

# Um Ambiente Virtual Inteligente e Adaptativo para a Educação a Distância

Cássia Trojahn dos Santos<sup>1</sup>, Fernando Santos Osório<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada – PIPCA Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Centro 6 – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – Av. Unisinos, 950 – 93.022-000 – São Leopoldo – RS – Brasil

{cassiats,osorio}@exatas.unisinos.br

**Resumo.** *Este artigo apresenta um ambiente virtual tridimensional inteligente e adaptativo para a Educação a Distância. No ambiente, utilizado para a disponibilização de conteúdos, a característica de adaptação está relacionada com as possibilidades de re-organização do mesmo (conforme inserção, remoção ou atualização das informações) e de personalização da apresentação dos conteúdos, conforme interesses e preferências dos usuários. Para isto, um perfil de conteúdo e um perfil de usuário são utilizados no processo de adaptação. Além disso, o ambiente é habitado por entidades inteligentes que atuam como assistentes dos usuários durante a navegação e localização de informações relevantes, bem como auxiliam na organização dos conteúdos a serem disponibilizados.*

**Palavras-chave:** ambientes virtuais inteligentes, realidade virtual, ensino a distância.

**Abstract.** *This article presents an intelligent, adaptable, three-dimensional and virtual environment for distance learning. In the environment, which is used to make contents available, the adaptation characteristic is related with the possibilities of reorganization of the environment (as insertion, removal or update of the information) and of personalization of the presentation of the contents, as users' interests and preferences. For this, a profile of content and a user's profile are applied in the adaptation process. Moreover, the environment is inhabited by intelligent entities that act as assistants of the users during the navigation and localization of information, as well as they assist the organization of the contents.*

**Key words:** intelligent virtual environments, virtual reality, distance learning.

## 1. Introdução

A Realidade Virtual (RV) tornou-se uma alternativa atraente para o desenvolvimento de interfaces virtuais tridimensionais mais realistas e interessantes para o usuário [Teichrieb 1999]. Atualmente, atenção tem sido atribuída à integração de técnicas de RV e de Inteligência Artificial (IA). O objetivo é obter maior usabilidade e realismo das interfaces, explorando a combinação de objetos tridimensionais e entidades inteligentes. Segundo Aylett et al (2000), os ambientes que exploram tal integração são denominados Ambientes Virtuais Inteligentes (AVIs).

Um AVI é um ambiente virtual semelhante a um mundo real, habitado por entidades autônomas inteligentes exibindo uma variedade de comportamentos. Estas entidades podem ser objetos estáticos ou dinâmicos, representações virtuais de formas de vida (humanos ou animais), avatares (que representam usuários no ambiente) e outros [Anastassakis et al, 2001].

Segundo Rickel et al (2002) e Gratch et al (2002), as aplicações potenciais destes ambientes são consideráveis, podendo ser empregados em uma variedade de áreas, principalmente relacionadas com a simulação, o entretenimento e a educação. Leung et al (2001) citam como possíveis aplicações, as conferências virtuais e salas de *chat* 3D, as lojas virtuais, a telemedicina e o ensino a distância.

O uso de AVIs na Educação a Distância (EaD) é promissor, permitindo a utilização de ambientes virtuais tridimensionais altamente interativos, motivando o aluno e enriquecendo a sua aprendizagem. Conforme Avradinis et al (2000), nestes ambientes o usuário é uma parte do sistema, uma presença autônoma no ambiente. Ele está livre para navegar, interagir com objetos e examinar o ambiente de diferentes pontos de vista, o que não é possível em ambientes bidimensionais. Além disso, segundo Frery et al (2002), o paradigma 3D é útil, principalmente, por oferecer a possibilidade de representar a informação de um modo realístico, organizando os conteúdos de uma maneira espacial. Através da utilização de componentes 3D, obtém-se maior intuição na visualização da informação, permitindo ao usuário explorá-la de um modo interativo, mais natural ao ser humano. Estas características tornam o uso de ambientes virtuais tridimensionais promissores em EaD.

Conforme Vosinaskis and Panayiotopoulos (2003), os AVIs tornam-se mais atrativos quando possuem características dinâmicas, adaptando-se ao contexto do usuário, e são populados por agentes virtuais, os quais podem atuar como assistentes do usuário. Entretanto, a maioria dos esforços para a construção de AVIs não prevê aspectos de adaptabilidade do ambiente (quanto às modificações em seus conteúdos, estrutura e apresentação), conforme interesses e preferências dos seus usuários. A construção de ambientes que se adaptam às características do usuário está concentrada em interfaces bidimensionais. Segundo Chittaro and Ranon (2002), a adaptabilidade é o fator chave para incrementar o nível de satisfação do usuário durante a interação com um ambiente virtual tridimensional.

Este artigo apresenta um ambiente virtual tridimensional inteligente e adaptativo para a EaD. No ambiente, utilizado para a disponibilização de conteúdos, a característica de adaptação está relacionada com as possibilidades de re-organização do mesmo (conforme inserção, remoção ou atualização das informações) e de personalização da apresentação dos conteúdos, conforme interesses e preferências dos usuários. Para isto, um perfil de conteúdo e um perfil de usuário são utilizados no processo de adaptação. Além disso, o ambiente é habitado por entidades inteligentes que atuam como assistentes dos usuários durante a navegação e localização de informações relevantes, bem como auxiliam na organização dos conteúdos a serem disponibilizados.

