meio, umidade, embalagem e avaliar a influência da passagem do tempo.

O estudante atua e coopera não como ele próprio, mas via um avatar. Esta abordagem aperfeiçoa a habilidade dos estudantes para aplicar conhecimento abstrato situando a educação em contexto virtual similar ao ambiente em que as habilidades dos estudantes possam ser usadas.

Neste caso, o uso da tecnologia de RV além de favorecer a experimentação de situações apenas viáveis na imaginação humana, incentiva à participação ativa dos estudantes à medida em que oferece um espaço virtual tridimensional para ser explorado.

O Arca utiliza a Internet como plataforma de desenvolvimento para suas aplicações e estudos. A navegação neste sistema requer o uso de luvas e HMD, que funcionam como mediadores para as aplicações e testes. A arquitetura é a cliente-servidor.

4.2.2. AVC-MV: Ambiente Virtual Colaborativo para aplicações educacionais [8]

Este projeto está sendo desenvolvido como parte do Projeto Museu Virtual [15]. Esse projeto visa a criação de um ambiente virtual colaborativo, que dá suporte ao

ensino e envolve o desenvolvimento de ferramentas que possibilitem a criação de mundos virtuais por crianças e adolescentes, de maneira colaborativa de acordo com os conceitos do construtivismo.

O AVC-MC é um ambiente virtual colaborativo multi-usuário para a internet, que possibilita a criação colaborativa de mundos virtuais. O aluno é orientado pelo professor na utilização do AVC-MC para a experimentação, caracterizando um processo de produção de conhecimentos sustentado na prática e reflexão sobre esta prática. Para isso o AVC-MC oferece mecanismos que tutoram a navegação, permitindo que os experimentos possam ser retomados tantas vezes quantas forem necessários.

O AVC-MC foi implementado utilizando as linguagens Java e VRML 2.0, integradas por *EAI-External Authoring Interface*, seguindo o modelo cliente-servidor.

Para que se obtenha um bom processo de aprendizado é necessário que o mesmo desperte interesse nas pessoas. Como exemplo, o AVC-MC, foi desenvolvido entre outros, mundos que exploram o tema “História da Computação”, por despertar muito interesse entre os jovens.

Na criação do mundo virtual para o AVC-MC é necessária a utilização de diferentes tipos de objetos, como: avatares e portais.

É um sistema multi-usuário distribuído e pretende melhorar e facilitar o aprendizado, de acordo com os conceitos do construtivismo.

4.2.3. Projeto NICE (Narrative Immersive Constructionist / Collaborative Environments) [16]

O projeto NICE é um ambiente virtual imersivo desenvolvido para ser usado por crianças entre seis e dez anos de idade. Foi construído na Universidade de Illinois em Chicago e está baseado nas teorias educacionais atuais do construcionismo, de colaboração e narrativa. O construcionismo está representado pelo plantio e tratamento do jardim pela criança. A narrativa também pode ser observada no NICE, já que as crianças criam histórias quando utilizam o sistema. A colaboração é evidenciada através da combinação de interação em comunidades virtuais, ou seja, estudantes geograficamente distribuídos e estudantes no mesmo espaço físico. Este mundo virtual tem como objetivo a aprendizagem de formas variadas, com foco na colaboração com outras pessoas, na exploração do ambiente e na criação de histórias.

Foi desenvolvido para CAVE e trabalha com grupos de crianças, que podem estar no mesmo local ou remotamente distante. Múltiplas crianças podem interagir com o jardim e entre elas mesmas, ou seja, o NICE é um sistema multi-usuário. A linguagem utilizada no desenvolvimento dos objetos do NICE é a VRML, sendo que tais objetos podem ser manipulados, movidos, aumentados e diminuídos pelo usuário.

O NICE foi projetado como uma ilha da fantasia virtual, onde há um terreno relativamente grande que possui uma variedade de espaços que convidam a criança à exploração. Elas podem regar as plantas, verificar se está recebendo sol de mais ou de menos, ou seja, as crianças devem cuidar do jardim. Sendo que o sistema dá a criança a indicação do que ela deve fazer, seja abrindo um guarda-chuva quando a água é suficiente ou usando um óculos escuro para demonstrar que já pegou muito sol. Pais e professores podem participar do mundo virtual, como membros de um grupo ou apenas disfarçados, para acompanhar as atividades das crianças.

