

# CARACTERIZAÇÃO DE CURSOS HIPERMÍDIA ADAPTATIVOS

Raul dos Santos Gonçalves Barbeiro<sup>1</sup>, Clovis Torres Fernandes<sup>2</sup> e Luciano Vieira Dutra<sup>3</sup>

**Resumo** — Cursos Hiperfídia ou CHs são sistemas que integram características de Sistemas de Treinamento por Computador e Sistemas Hiperfídia, enquanto Sistemas Hiperfídia Adaptativos ou SHAs são sistemas que integram características de Sistemas Hiperfídia e Sistemas de Tutoria Inteligente. Esses novos tipos de sistemas ajudam a promover um alto nível de envolvimento do aprendiz com o conteúdo instrucional. Contudo, eles têm limitações. Por exemplo, um aprendiz estudando através de um CH será exposto ao mesmo material instrucional apresentado a outro aprendiz, enquanto um aprendiz estudando através de um SHA não será usualmente exposto a uma apresentação didática do material instrucional. Este trabalho apresenta uma caracterização e arquitetura dos assim chamados Cursos Hiperfídia Adaptativos ou CHAs, que integram características de CHs e SHAs, de forma a apresentar o material instrucional de forma didática, pedagógica e adaptada para cada aprendiz. Um CHA é para ser empregado em atividades de aprendizagem a distância via Internet.

**Palavras-chave** — Cursos, Hiperfídia, Adaptativos, Inteligente.

## CONTEXTO DA PESQUISA

A Internet rompeu barreiras que limitavam o acesso ao conhecimento, informação e aprendizagem. As ferramentas e aplicações tradicionais voltadas ao aprendiz, como pesquisa, consulta bibliográfica, apostilas e cópias de transparências de aulas, compartilham, agora, espaço com cursos completos de ensino a distância.

As salas de aulas virtuais passaram a ser empregadas por instituições de ensino como complemento ao ensino tradicional e também como forma de expandir os projetos educacionais. As atividades de aprendizagem realizadas na Internet fazem uso principalmente de aplicações hiperfídia. Neste caso, o que se faz normalmente é transpor os cursos tradicionais para essa nova forma tecnológica, usualmente sem o emprego de modelos e metodologias pedagógicas apropriadas [1].

As modificações que aconteceram nos sistemas de aprendizagem assistida por computador, causadas pela evolução dos sistemas de aprendizagem tradicionais, representaram um avanço em direção ao que um aprendiz

pode esperar de um sistema computacional para facilitar a aprendizagem. A integração das características dos sistemas de Aprendizagem Baseada em Computador e dos Sistemas Hiperfídia nos Cursos Hiperfídia e dos Sistemas Hiperfídia e Sistemas de Tutoria Inteligente nos Sistemas Hiperfídia Adaptativos produziu sistemas com características que facilitam a aprendizagem.

Este trabalho apresenta uma caracterização de Curso Hiperfídia Adaptativo ou CHA e uma proposta de arquitetura para um CHA.

O trabalho possui a seguinte organização: primeiro apresentam-se sistemas tradicionais de aprendizagem e sua evolução, que constituem novas formas de aprendizagem; depois se apresenta uma caracterização para CHAs e discute-se sobre a arquitetura proposta para um CHA.

## SISTEMAS DE APRENDIZAGEM TRADICIONAIS

Nesta seção serão apresentados três tipos de sistemas de aprendizagem tradicionais [2]: Sistema de Aprendizagem Baseada em Computador ou CBL (acrônimo do correspondente em inglês: *Computer-Based Learning*), Sistema Hiperfídia ou HS (acrônimo para *Hypermedia System*) e Sistema de Tutoria Inteligente ou ITS (acrônimo para *Intelligent Tutoring System*). Tais sistemas são considerados tradicionais porque atualmente dispõe-se de pesquisas em número tal que as suas bases já se encontram definidas.

### Sistema de Aprendizagem Baseada em Computador

Sistemas de Aprendizagem Baseada em Computador têm sido a forma de ensino por computador empregada com maior ênfase atualmente [2]. Esses sistemas computacionais de aprendizagem são comumente descritos como CAI, acrônimo para *Computer-Aided Instruction* (Instrução Auxiliada por Computador), ou CBT, acrônimo para *Computer-Based Training* (Treinamento Baseado em Computador).