O artigo está organizado como segue. Na seção 2, é comentada a modelagem de perfis de usuários. A seção 3 apresenta a abordagem para a modelagem de perfis de conteúdos. A seção 4 comenta sobre os trabalhos relacionados a AVIs, destacando as propostas para a EaD. Na seção 5, é apresentado o ambiente virtual inteligente e adaptativo proposto. A seção 6 comenta sobre o protótipo desenvolvido para validar o ambiente. Por fim, na seção 7, são apresentadas as considerações finais.

## 2. Modelagem de Perfis de Usuários

Um modelo de usuário é uma representação explícita das características, preferências e necessidades de um usuário. Conforme Kobsa (1995), é uma coleção de informações e suposições sobre usuários

individuais ou sobre grupos de usuários, necessárias para que o sistema adapte diversos aspectos de suas funcionalidades e interface. Compreende toda a informação sobre o usuário, extraída da sua interação com o sistema [Abbattista et al, 2002]. O termo perfil de usuário [Wasfi, 1999] também é utilizado com o propósito de representar o conhecimento sobre o usuário. Ao processo de aquisição e representação de um modelo dá-se o nome de modelagem de usuário.

Historicamente, a modelagem de estudantes antecede a modelagem de usuários [Webb et al, 2001]. A área de Sistemas Tutores Inteligentes (STIs), no final da década de 70, foi a primeira a considerar as características individuais dos usuários, como forma de prover uma instrução individualizada. O termo modelagem de usuário passou a ser considerado apenas no final da década de 80 [Self, 1999]. Atualmente, o uso de um modelo de usuário tem tido grande impacto no desenvolvimento de sistemas de filtro e recuperação de informações, comércio eletrônico, agentes de interface, sistemas educacionais e interfaces adaptativas. Nestas aplicações, o uso do modelo do usuário permite minimizar a sobrecarga de informações, recuperando informações relevantes e filtrando irrelevantes; recomendar páginas ou sugerir produtos; prover uma instrução individualizada; e reestruturar a interface do sistema.

O processo de modelagem de usuários envolve a coleta das informações necessárias à elaboração do modelo e a representação das informações coletadas. Este processo constitui a metodologia de modelagem e envolve definir o que deve ser representado e como a informação será representada [Abbattista et al, 2002]. Deste modo, pode ser descrito em termos das seguintes etapas: (a) identificação dos propósitos da utilização do modelo; (b) definição das propriedades que deverão compor o modelo; (c) escolha do formato de representação do modelo; (d) definição dos dados que deverão ser coletados, métodos e técnicas utilizadas para a coleta; (e) coleta dos dados; e (f) representação dos dados em um modelo de usuário.

Na identificação dos propósitos do uso do modelo considera-se: as tarefas desempenhadas pelo sistema; os objetivos do usuário no uso do mesmo; os aspectos do sistema que serão adaptados; e a especialização do modelo (individual ou de grupo). Após, é feita a definição do formato de representação do modelo, determinados os tipos de dados que deverão ser coletados, de forma que as propriedades relevantes do usuário possam ser extraídas, e selecionados os métodos usados na coleta. Quanto aos tipos de dados, eles são classificados [Adomavicius and Tuzhilin, 2001; Abbattista et al, 2002] em: factuais (o que o usuário é, tais como nome, gênero, idade, preferências), transacionais (compras efetuadas, valores gastos, outros), navegacionais (páginas visitadas, tempo de permanência em cada página, outros) e demográficos (endereço, salário e ocupação, outros).

Os métodos para coleta dos dados podem ser agrupados em dois conjuntos [Pazzani and Billsus, 1997; Papatheodorou, 2001]: explícitos e implícitos. Os métodos explícitos coletam as informações diretamente do usuário, questionando-o sobre os seus interesses, preferências e necessidades. Este tipo de coleta, geralmente, é feita através do uso de formulários. Os métodos implícitos inferem informações dos usuários através do monitoramento do comportamento durante a interação com o sistema. Estes dois métodos são complementares, permitindo obter um conjunto completo de informações sobre o usuário [Wasfi, 1999]. Em trabalhos, como os de Joachims et al (1997) e Chittaro and Ranon (2002), os métodos explícitos são utilizados para compor um modelo inicial do usuário e os implícitos usados para a atualização do modelo.

Por fim, as etapas seguintes consistem na coleta dos dados, propriamente dita, e na representação explícita dos dados coletados em um modelo de usuário. A abordagem utilizada, neste trabalho, para a modelagem do perfil dos usuários está descrita na seção 5.

### **3. Modelagem de Perfil de Conteúdo**

A modelagem de perfil de conteúdo, no contexto deste trabalho, objetiva caracterizar um conteúdo, em termos da área do conhecimento a que este pertence. Para isto, o responsável pela inserção e atualização dos conteúdos no ambiente, deverá informar dados tais como o tipo de mídia do conteúdo (texto, vídeo, hiperlink), a área do conhecimento a que pertence o conteúdo e as palavras chaves que o caracterizam. Nos casos de conteúdos textuais, é disponibilizada a opção de categorização automática de textos, a partir

da qual é sugerida uma categoria ao documento, bem como é extraído o conjunto de palavras chaves que pode ser utilizado para caracterizá-lo. Nesta seção, será abordado o processo de categorização automática de documentos, aplicado na modelagem de perfis de conteúdos.