No NICE as crianças são representadas por avatares, que são objetos que passeiam pelo mundo virtual, cuidam do jardim, ou seja, agem como se a criança realmente estivesse caminhando pelo jardim.

O sistema utiliza o Silicon Graphics Onyx, porém, o mundo virtual também pode ser utilizado via internet, o que permite a criança maior interação com este mundo e por mais tempo, não precisando ficar dependente apenas da CAVE.

4.2.4. Beremiz [17]

O Beremiz é um simulóide, que integra uma aplicação capaz de tornar o software *Mathematica* disponíveis aos alunos e professores de uma escola virtual. O nome dado à aplicação é de referência a Beremiz Samir, famoso personagem da obra *O homem que calculava* do autor Malba Tahan.

O simulóide Beremiz faz a integração do software *Mathematica* com uma sala virtual de matemática. O Beremiz pode ser usado para diversos fins, tanto como uma ferramenta auxiliar para um professor de Matemática e seus alunos, quanto como uma ferramenta visando o treinamento de uma pessoa no uso do *software Mathematica*. O Beremiz encarrega-se principalmente de repassar as mensagens para o *Mathematica* e controlar a fila de requisições ao software.

Estas requisições podem ser feitas através de envio de mensagens de texto, onde tais mensagens devem seguir um modelo padrão, de modo que o Beremiz compreenda a que requisição corresponde à mensagem recebida. Para isso, estas requisições foram divididas em três categorias de acordo com o tipo de retorno esperado pelo *Mathematica*.

Cabe ao professor que vai utilizar o Beremiz definir qual o requisito e o seu retorno. Podendo acrescentar itens quando achar necessário.

Embora a estrutura da aplicação mediadora permita utilizar praticamente qualquer mecanismo para o controle da concorrência das requisições ao Beremiz, encontra-se implementado nessa aplicação um mecanismo simples que permite atender um usuário de cada vez, inserindo em uma fila de espera as requisições que chegam enquanto o Beremiz está ocupado.

O modelo de implementação do Beremiz pode ser estendido para integrar em ambientes virtuais outros tipos de software legados considerados importantes no apoio as atividades educacionais ou cujos serviços sejam imprescindíveis aos usuários de tais ambientes.

4.2.5. Ambiente virtual como ferramenta de apoio para a racionalização de energia elétrica [18]

Este ambiente tem como objetivo a utilização de técnicas de Realidade Virtual como uma ferramenta para auxiliar na educação e conscientização das pessoas sobre a utilização racional de energia elétrica. A intenção é conscientizar o usuário do sistema a respeito do desperdício de energia elétrica. A Realidade Virtual foi utilizada por ser considerada uma tecnologia de ponta, que permite um aprendizado mais participativo. O usuário pode visitar a casa, que é tridimensional, e este usuário pode atuar neste mundo virtual, simulando ou participando das experiências disponíveis. Este ambiente foi desenvolvido para ser utilizado na internet e não necessita de equipamentos especiais.

A casa virtual possui vários objetos, que são característicos de uma casa convencional. É possível

encontrar na casa objetos de decoração como: cama, sofás, mesas, cadeiras, pia, vaso sanitário, entre outros. Além, dos objetos elétricos, escolhidos por consumirem mais energia, como: televisão, chuveiro elétrico, lâmpadas, microondas, geladeira, etc. Todos os objetos são organizados em seus respectivos cômodos. A casa foi projetada para o usuário realmente ter a sensação de estar em uma casa de verdade.

No desenvolvimento do ambiente virtual foram utilizadas as linguagens VRML 2.0 e JavaScript.

O sistema permite que o usuário ligue e desligue os equipamentos elétricos da casa virtual. Através de um painel de consumo, é fornecido ao usuário informações relativas ao consumo de energia elétrica, demonstrando o consumo elétrico total da casa, os aparelhos elétricos que estão ativos no momento e suas respectivas potências, permitindo ao usuário ter as informações sobre o consumo elétrico independentemente do cômodo da casa que ele estiver. Isto permite ao usuário a percepção do consumo de energia global de uma casa.