Independente da distinção que possa ser feita entre um termo ou outro, os sistemas de aprendizagem do tipo CBL são programas que funcionam como receptáculos organizados estaticamente para incorporar tanto o domínio do assunto, quanto o conhecimento pedagógico dos professores especialistas [3].

<sup>1</sup> Raul dos Santos Gonçalves Barbeiro, Instituto de Estudos Avançados – Centro Técnico Aeroespacial (IEAv-CTA), Caixa Postal 6044, 12228-840, São José dos Campos, SP, Brasil, raul@ieav.cta.br

<sup>2</sup> Clovis Torres Fernandes, Instituto Tecnológico de Aeronáutica – Centro Técnico Aeroespacial (ITA-CTA), 12228-901, São José dos Campos, SP, Brasil, clovis@comp.ita.br

<sup>3</sup> Luciano Vieira Dutra, Divisão de Processamento de Imagens – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DPI-INPE), 12221-027, São José dos Campos, SP, Brasil, dutra@dpi.inpe.br

Os CBLs convencionais são caracterizados por sua estrutura relativamente inflexível e pelo uso de várias formas de apresentação da informação, como vídeo e áudio. Além disso, a estrutura dos CBLs é predeterminada precisamente pelos autores. Um CBL é diferente de um sistema de auxílio online, help em inglês, pois estes são normalmente direcionados para determinada aplicação, ao passo que os CBLs são materiais independentes [4].

Apesar de se encontrar algumas variações quanto à arquitetura dos sistemas de aprendizagem baseada em computador, existem três componentes que podem ser considerados básicos para esses sistemas. São eles o conteúdo, a interface gráfica com o usuário ou GUI (acrônimo para *Graphical User Interface*) e as funcionalidades do sistema [5], conforme ilustra a Figura 1.

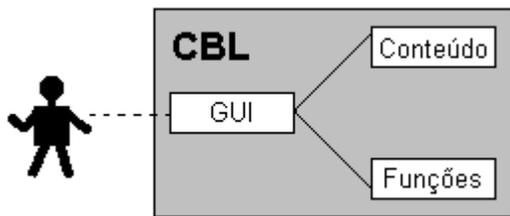


FIGURA 1  
ARQUITETURA DE UM CBL.

A interface gráfica com o usuário, ou apenas interface com o usuário, é a responsável pela interação do aprendiz com o sistema. O conteúdo usualmente compreende uma estrutura linear de material instrucional. As funcionalidades são as possibilidades do aprendiz ir para frente ou voltar na estrutura linear, além de receber realimentação sobre respostas a exercícios realizados [6].

### Sistema Hipermissão

Os termos hipermissão e hipertexto têm sido freqüentemente utilizados como sinônimos. Embora hipertexto sugira que toda a informação esteja na forma de texto puro, a maioria dos sistemas hipertexto permite o uso de informação em outras formas, como gráficos, som, animação ou vídeo. Pode-se usar a palavra hipertexto hoje em dia com o significado mais completo de hipermissão [7].

Sistema Hipermissão é um ambiente que facilita a criação e manipulação de uma aplicação hipermissão. Uma aplicação hipermissão pressupõe a existência de um sistema hipermissão que forneça os recursos para se realizar a autoria, a apresentação e a navegação. Dessa forma, uma aplicação hipermissão será construída criando-se uma hiperbase, um conjunto de estruturas de acesso e uma interface com o usuário [8]. A Figura 2 apresenta a arquitetura de um Sistema Hipermissão.

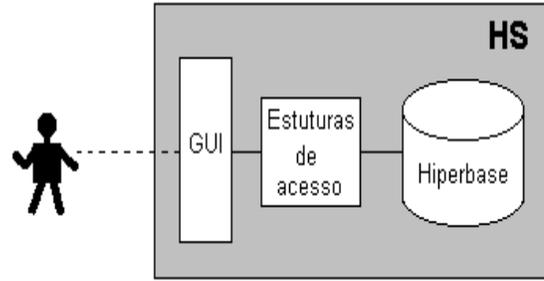


FIGURA 2  
ARQUITETURA DE UM HS.

Teoricamente pode-se definir um sistema hipermissão em uma estrutura contendo três níveis [9]:

- Nível de apresentação: interface com o usuário
- Nível Hypertext Abstract Machine (HAM): nós de informação e links
- Nível de banco de dados: armazenamento, compartilhamento dos dados e acesso à rede

O nível de banco de dados está na base do modelo de três níveis, sendo responsável por todos os assuntos tradicionalmente relacionados com armazenagem de informação que não são necessariamente relacionados com hipermissão. Independente da forma como a informação é armazenada, deve ser possível recuperar um bloco específico em um curto espaço de tempo.