Categorizar documentos é classificá-los em uma ou mais categorias pré-existentes [Correa and Ludemir, 2002]. Diversas abordagens têm sido propostas para a categorização automática de documentos a partir da aplicação de técnicas de aprendizado de máquina ([Oliveira and Castro, 2000]; [Rizzi et al, 2000], [Correa and Ludemir, 2002]; [Duarte et al, 2002]). O processo de categorização, independente da técnica de aprendizado adotada, é formado por um conjunto de etapas fundamentais: (a) coleta da base; (b) pré-processamento; e (c) categorização. A coleta da base consiste na obtenção dos exemplos a serem utilizados para o treinamento e o teste do algoritmo de aprendizado (classificador) – caso sejam utilizadas as técnicas de aprendizado supervisionadas, são definidas as categorias e o conjunto de exemplos correspondentes. O pré-processamento envolve, para cada exemplo, a eliminação das palavras consideradas irrelevantes (*stopwords*, tais como artigos, preposições, pronomes e caracteres especiais), a remoção dos afixos das palavras (prefixos e sufixos) e a seleção das palavras mais relevantes, utilizadas para caracterizar o documento correspondente. Na etapa de categorização, é determinada a técnica de aprendizado (Árvores de Decisão ou Redes Neurais Artificiais, por exemplo), é feita a codificação de cada exemplo (geralmente adotando uma representação vetorial, onde as palavras selecionadas como relevantes tornam-se índices de vetores e os respectivos valores indicam a importância da palavra no documento correspondente), são definidos os parâmetros de aprendizado e é realizado o aprendizado do classificador. Após estas etapas, o classificador pode ser utilizado na categorização de novos documentos.

Neste trabalho, a etapa de pré-processamento é suportada por uma aplicação<sup>1</sup> que realiza a remoção das *stopwords* e dos afixos, extrai as palavras relevantes de cada documento, e gera os scripts (com os documentos devidamente codificados) que são submetidos aos algoritmos de aprendizado. A aplicação, implementada em Java, foi estendida de um *framelet* (vide [Pree and Koskimies, 1999]), cujo *kernel* contempla o fluxo básico de dados entre as atividades de remoção das *stopwords* e afixos, seleção das relevantes e geração dos scripts. A partir do preenchimento dos *hot – spots* do *framelet*, as atividades podem ser customizadas de acordo com as necessidades da aplicação. Assim, o *framelet* oferece a flexibilidade suficiente para a geração de diferentes formatos de arquivos de scripts, o que permitiu a realização de variados experimentos, dos quais pode-se medir a performance dos algoritmos e selecionar aquele que apresentou melhores resultados. Nos experimentos (detalhes podem ser obtidos em [Santos and Osório, 2003]), as Árvores de Decisão mostraram-se mais robustas e foram selecionadas para uso no processo de categorização.

Para este trabalho, foram definidas as áreas de conhecimento a serem contempladas no ambiente (comentadas na seção 5) e as sub-áreas correspondentes, coletados os exemplos (base de treinamento e teste), e realizado o pré-processamento e o treinamento do algoritmo de aprendizado. Quando um novo documento é inserido no ambiente, ele é pré-processado e o modelo “aprendido” pelo algoritmo é utilizado para sugerir uma categoria ao novo documento, bem como o conjunto de palavras chaves que o caracterizam. Na seção seguinte, os trabalhos relacionados aos AVIs são apresentados.

#### 4. Ambientes Virtuais Inteligentes

Nesta seção, são comentados os trabalhos relacionados aos ambientes virtuais inteligentes, destacando suas características e funcionalidades.

O Active Worlds<sup>2</sup> consiste em um conjunto de ambientes 3D, disponível comercialmente, onde o usuário, representado por um avatar, pode navegar e interagir com outros usuários. Tais ambientes têm sido utilizados para a criação de espaços colaborativos de suporte a EaD, onde múltiplos usuários interagem. Panayiotopoulos et al (1999) apresentam uma universidade virtual, onde um guia virtual conduz visitantes a lugares relevantes, de acordo com as necessidades de informação dos mesmos, e apresenta documentos multimídia apropriados. Avradinis et al (2000) apresentam um laboratório virtual,

<sup>1</sup> *Framelet* desenvolvido disponível em <http://www.inf.unisinos.br/~cassiats/mestrado.htm>

<sup>2</sup> <http://www.activeworlds.com>

construído em VRML (*Virtual Reality Modeling Language*), para apoio ao ensino de conceitos relacionados à Física, onde o aluno pode navegar, manipular objetos, acionar a execução de experimentos e alterar os parâmetros dos mesmos. Nijholt and Hulstijn (2000) apresentam um teatro virtual, onde os visitantes navegam e interagem com agentes que possuem informações sobre shows, músicos e ingressos.

Anastassakis et al (2001) apresentam o protótipo de uma biblioteca virtual, construída em VRML, onde dois agentes (cliente e bibliotecário) se comunicam: o agente cliente requisita informações sobre livros ao agente bibliotecário, responsável por localizar e apresentar o item desejado. Frery et al (2002) propõem a utilização de avatares como guias interativos em ambientes tridimensionais, junto a estruturação do conteúdo de acordo com os interesses do usuário e a assistência na navegação de acordo com conteúdo desejado. Chittaro and Ranon (2002) apresentam um ambiente virtual 3D adaptativo, que representa uma loja virtual, onde os usuários podem navegar e obter informações sobre os elementos nele espalhados, através de objetos que se deslocam no ambiente.