A seguir, estes exemplos serão classificados de acordo com a estrutura de classificação (Figura 2):

Aspectos / Ambientes	ARCA	AVC-MC	NICE	BEREMIZ	Energia Elétrica
Interface c/o usuário	Interface complexa	Interface complexa	Interface simples	Interface de comunicação: é simples Interface de apresentação: é complexa	Interface simples
Linguagem utilizada	HTML VRML ASP VBScript	JAVA VRML	VRML	VRML JAVA	VRML JavaScript
Categorias	Multi-usuário	Multi-usuário	Multi-usuário	Multi-usuário	Mono-Usuário
Recursos de comunicação	Animações Gráficas	Animações Gráficas Som Chat	Animações Gráficas Chat	Animações Gráficas Chat Som	Animações Gráficas
Plataforma	Silicon Graphic's Dimension X's Liquid Reality.	Não disponível	Silicon Graphics Onyx	Windows NT	Microsoft Windows
Integração c/outras aplicações	É Permitido	Não é Permitido	Não Definido	É Permitido	Não Definido
Uso de Dispositivos	HMD, Luvas	Monitor	CAVE Monitor	Monitor	Monitor
Utilização de Objetos	Avatares	Avatares Portais	Avatares	Simulóides	Não utiliza
Arquitetura	Cliente- Servidor	Cliente-servidor	Cliente-servidor	Cliente-servidor	Ponto-a-ponto
Teorias Pedagógicas	Construtivismo Cooperação	Cooperação Construtivismo	Construcionismo Narrativa Cooperação	Cooperação	Não Definido

Figura 2: Características dos ambientes de acordo com a Estrutura de Classificação

4.3. Observações

A partir desta estrutura de classificação podemos observar que:

- Os ambientes que possuem objetivos e funcionalidades mais simples possuem interfaces menos complexas. Isto facilita sua manipulação por pessoas com diferentes níveis de instrução;
- Verifica-se uma tendência no uso de VRML, que permite a visualização destes sistemas em plataformas mais simples e baratas;
- A maioria dos sistemas descritos explora a categoria multi-usuário, onde várias pessoas podem acessá-lo ao mesmo tempo, proporcionando mais interação entre os usuários e criando situações de aprendizagem cooperativa;
- Apesar da grande capacidade gráfica das estações Silicon Graphics, sua utilização ainda restringe-se a projetos com maior aporte financeiro, devido ao alto custo destes equipamentos;
- Observa-se a exploração de recursos de comunicação síncrona, que aumenta a motivação para usar o sistema e por consequência pode melhorar o nível de retenção dos conhecimentos trabalhados;
- O uso de avatares parece ser uma forte tendência no uso da RV para fins educacionais e parece estar associada a exploração das abordagens pedagógicas mais construtivistas e cooperativas;
- Apesar do baixo grau de imersão, a tela plana dos monitores tem o seu uso mais difundido.

5. Comentários Finais

A utilização das modernas tecnologias de informação e comunicação para o ensino a distância apresenta-se como uma resposta às necessidades de aumento do nível educacional das populações.

A exploração da Internet na EAD destaca-se como uma forte tendência e portanto, será necessário um aumento nos investimentos em pesquisas e desenvolvimento de ferramentas adequadas para o ensino via Internet.

Paralelamente, a tecnologia de Realidade Virtual vem se mostrando adequada para apoiar processos educacionais e os resultados das experiências de exploração dos recursos da RV na rede, aliados a constante baixa de preços dos equipamentos, apontam para uma rápida expansão do uso desta tecnologia em vários domínios.

Neste sentido, a proposta deste trabalho foi a criação de uma estrutura de classificação e análise de

sistemas que utilizam a RV para apoiar processos educacionais.

A princípio, estes sistemas não estão sendo utilizados no âmbito da EAD formal. Entretanto, possuem potencial para serem rapidamente incorporados nos cursos a distância.