Além disso, o nível de banco de dados deve lidar com os assuntos relacionados com acesso múltiplo de usuários, segurança, *backup* etc. Normalmente é responsabilidade desse nível fazer cumprir os controles de acesso definidos nos níveis mais altos da arquitetura.

O nível HAM situa-se entre os níveis de banco de dados e o nível de apresentação. Neste nível central o sistema hipermissão define cada nó de informação, seus links e os respectivos relacionamentos entre eles. O HAM possui conhecimento na forma de nós e links e conhece quais atributos estão associados a cada nó e link. Um exemplo de atributo associado a um nó pode ser o atributo “responsável” que especifica quem é responsável pela criação do nó e possui autorização para atualizá-lo. Outro exemplo de atributo pode ser o “número de versão” do nó.

A interface com o usuário trata da apresentação da informação, incluindo aspectos como quais comandos devem ser disponibilizados para o aprendiz, como exibir nós e links, e apresentação de diagramas. Um exemplo do que pode ser tratado na interface com o usuário em um Sistema Hipermissão é controlar se o aprendiz pode efetuar entrada de valores ou se isso só pode ocorrer no modo de autoria. Os aspectos tratados no nível de apresentação devem refletir a estrutura adotada no HAM.

Para o desenvolvimento de aplicações hipermissão pode-se fazer uso de vários modelos para estruturar a informação. Dentre esses modelos, pode-se citar o Hypermedia Design

Model ou HDM [10], Mapeamento de Informação ou MI [11] e DAPHNE [12].

### Sistema de Tutoria Inteligente

Sistemas de Tutoria Inteligente (ITS) utilizam alguma forma de inteligência para a tarefa de instruir com base em computadores. Existem dois lugares chave para inserir inteligência em um ITS. Um é no conhecimento que o sistema tem sobre o domínio do assunto. O outro é nos princípios através dos quais ele efetua a tutoria e nos métodos pelos quais aplica esses princípios [13].

Um ITS é um programa de computador que auxilia de forma inteligente o aprendiz a aprender determinado assunto. Não existe uma definição aceita sobre o que significa favorecer a aprendizagem de forma inteligente. Entretanto, uma característica compartilhada por muitos ITSs é que eles inferem um modelo do entendimento atual do aprendiz sobre o assunto e usam esse modelo individual para adaptar a apresentação didática do conteúdo às necessidades do aprendiz [14].

Com base nos itens descritos acima, pode-se definir os ITSs como sendo programas de computador destinados a auxiliar o processo de aprendizagem, utilizando técnicas e métodos de Inteligência Artificial (AI) para representar o conhecimento e para conduzir a interação com o estudante. Esses sistemas têm por característica possibilitar um maior controle, pelo programa, sobre a forma como está sendo realizado o aprendizado [15].

Os módulos componentes da arquitetura de um ITS, ilustrada pela Figura 3, apresentam as seguintes funções [15]:

- Interface com o usuário - Componente do ITS responsável por realizar a interação com o aprendiz.
- Módulo Tutorial - Responsável por planejar e gerenciar a interação com o aprendiz.
- Modelo do Estudante - Responsável por capacitar o sistema a fornecer uma individualização da aprendizagem.
- Módulo do Especialista ou Domínio - Compreende o conhecimento do especialista.

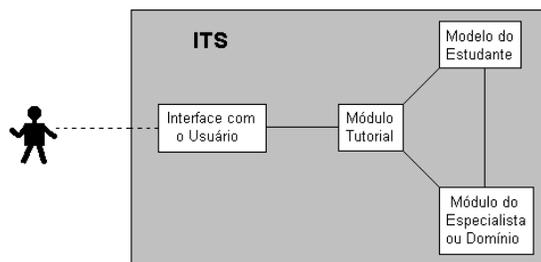


FIGURA 3  
ARQUITETURA DE UM ITS.

## EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE APRENDIZAGEM TRADICIONAIS

Os sistemas de aprendizagem tradicionais foram aperfeiçoados, vindo a constituir novas formas de facilitar a aprendizagem. Esses sistemas foram integrados, conforme ilustrado na Figura 4, formando estruturas que apresentam características próprias. Por exemplo, Cursos Hiperídia ou CH são sistemas que integram características de CBLs e HSs, enquanto Sistemas Hiperídia Adaptativos ou SHAs são sistemas que integram características de HSs e ITSs. Esses novos tipos de sistemas, descritos em seguida, ajudam a promover um alto nível de envolvimento do aprendiz com o conteúdo didático [8].