Rizzo et al (2002) apresentam uma sala virtual tridimensional onde um avatar representa uma professora e objetos se movimentam pelo ambiente. A interação de crianças com o ambiente é monitorada e os dados coletados são usados para análise do comportamento das mesmas, apoiando o tratamento de crianças hiper-ativas. Silveira and Ferreira (2002) apresentam um ambiente de RV para apoio à aprendizagem colaborativa a distância, onde objetos podem ser dinamicamente inseridos por professores e alunos, os quais são representados por avatares e podem interagir uns com os outros. Um laboratório virtual para o ensino de sistemas digitais, onde o aluno pode interagir com os instrumentos e componentes eletrônicos durante a realização de experimentos, é proposto por Casacurta et al (2002). Meiguins et al (2002) apresentam um ambiente virtual tridimensional para simulação de experimentos de Física. No ambiente, construído em VRML, o aluno pode navegar e alterar parâmetros dos experimentos.

Como pôde ser observado, os AVIs têm sido utilizados em diversas áreas, envolvendo entretenimentos (teatros e lojas virtuais), simulação e educação (laboratórios virtuais). Os trabalhos relacionados à educação não consideram um perfil de usuário, como forma de adaptar o ambiente, e são desenvolvidos para uma área específica do conhecimento. No ambiente proposto neste artigo são enfatizadas as possibilidades de disponibilização de diversos conteúdos, devidamente organizados por área do conhecimento, e de adaptação do ambiente, o qual poderá ser re-organizado e personalizado conforme perfil do usuário. Além disso, um assistente inteligente será utilizado para auxiliar o usuário na navegação pelo ambiente, localização de informações relevantes e organização das informações no mesmo. Na seção que segue, o ambiente proposto é detalhado.

## **5. Ambiente Virtual Inteligente e Adaptativo**

O ambiente virtual proposto consiste na representação de um mundo 3D, desenvolvido em Java3D e VRML, acessível através da Web, para apoio a EaD. O ambiente será utilizado para a disponibilização de informações, que serão organizadas conforme área do conhecimento a que pertencem (Inteligência Artificial e Redes de Computadores, por exemplo). A motivação para o desenvolvimento do ambiente para a EaD está fundamentada nas seguintes premissas: dinamicidade deste tipo de ambiente (atualizações constantes de conteúdos); diversidade de conteúdos disponibilizados; variedade de perfis de usuários; e uso promissor de ambientes virtuais 3D e assistentes inteligentes neste tipo de ambiente.

No ambiente, é dado suporte a dois tipos de usuários: alunos (requerentes da informação) e professores (provedores da informação). Os alunos, representados por avatares, podem explorar o ambiente em busca de conteúdos de interesse, podendo ser auxiliados pelo assistente virtual, quanto a navegação e a localização de informações. Um perfil do aluno é mantido, de modo que o ambiente possa ser adaptado conforme interesses e preferências do mesmo. Os professores, responsáveis pelos conteúdos a serem disponibilizados, são auxiliados pelo assistente na organização das informações, e podem explorar o ambiente. Os conteúdos disponibilizados são agrupados conforme áreas a que pertencem e possuem um perfil associado. Os perfis dos conteúdos, alunos e professores são usados no processo de criação dos ambientes adaptados.

A Figura 1 apresenta a arquitetura do ambiente. Conforme o *perfil do requerente*, é feita a adaptação do ambiente. Esta adaptação envolve a personalização da apresentação das informações e da

estrutura do ambiente. O perfil contém informações sobre os interesses, as preferências e os comportamentos do requerente. Para a coleta dos dados utilizados na composição do perfil, são usadas as abordagens explícita e implícita, comentadas na seção 2. Na abordagem explícita, são aplicados questionários (para a coleta de dados, tais como nome e áreas de interesse), e na abordagem implícita são feitas observações da navegação no ambiente e verificação da interação com o assistente (cujas informações serão registradas através do uso de *sensores*). A abordagem explícita é adotada para a aquisição de dados para composição de um perfil inicial do requerente, sendo a implícita aplicada para a atualização deste perfil.

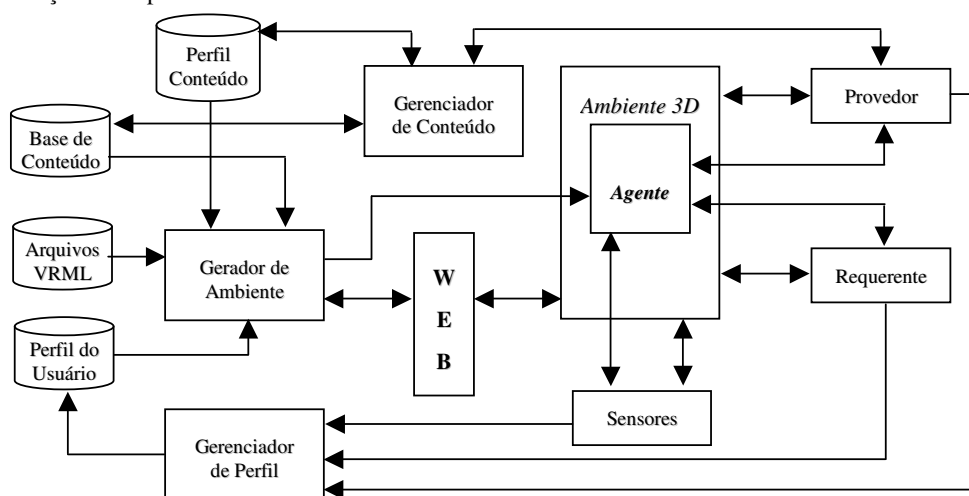


Figura 1 – Arquitetura do Ambiente.