Analisando a Figura 2, observa-se uma forte tendência no uso de linguagens de programação, plataformas e equipamentos mais simples. Isto poderá contribuir para uma maior difusão da RV na área educacional, como já está ocorrendo em outras áreas do conhecimento.

A integração da Realidade Virtual nas práticas de EAD gerará meios de modernizar e dinamizar os recursos e estratégias pedagógicas até então utilizadas, ampliando as possibilidades gráficas e de interação e gerando vivências mais próximas da realidade.

6. Referências

- [1] C. Oliveira, “Teorias de Aprendizagem”, em <http://www.geocities.com/Athens/9239>, 2002, (Visitada em 19/01/2003).
- [2] R.M.E.M. Costa, “Educação a Distância”, apostila do curso de Gestão da EAD, Universidade Federal de Juiz de Fora – MG, 2002.
- [3] M. S. Pinho, C. Kirner, “Uma Introdução à Realidade Virtual”, *Anais da II Escola Regional de Informática da Região MG/Centro-oeste*, 1998.
- [4] R. S. Kalawsky, *The Science of Virtual Reality and Virtual Environments*, Addison – Wesley, 1993.
- [5] M. Cavalhieri, A. P. Peruzza, “Java 3D – Contribuições e influências em RV”, *V Symposium on Virtual Reality, Fortaleza*, 2002.
- [6] I. Manssour, “Introdução à OpenGL – Tutorial”, em <http://www.inf.pucrs.br/~manssour/OpenGL/index.html>, 2001, (visitado em out. 2002).
- [7] V. Pantelides, “Reasons to use Virtual Reality in Education”, *VR in the Schools*, vol. 1, no. 1, junho de 1995.
- [8] A. L. S Kawamoto.; J. Cantão, A. Pinto, C. Kirner, R. Wazlawick, “Aspectos de comunicação e de funcionalidades de um ambiente Virtual Colaborativo para Aplicações Educacionais”, *4th Symposion on Virtual Reality, Florianópolis*, 2001.
- [9] C. Lucena, “Educação a Distância” em <http://www.eduweb.com.br/aulanet/versão1.1/arquivos/cursos/1/1/aula2.1>, 1999, (consultado em dez. 1999).
- [10] V. Vygotsky, *Thought and Language*, MIT Press, Cambridge.
- [11] L. A. Casas, “ Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual”. *Progr. de pós-graduação em eng. de produção da Universidade Federal de*

- Santa Catarina*, em <http://www.eps.ufsc.br/teses99/casas>, 1999.
- [12] L. Macedo, “O construtivismo e sua função educacional”, em <http://geocities.yahoo.com.br/confraojolas/linho.htm> 2002. (consultado em dez 2002).
- [13] E. Polity, “Dificuldade de Ensino: Que história é essa?”, Em <http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entrID=370>, 2002. (visitado em Dez. 2002).
- [14] L. Passerino, S. Silveira, L. Tarouco, “Aprendizagem e Avaliação em um ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem (Projeto ARCA)”, em <http://arca.ucpel.tche.br/pagina2.htm>, (visitado em 10/08/2002).
- [15] R. Wazlawick, L. Fagundes, C. Kirner, “Virtual Museum: Na Authority Tool for the Creation of Virtual Reality Museums to Support the Collaborative Learning on the Internet”, Programa Protem, CNPq, Brasil, 1999.
- [16] A. Johnson, M. Roussos, J. Leigh, C. Vasilaks, C. Barnes, Craig; J. Moher, “The Nice Project: Learning together in a Virtual World”, *Electronic Visualization Laboratory & Interactive Computing Environments Laboratory*, em <http://www.evl.uic.edu/aej/vrais98.2.html> 1998, (Visitado em 18/06/2002).
- [17] E. Marques, C. Vidal, A. J. Leite Jr, C. Almendra, “Beremiz – Integrando o Mathematica a um Ambiente Virtual em Rede”, *4th Symposion on Virtual Reality, Florianópolis*, 2001.
- [18] L. Faria, “Desenvolvimento de um ambiente virtual como ferramenta de apoio para a racionalização do uso da energia elétrica”, *Dissertação de mestrado da Pós-graduação em Engenharia elétrica.- UFU*, junho 2002.