### Curso Hiperídia

Um Curso Hiperídia é um curso realizado por computador que utiliza a tecnologia hiperídia, cujo objetivo é facilitar o desenvolvimento de novas estruturas de conhecimento por parte do aprendiz [9].

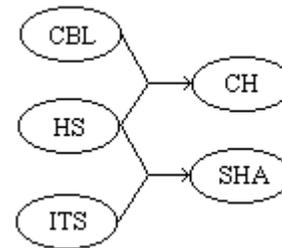


FIGURA 4  
EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS TRADICIONAIS.

Esse tipo de curso apresenta, assim, a informação de forma didática e pedagógica sobre determinado assunto. O CH fornece orientação ao aprendiz, embutida nas seqüências de informação definidas ou roteiros, e nos mecanismos de navegação empregados [8].

Os roteiros são definidos com base na aplicação hiperídia armazenada num banco de dados, que é chamada de hiperbase. Além da referência aos nós da hiperbase, os roteiros incorporam nós adicionais que ajudam na apresentação didática do material instrucional. Os roteiros não são lineares como nos CBLs por causa dos links hiperídia, embora nem todos os links da hiperbase sejam ativados no nível dos roteiros. Isto constitui o grau de liberdade de navegação, associado a cada nó do roteiro [1]-[15].

Um ambiente de aprendizagem deve prover uma boa orientação para o aprendiz, de modo a facilitar a obtenção dos objetivos pretendidos pelo autor do curso. É importante ter-se um balanço entre o controle do autor e o grau de liberdade oferecido ao aprendiz [1]-[8]-[15].

Enquanto os sistemas inteligentes têm sido criticados pela forma como efetua a tutoria e o modo como empregam os modelos especialistas do domínio do conhecimento, os cursos hiperídia sofrem pela falta de

uma estrutura ou auxílio especialista ao longo da seqüência instrucional [16]. Como decorrência, isto pode ocasionar a sensação de desorientação no aprendiz, ou de “perdido no hiperespaço” [20].

A expressão “perdido no hiperespaço” refere-se a um problema de desorientação que ocorre quando se utilizam até mesmo aplicações hipermídia relativamente pequenas, educacionais ou não. Esse problema consiste na combinação dos dois subproblemas seguintes [21]:

- Uma vez que se encontre algum material instrucional interessante, o leitor acredita ser melhor lê-lo cuidadosamente de imediato, porque pensa na eventualidade de não o encontrar novamente;
- Ao se navegar numa aplicação hipermídia, fica-se confuso sobre o local atual de navegação, não se sabendo, momentaneamente, porque se chegou nesse ponto, nem para onde se deslocar, uma vez que se perdeu o foco que deve nortear uma navegação.

Para reduzir os problemas relacionados à estrutura dos cursos hipermídia, utilizam-se modelos para desenvolver os cursos hipermídia. Encontram-se na literatura vários modelos e metodologias que podem ser empregadas [1]-[8]. Independente do modelo ou metodologia empregada, a construção de cursos hipermídia pode compreender as seguintes etapas, adaptadas de [1]-[8]:

- Pré-autoria: planejamento da hiperbase e dos roteiros
- Autoria: implementação da hiperbase e dos roteiros
- Infra-estrutura de apresentação e navegação

#### Sistema Hipermídia Adaptativo

Sistemas Hipermídia Adaptativos têm sido projetados e desenvolvidos em reconhecimento à necessidade de fornecer algum grau de apoio aos aprendizes durante a navegação. Um Sistema Hipermídia Adaptativo busca fornecer uma solução para o problema de desorientação causado pela navegação em sistemas hipermídia e a necessidade de acomodar usuários com interesses variados. Isso é conseguido através da capacidade de buscar e filtrar a informação mais relevante para as necessidades do usuário, seus objetivos e interesses [17].

SHAs são todos os sistemas hipermídia que reflitam algumas características do usuário em um modelo de usuário e aplique esse modelo para adaptar vários aspectos visíveis do sistema para o usuário [17].