A atualização do perfil do requerente está baseada no uso de fatores de certeza (CF) ([Nikolopoulos, 1997]; [Giarrato and Riley, 1998]), os quais associam medidas de crença e descrença em uma hipótese, dadas as evidências. Um fator de certeza 1 indica crença total em uma hipótese, enquanto  $-1$  corresponde a descrença total. Neste trabalho, as evidências correspondem às salas visitadas e aos conteúdos solicitados (a partir do mecanismo de busca) e acessados (clikados) pelo usuário, sendo obtidas a partir da observação do comportamento do mesmo (coleta implícita de dados). Estas evidências são usadas para verificar a hipótese de interesse do usuário em cada área do conhecimento, a partir do cálculo do fator de certeza (por exemplo, o interesse de um usuário pela área de Inteligência Artificial pode ser estimado com um certo CF igual a  $x$ ). Cabe destacar que o interesse inicial do usuário por determinada área é verificado a partir da coleta explícita de dados e pode sofrer alterações no decorrer do processo de atualização do perfil. A cada  $n$  sessões, são verificadas as evidências (navegação, solicitação e acesso), para cada área, mensurados os graus de crença e de descrença na hipótese de interesse e calculado o fator de certeza correspondente a cada evidência. Após, são combinados os fatores obtidos para cada evidência, resultando no fator de certeza do interesse do usuário pela área. A partir da ordenação dos fatores de certeza resultantes é possível estabelecer um ranking das áreas de interesse do usuário, verificar as alterações no perfil inicial do usuário (obtido a partir da coleta explícita) e, deste modo, atualizar o perfil do usuário.

Um módulo, *gerenciador de perfil*, é o responsável pela inicialização e atualização dos perfis, a partir das informações repassadas pelo requerente e sensores, respectivamente. Além do uso do perfil do requerente, um *perfil do provedor* da informação é mantido, contendo informações sobre a(s) sua(s) área(s) de interesse. Tais informações são obtidas através da aplicação de questionário e são utilizadas para a apresentação adaptada dos conteúdos no ambiente, durante a interação com o provedor. O perfil do provedor também é gerenciado pelo módulo *gerenciador de perfil*.

Os conteúdos adicionados, removidos ou atualizados pelo provedor, são gerenciados pelo módulo *gerenciador de conteúdo* e mantidos em uma *base de conteúdos*. Cada conteúdo contém um perfil associado (*perfil de conteúdo*), com informações referentes ao domínio ao qual pertence, tipo de mídia, palavras-chave que o caracterizam, entre outras. O provedor, auxiliado pelo processo de categorização automática de textos, atua na definição deste perfil, mantido em uma base de *perfis de conteúdo*. O perfil do provedor é utilizado para indicar a área (Inteligência Artificial, por exemplo) a que pertence o

conteúdo que está sendo inserido, e o processo de categorização indica a sub-área (Redes Neurais Artificiais, por exemplo) correspondente.

A representação das informações no ambiente é feita através de componentes 3D, tais como objetos gráficos e ícones, e hiperlinks para os conteúdos. Um conjunto de *arquivos VRML*, correspondendo a definição de estruturas e objetos 3D, é mantido em uma base de dados e utilizado na construção dos ambientes. Um módulo, *gerador de ambiente*, é o responsável pela geração de diferentes ambientes, conforme os interesses e as preferências do usuário. A adaptação envolve a re-estruturação do ambiente, quanto à disposição das informações, e aspectos de layout do mesmo. Além disso, este módulo repassa ao assistente as informações pertinentes aos perfis dos usuários que estão interagindo com o ambiente e informações sobre os conteúdos e suas localizações, de forma que ele possua informações suficientes para o auxílio aos usuários.

### 5.1 O Assistente Virtual

O assistente virtual é um agente inteligente que possui as seguintes características: percepção do ambiente, capacidade de interação, conhecimento, adaptação e representação gráfica. A percepção do ambiente contempla as observações do agente durante a interação com os usuários e sua capacidade de interação está relacionada à troca de informações com os mesmos. O conhecimento do agente está representado pelas informações que possui sobre o usuário e o ambiente, o qual pode ser atualizado durante a interação. Quanto à característica de adaptação, o agente é capaz de aprender sobre o usuário e adaptar-se a partir do que aprendeu. Por exemplo, se o requerente solicita uma informação cuja área não está mapeado em seu perfil, o agente adiciona em sua base de conhecimento a solicitação do usuário, constituindo um novo conhecimento para o agente, usado, posteriormente, como uma evidência para o processo de atualização do perfil (comentado na seção 5).

O conhecimento do agente é armazenado em uma *base de conhecimento* e obtido a partir de duas fontes de informação: *fonte externa* e *percepção* da interação com o usuário. A fonte externa contempla as informações sobre o ambiente e o usuário, e são advindas do módulo *gerador de ambientes*. A observação da interação com o usuário é realizada por um *módulo de percepção*, e as informações obtidas desta observação utilizadas na atualização do conhecimento do agente. É através do módulo de percepção que o agente detecta as solicitações de auxílio a navegação, localização e disposição de informações, vindas dos usuários. Com base na sua percepção e no conhecimento que possui, o agente decide como agir no ambiente. Um *módulo de decisão* é o responsável por esta atividade. As decisões tomadas são repassadas a um *módulo de ação*, responsável pela execução das decisões indicadas pelo módulo de decisão e pela manipulação da interface gráfica do agente.

### 5.2 Comunicação entre o Assistente e os Usuários

A comunicação entre o assistente e os usuários é feita de forma verbal, através de uma linguagem *pseudo-natural*, e não verbal, a partir dos movimentos do assistente no ambiente. O diálogo em linguagem *pseudo-natural* é composto por um conjunto pré-determinado de perguntas e respostas e por frases curtas, formadas por um verbo, que corresponde ao tipo de solicitação do usuário (auxílio à navegação ou à localização de determinada informação), e um complemento, referente ao objeto de interesse do usuário.