Em um SHA pode-se adaptar o conteúdo da página hipermídia e os links de uma página, incluindo páginas de índice e mapas, para as páginas relacionadas. Distinguem-se essas duas técnicas de adaptação chamando a primeira de apresentação adaptativa, ou adaptação ao nível do conteúdo,

e a segunda de suporte para a navegação adaptativa, ou adaptação ao nível dos links [18].

### CARACTERIZAÇÃO DE CURSOS HIPERMÍDIA ADAPTATIVOS

Um aspecto que deve ser observado nos sistemas resultantes da evolução dos sistemas tradicionais, é que a integração resultante se apresenta com características marcantes de um ou outro sistema. Olhando um sistema filho, pode-se dizer de qual sistema pai ele herdou mais fortemente uma característica.

Os Sistemas Hipermídia Adaptativos possuem forte influência dos Sistemas de Tutoria Inteligente, no sentido em que buscam uma solução que está centrada em um modelo de usuário. Esse modelo procura representar o “estado cognitivo” do usuário e através desse modelo o sistema procura se adaptar ao mesmo. Já os Cursos Hipermídia demonstram forte influência dos sistemas de Aprendizagem Baseada em Computador, representada pela incorporação de aspectos pedagógicos no curso [1]-[8]-[19].

Buscando incorporar aos Cursos Hipermídia e aos Sistemas Hipermídia Adaptativos novos mecanismos para facilitar a aprendizagem, esses dois sistemas de aprendizagem foram integrados, gerando os assim chamados Cursos Hipermídia Adaptativos. Esses cursos irão apresentar maior ou menor grau de facilitação da aprendizagem em função das características incorporadas dos sistemas pai.

#### Curso Hipermídia Adaptativo

Os cursos hipermídia adaptativos ou CHAs incorporam características dos cursos hipermídia e dos sistemas hipermídia adaptativos. Um curso hipermídia adaptativo é um curso hipermídia que utiliza a tecnologia dos sistemas hipermídia adaptativos para fornecer uma informação sobre determinado assunto de forma didática, pedagógica e adaptada para cada aprendiz que realize o curso. A Figura 5 representa a integração dos CHs e SHAs, formando os CHAs.

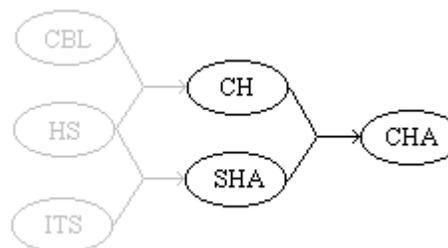


FIGURA 5  
EVOLUÇÃO DOS CHS E SHAS.

Um CHA facilita o desenvolvimento de novas estruturas de conhecimento por parte do aprendiz, através da aplicação de um modelo de usuário que reflita no curso características

do aprendiz, adaptando vários aspectos do sistema ao usuário.

Com isso, no CHA emprega-se uma característica herdada dos SHAs que pode resolver o problema dos cursos que são realizados por diferentes classes de aprendizes. Os aprendizes podem apresentar grande divergência quanto aos seus objetivos, suas experiências e seus conhecimentos sobre os assuntos abordados num dado curso. Contudo o CHA irá tratar essas diferenças de modo único e voltado para cada aprendiz [20].

Ao se preparar um CHA, estar-se-á fornecendo um curso que deverá atender os objetivos específicos de cada aprendiz, adequando o conteúdo do curso para as necessidades, experiências e conhecimento do mesmo durante todo o transcorrer do curso. Isso é obtido através do uso de modelos de usuário, que fornecem as informações necessárias para que o CHA possa adequar-se ao aprendiz.

Outro aspecto, herdado dos CHs e SHAs, é que um CHA evita a sensação de “perdido no hiperespaço” do aprendiz [20].

Quanto à questão de encontrar material instrucional de interesse, num CHA o aprendiz não precisa se preocupar com isso, pois ele deverá ter acesso, por definição, somente a documentos que sejam de seu interesse.

A questão da navegação em um CHA é realizada como se fosse uma via de mão única e sem retornos. Caso o sistema do CHA detecte, num dado ponto, que o aprendiz requer algum conhecimento prévio, este será apresentado na interação imediatamente a seguir do aprendiz com o sistema. Uma interação é representada pelo ato do aprendiz solicitar ao CHA a apresentação de algum material instrucional. Isso deve ser feito de forma transparente para o aprendiz, de modo que o aprendizado não seja prejudicado.