Na interação entre o assistente e o requerente, este pode solicitar auxílio à navegação ou à localização de informações. Durante a solicitação de auxílio à localização de informações, por exemplo, o requerente poderá indicar *Localizar <informação>*, tal como *Localizar <redes neurais artificiais>*; para pedir auxílio à navegação, poderá indicar *Navegar <Inteligência Artificial>*. Quanto às respostas do agente, estas são feitas através da própria movimentação pelo ambiente (deslocamento até a informação solicitada pelo usuário, por exemplo) ou por indicações através das frases curtas.

Na interação com o provedor, este, no momento da inserção de um documento, pode solicitar ao assistente a indicação da provável categoria a que o documento pertence (dentre as categorias já existentes no ambiente). Para isto, o assistente submete o documento ao processo de categorização de textos, comentado na seção 3. Nos casos de inserção de vídeos ou imagens, o assistente indica as categorias para as quais já existem informações no ambiente, e o provedor pode classificar o vídeo ou a imagem em uma destas categorias. Neste processo, a comunicação entre o provedor e o usuário também é realizada através da linguagem *pseudo-natural*. Por exemplo, para solicitar que o agente o auxilie na classificação de um

documento, o provedor poderá indicar *Classificar <documento>*. Quanto às respostas do agente, estas são feitas através das frases curtas, tais como *Categoria sugerida <categoria>*.

## 6. O Protótipo

No protótipo, é adotada uma divisão do ambiente virtual, conforme as áreas do conhecimento dos conteúdos. A cada área podem estar associadas sub-áreas. As sub-áreas são representadas como sub-ambientes. Para o protótipo foram selecionadas as seguintes áreas e sub-áreas: Inteligência Artificial (IA) – Redes Neurais, Algoritmos Genéticos e Sistemas Multiagentes; Computação Gráfica (CG) – Modelagem, Animação e Visualização; Redes de Computadores (RC) – Segurança, Gerência e Protocolos; Engenharia de Software (ES) – Análise, Projeto e Qualidade de Software. A cada área está associada uma sala no ambiente e as sub-áreas estão representadas como sub-salas. As Figuras 2 (a) e 2 (b) apresentam interfaces do protótipo que ilustram a divisão do ambiente em salas e sub-salas.

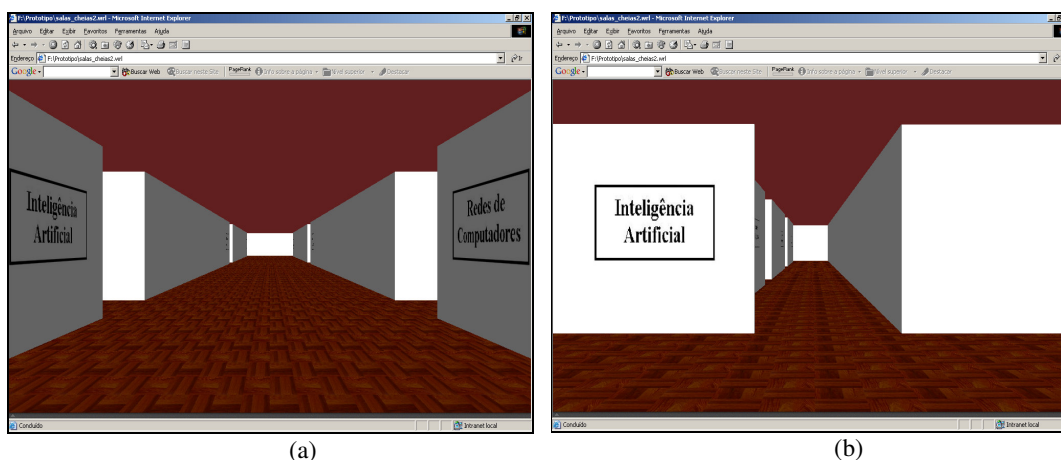


Figura 2 – (a) Salas de IA e RC; (b) Sub-salas correspondentes a IA.

Conforme o perfil do usuário, aluno ou especialista do domínio, a re-organização destes sub-ambientes é feita: as salas que correspondem as áreas de interesse do usuário são colocadas, em uma ordem de visualização, antes das salas cujos conteúdos não são de interesse. Deste modo, não são eliminados do ambiente os conteúdos que não são de interesse do usuário, mas sim enfatizados os de interesse, permitindo que o usuário tenha a liberdade para visualizar conteúdos diversos. O perfil inicial do usuário será usado para organização inicial do ambiente. Na medida que o mesmo interage com o ambiente, o seu perfil é atualizado e modificações no ambiente são feitas. As Figuras 3 (a) e 3 (b) representam um exemplo da organização do ambiente antes e após uma modificação no perfil do aluno.

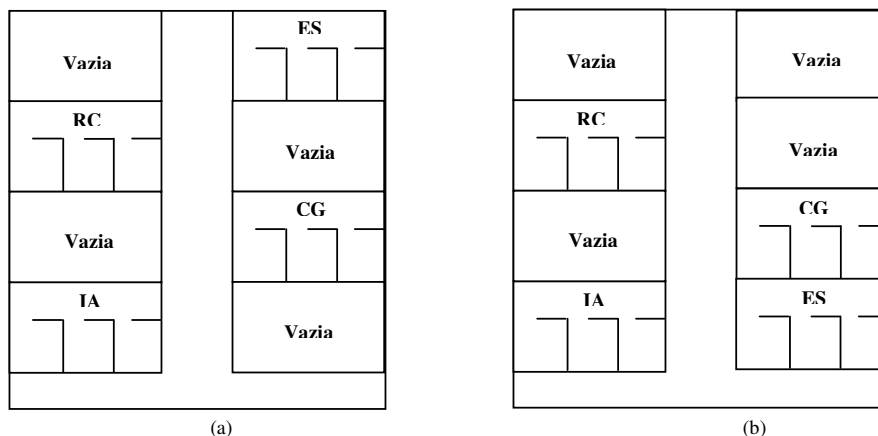


Figura 3 – (a) organização do ambiente conforme perfil inicial do aluno; (b) organização do ambiente após alteração no perfil do aluno.



Quanto a comunicação entre o assistente e os usuários, eles interagem, utilizando o diálogo em linguagem *pseudo-natural* (comentado na seção 5.2), através de uma interface similar a uma de *chat*. A Figura 4 ilustra uma interface inicial do ambiente e de comunicação entre o assistente e um aluno.

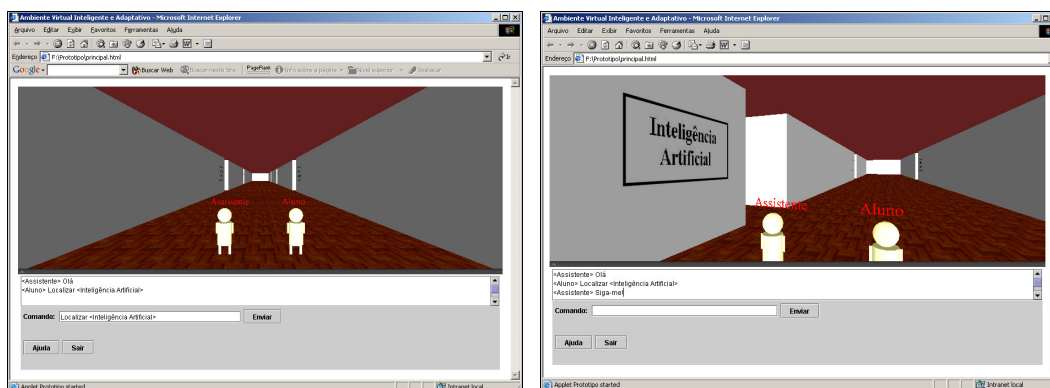


Figura 4 – Interface do ambiente 3D e de comunicação.

## 7. Considerações Finais

Grande parte dos ambientes de apoio a EaD disponibilizam seus conteúdos através de ambientes bidimensionais, geralmente a partir de interfaces em HTML, oferecendo pouca interatividade ao usuário. Neste artigo foi apresentado um ambiente virtual inteligente e adaptativo que explora os recursos de RV, visando aumentar o grau de interatividade entre os usuários e o ambiente. As possibilidades de reorganização e personalização do ambiente, conforme as modificações (adição, remoção e atualização) nos conteúdos disponibilizados e o perfil do usuário foram apresentadas. Além disso, um processo de categorização de textos, que objetiva auxiliar o especialista do domínio na organização das informações no ambiente foi mostrado. Por fim, um assistente inteligente, que conhece o ambiente e o usuário e atua como auxiliar na navegação e localização de informações no ambiente, foi comentado.

Outro aspecto abordado neste trabalho diz respeito à aquisição de características de usuários em um ambiente tridimensional. A maioria dos trabalhos relacionados à aquisição de perfis e a construção de ambientes que se adaptam a estes perfis está concentrada em interfaces bidimensionais. Por fim, grande parte dos esforços na construção de ambientes virtuais inteligentes não prevê a combinação da utilização de perfis de usuário, auxílio a navegação e a recuperação de informações, e, principalmente, reorganização do ambiente, e auxílio à disposição dos conteúdos no espaço tridimensional. Geralmente, apenas um sub-conjunto destes problemas é abordado.

## Referências

- Abbattista, F.; Degemmis, M; Fanizzi, N.; Licchelli, O. Lops, P.; Semeraro, G.; Zambetta, F. (2002) "Learning User Profile for Content-Bases Filtering in e-Commerce". Workshop Apprendimento Automatico: Metodi e Applicazioni, Siena, Settembre 11.
- Adomavicius, G.; Tuzhilin, A. (2002) "Using Data Mining Methods to Build Customer Profiles". IEEE Computer, vol. 34, num. 2, 74-82.
- Anastassakis, G.; Ritching, T.; Panayiotopoulos, T. (2001) "Multi-agent Systems as Intelligent Virtual Environments". LNAI 2174, 381-365.
- Avradinis, N.; Vosinakis, S.; Panayiotopoulos, T. (2000) "Using Virtual Reality Techniques for the Simulation of Physics Experiments". 4th Systemics, Cybernetics and Informatics International Conference, SCI 2000, Orlando, Florida, USA, July.
- Aylett, R. and Luck, M. (2000) "Applying Artificial Intelligence to Virtual Reality: Intelligent Virtual Environments". Applied Artificial Intelligence, 14(1), 3-32.
- Casacurta, A.; Almeida, M.; Reis, R. (2002) "Laboratório Virtual de Sistemas Digitais". Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2002), São Leopoldo, Brasil, Novembro.
- Chittaro, L. and Ranon, R. (2002) "New Directions for the Design of Virtual Reality Interfaces to E-Commerce Sites". Advanced Visual Interface (AVI 2002), Trento, Italy, May 22-24.