A Figura 6 representa duas interações do aprendiz com o curso:  $i$  e  $i+1$ . Antes da interação  $i$ , o CHA seleciona qual material instrucional será exibido para o aprendiz e em que ordem, no caso o item 2. Após a interação  $i$ , antes de o aprendiz realizar a interação  $i+1$ , o CHA recalcula, com base em seu desempenho na interação  $i$ , o material instrucional que será apresentado ao aprendiz na interação  $i+1$ , no caso o item 3. Percebe-se que não apenas o próximo material instrucional é alterado (item 3 em vez do item 5 da interação  $i$ ): toda uma possível seqüência é recalculada.

Essa é uma característica que remonta aos ITSs, uma vez que um CHA efetua um maior controle sobre a forma como está sendo realizado o aprendizado. O aprendiz comanda o sistema para prosseguir, mas é o CHA quem diz para onde ele pode ir ou o que ele pode ter acesso.

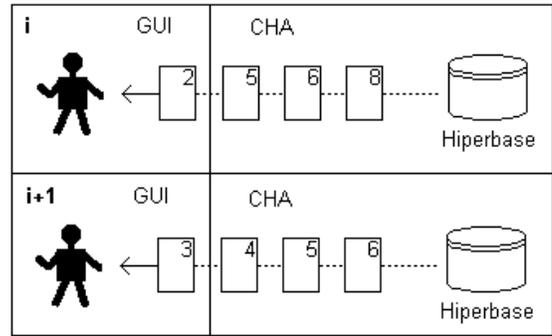


FIGURA 6

INTERAÇÕES DO APRENDIZ.

## ARQUITETURA PROPOSTA DE UM CHA

A caracterização dos CHA, nos leva à seguinte proposta para uma arquitetura de um Curso Hipermedia Adaptativo, com os seguintes elementos:

- Servidor CHA – Implementa a lógica do curso, integrando as informações dos demais elementos constituintes do CHA.
- Roteiro-base – Melhor seqüência para percorrer o material instrucional do curso, definida por especialistas.
- Modelo do Aprendiz – Módulo que permite extrair informações do usuário, visando adaptar o curso ao mesmo.
- Módulo Avaliador – Efetua o controle de desempenho do aprendiz.
- Hiperbase – Aplicação hipermedia armazenada em um meio persistente ou banco de dados.
- Interface com o aprendiz – Interface de acesso ao material instrucional do curso.

A Figura 7 apresenta a arquitetura conceitual proposta para um CHA e a Figura 8 seguinte representa a arquitetura para um CHA quando realizado na WWW em um ambiente cliente-servidor.

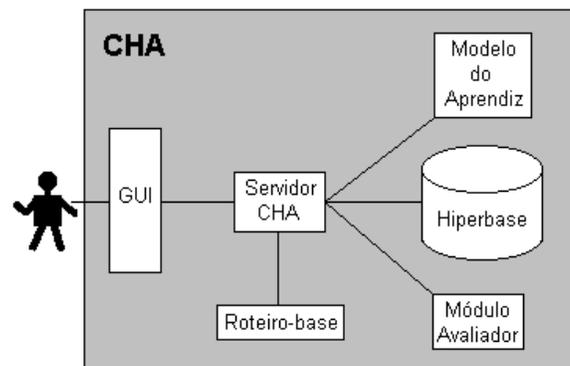


FIGURA 7

ARQUITETURA DE UM CHA.

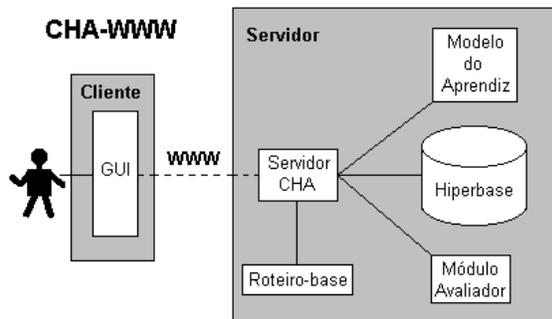


FIGURA 8  
ARQUITETURA DE UM CHA PARA A WWW.

### Servidor CHA

Este módulo implementa a lógica do curso, integrando as informações dos demais elementos constituintes do CHA. Este módulo é responsável pelo planejamento e gerência da interação com o aprendiz. Neste módulo estão integradas as estratégias de aprendizagem, ou conjunto de ações que serão executadas visando atingir os objetivos de aprendizagem definidos pelo autor do curso.