- Correa, R. and Ludemir, T. (2002) "Categorização Automática de Documentos: Estudo de Caso". In: XVI Brazilian Symposium on Neural Networks, Porto de Galinhas.
- Duarte, E.; Braga, A.; Braga, J. (2002) "Agente Neural para Coleta e Classificação de Informações Disponíveis na Internet". In: XVI Brazilian Symposium on Neural Networks, Porto de Galinhas.
- Frery, A.; Kelner, J.; Moreira, J.; Teichrieb, V. (2002) "Satisfaction through Empathy and Orientation in 3D Worlds". *CyberPsychology and Behavior*, 5(5): 451-459.
- Gratch, J.; Rickel, J.; André, E.; Badler, N.; Cassell, J.; Petajan, E. (2002) "Creating Interactive Virtual Humans: Some Assembly Required". *IEEE Intelligent Systems*, July/August.
- Giarrato, J. and Riley, G. (1998) "Expert Systems – Principles and Programming". 3 ed. , PWS, Boston.
- Joachims, T.; Freitag, D.; Mitchell T. (1997) "WebWatcher: A Tour Guide for the World Wide Web". *Proceedings of the XV International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Nagoya, Japan, 770-775.
- Kobsa, A. (1995) "Supporting User Interfaces for All Through User Modeling". *Proceedings HCI International'95*, Yokohama, Japan, 155-157.
- Leung, W. and Chen, T. (2001) "Creating a Multi-user 3-D Virtual Environments". *IEEE Signal Processing Magazine*, May.
- Meiguins B.; Souza, M.; Guedes, L.; Garcia, M.; Meiguins, B. (2002) "Ambientes Virtuais Tridimensionais para Simulação de Experiências de Física Fundamental". *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2002)*, São Leopoldo, Brasil, Novembro.
- Nijholt, A. and Hulstijn, J. (2000) "Multimodal Interactions with Agents in Virtual Worlds". In: Kasabov, N. (ed.): *Future Directions for Intelligent Information Systems and Information Science*, Physica-Verlag: Studies in Fuzziness and Soft Computing.
- Nikolopoulos, C. (1997) "Expert Systems – Introduction to First and Second Generation and Hybrid Knowledge Based Systems". Eds.: Marcel Dekker, New York.
- Oliveira, C. and Castro, P. (2000) "Categorização Múltipla com Árvores de Decisão e Regras". Instituto Militar de Engenharia, Departamento de Engenharia de Sistemas (Relatório Técnico).
- Panayiotopoulos, T.; Zacharis, N.; Vosinakis, S. (1999) "Intelligent Guidance in a Virtual University". *Advances in Intelligent Systems – Concepts, Tools and Applications*, pp. 33-42, Kluwer Academic Press.
- Papatheodorou, C. (2001) "Machine Learning in User Modeling". *Machine Learning and Applications. Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Springer Verlag.
- Pazzani, M. and Billsus, D. (1997) "Learning and Revising User Profiles: The identification on Interesting Web Sites". *Machine Learning*, vol. 27, num 3, 313-331.
- Pree, W. and Koskimies, K. (1999) "Framelets-Small Is Beautiful", A Chapter in *Building Application Frameworks: Object Oriented Foundations of Framework Design*. Eds: M.E. Fayad, D.C. Schmidt, R.E. Johnson, Wiley & Sons.
- Rickel, J.; Marsella, S.; Gratch, J.; Hill, R.; Traum, D.; Swartout W. (2002) "Toward a New Generation of Virtual Humans for Interactive Experiences". *IEEE Intelligent Systems* 17(4), July/August, pp. 32-38. (Special issue on AI in Interactive Entertainment).
- Rizzi, C.; Wives, L.; Oliveira, J., Engel, P. (2000) "Fazendo uso da Categorização de Textos em Atividades Empresariais". In: *International Symposium on Knowledge Management/Document Management – ISKDM/DM 2000*, Curitiba. Anais. p.251-268.
- Rizzo, A.; Bowely, T.; Buckwalter, G.; Schultheis, M.; Matheis, R.; Shahabi, C.; Neumann, U.; Kim, L.; Sharifzadeh, M. (2002) "Virtual Environments for the Assessment of Attention and Memory Processes: The Virtual Classroom and Office". *Proceedings of the International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technology*, Veszprem, Hungary, September.
- Santos, C and Osório, F. (2003) "Uso de Técnicas de Aprendizagem de Máquina no Processo de Categorização de Textos". Relatório interno de pesquisa. Disponível em <http://www.inf.unisinos.br/~cassiats/mestrado>.
- Self, J. (1999) "The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: ITSs care, precisely". *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 350-364.
- Silveira, I. and Ferreira, M. (2002) "Implementando Vygotsky com PIAGET: Autoria Híbrida de Conteúdo Didático em um Ambiente Virtual Distribuído de Apoio à Aprendizagem Colaborativa a Distância". *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2002)*, São Leopoldo, Brasil, Novembro.
- Teichrieb, V. (1999) "Avatares como Guias Interativos para Auxílio na Navegação em Ambientes Virtuais Tridimensionais". Universidade Federal de Pernambuco, Recife (Dissertação de mestrado).
- Vosinakis, S. and Panayiotopoulos, T. (2003) "A tool for constructing 3D Environments with Virtual Agents". *Multimedia Tools and Applications*, Kluwer Academic Publishers, accepted for publication.
- Wasfi, A. (1999) "Collecting User Access Pattern for Building User Profiles and Collaborative Filtering". *Proceedings of the 1999 International Conference on Intelligent User Interface*, Los Angeles, USA, 57-64.
- Webb, G.; Pazzani, M.; Billsus, D. (2001) "Machine Learning for user modeling". *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11: 19-29.