As informações sobre o aprendiz, obtidas do Modelo do Aprendiz, e o desempenho do aprendiz, obtido do Módulo Avaliador, integradas com o Roteiro-base capacitam o Servidor CHA a selecionar na Hiperbase o material didático adequado que será apresentado ao aprendiz. Este módulo representa o chamado Módulo Tutorial dos ITSS.

### Roteiro-base

Neste módulo está presente o roteiro de referência que o CHA irá utilizar para definir o material instrucional a ser apresentado ao aprendiz. Este módulo representa o modelo de roteiro utilizado nos CHs, onde para cada nó é oferecida uma lista de opções alternativas que o aprendiz pode seguir.

O modelo de roteiros dos CHs atua como um roteiro-base, pois para um CHA os roteiros devem ser adaptativos e este tipo de roteiro será alcançado quando as informações do Roteiro-base forem integradas com as informações dos demais módulos.

### Hiperbase

O conjunto de material instrucional da hiperbase deve ser projetado de modo que possa atender os diferentes aprendizes que deverão realizar o curso. As informações presentes na hiperbase devem conter material relevante a cada aprendiz, de outra forma ela poderá atender somente uma pequena parcela de aprendizes.

Roteiro-base, Servidor CHA e Hiperbase, em conjunto, representam o Módulo do Especialista dos ITSS, que contém os fatos e regras de um determinado domínio que será apresentado ao aprendiz.

### Módulo Avaliador

É responsável por efetuar o controle de desempenho do aprendiz. A avaliação é um aspecto essencial em toda

aprendizagem. Ela é utilizada com os seguintes propósitos [21]:

- Determinar o que um aprendiz conhece ou não conhece.
- Ordenar os aprendizes em função de seu desempenho.
- Decidir o que deve ser empregado na apresentação do material instrucional.
- Atribuir notas aos aprendizes.
- Admitir um aprendiz no próximo nível de um curso.

A avaliação pode ser um questionário informal ou um exame formal, monitorado, em grupo ou individual. Na arquitetura do CHA proposto, o Módulo Avaliador assume duas funções principais:

- Determinar o desempenho do aprendiz no curso, visando definir qual o melhor nível de informação para apresentar ao aprendiz, dentre os níveis suportados pela hiperbase.
- Selecionar quais conceitos ele deve ver, e serão apresentados ao aprendiz, e quais conceitos ele não precisa ver, e não serão apresentados ao mesmo.

### Modelo do Aprendiz

Módulo que permite extrair informações do usuário, visando adaptar o curso ao mesmo através da representação do estado atual de conhecimento do aprendiz sobre o assunto do curso. Esse módulo realiza a tarefa de reunir informações que sejam consideradas relevantes sobre um aprendiz individual que podem ser utilizadas para adaptar o curso ao aprendiz.

Os módulos Avaliador e Modelo do Aprendiz representam o chamado Modelo do Estudante dos ITSS que é responsável pela capacidade de individualização da aprendizagem nesses sistemas.

### Interface com o Aprendiz

Este módulo realiza a apresentação ao aprendiz do material instrucional selecionado pelo Servidor CHA. Este módulo deve possuir suporte aos vários tipos de arquivos presentes na hiperbase, tais como texto, som e vídeo. A interface com o aprendiz deve possuir os seguintes recursos [15]:

- Capacidade de personalização pelo aprendiz
- Apresentação de dados em diversos formatos e meios
- Facilidade de uso, minimizando o número de ações necessárias para uma comunicação efetiva entre aprendiz e sistema.

- Interatividade e apresentação de informações sobre o estado atual do sistema, como no caso de se estar aguardando o resultado de um processamento.
- Reconhecimento de erros involuntários e monitoração contínua das ações do aprendiz
- Respostas rápidas, dentro dos limites impostos pelo meio físico empregado no curso

### Comparação Entre CH, SHA E CHA

Através das características dos CHs e SHAs, apresentadas anteriormente, e pela caracterização dos CHAs, pode-se observar que esses sistemas apresentam grande potencial para seu emprego na aprendizagem. Esses sistemas de aprendizagem apresentam características que podem ser contrastantes e devem ser apresentadas para que, quando da realização de um curso, possa escolher-se o sistema que melhor atenda as necessidades do autor.

Para realizar uma comparação entre esses sistemas de aprendizagem, foram adotados os critérios utilizados por Santos, conforme apresentados na Tabela 1 [15].

TABELA 1  
COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE APRENDIZAGEM.

Crítérios x Tipos de Sistema	CHs	SHAs	CHAs
Grau de liberdade	Alto	Variável	Variável
Estilo de aprendizagem	Informal	Formal	Formal
Modelagem do domínio	Implícita	Explícita	Explícita
Métodos de ensino	Não	Sim	Sim
Modelagem do usuário	Não	Sim	Sim
Iniciativa na interação	Flexível	Mista	Mista
Responsabilidade	Usuário	Sistema	Mista
Sobrecarga cognitiva	Sim	Eventualmente	Eventualmente
Complexidade de criação	Variável	Alta	Variável
Ferramentas	Muitas	Poucas	Poucas

O item “grau de liberdade” indica quanto o aprendiz é livre para determinar o rumo do curso. Esse item serve para medir o grau de controle do sistema sobre o aprendiz. Pode ser baixo, médio, alto ou variável.

O item “estilo de aprendizagem” indica o formato da aprendizagem que é empregado pelo sistema, podendo ser formal, informal ou variado.

O item “modelagem do domínio” indica se o sistema possui um Modelo de Domínio do conhecimento, podendo ser explícito ou implícito.

O item “métodos de ensino” indica se o sistema é capaz ou não de incorporar diferentes métodos de ensino. A característica de poder possuir vários métodos de ensino é muito importante para o aprendizado, possibilitando variar de método em função do desempenho do aprendiz.

O item “modelagem do usuário” indica se o sistema possui uma forma explícita para modelar o aprendiz. Isso indica a possibilidade de adaptar o curso ou não ao aprendiz.

O item “iniciativa na interação” indica qual tipo de iniciativa é utilizada durante a realização do curso pelo aprendiz. Pode ser rígida, mista ou flexível.

O item “responsabilidade” indica se a responsabilidade maior sobre o andamento do curso está a cargo do aprendiz ou do sistema.

O item “sobrecarga cognitiva” indica se o sistema pode, por suas características, causar sobrecarga cognitiva ao aprendiz. Pode ser sim, eventualmente ou não.

O item “complexidade de criação” indica o grau de exigências predefinidas, especificações rígidas e dificuldade de alterações, expansões e manutenção do curso. Pode ser baixa, média, alta ou variável.

O item “ferramentas” indica a disponibilidade de ferramentas auxiliares para a criação de um curso. Nesse item efetuou-se uma análise de modo a englobar todas as fases de criação de um curso. Em especial, no tocante à modelagem conceitual, os sistemas que envolvem modelagem de usuário não dispõem de ferramentas para essa tarefa.

Independente de qualquer análise que possa ser feita entre CHs, SHAs e CHAs, os dois primeiros apresentam uma característica que os distinguem dos CHAs e justifica o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa. CHs e SHAs possuem metodologias de desenvolvimento que norteiam os autores para extrair, de cada sistema de aprendizagem, as suas melhores características.

Quanto ao item “responsabilidade”, enquanto num SHA a responsabilidade pelo andamento do curso está a cargo do sistema, num CHA está a cargo tanto do sistema quanto do aprendiz, que explicitamente pode influenciar os passos que ele deve seguir.

Quanto ao item “métodos de ensino”, embora tanto um SHA quanto um CHA incluam métodos pedagógicos na condução do curso, CHAs adicionam material didático adicional ao proveniente da hiperbase, apresentando-o de forma bastante viva e diversificada. Em contraste, um SHA apresenta apenas e tão somente o material instrucional oriundo da hiperbase.

### CONCLUSÕES

Os Cursos Hiperídia Adaptativos representam uma área relativamente nova de pesquisa e um número limitado de modelos ou sistemas foi implementado visando à melhoria do grau de aprendizagem do aprendiz.

O potencial dos Cursos Hiperídia Adaptativos para a aprendizagem a distância é imenso e deve ser explorado de modo a obter todo o potencial disponível nas redes de computadores atuais e, em especial, a Internet. A tecnologia de Cursos Hiperídia Adaptativos está sendo empregada no desenvolvimento de vários cursos via Internet.

### REFERÊNCIAS

- [1] Fernandes, C. T.; Santibañez, M. R. F., “Characterization and Modeling of Hypermedia Courses”, *Comunicação pessoal*, 2000.
- [2] Tait, W. H., “Constructive Internet Based Learning”, [on line], <<http://homepages.uel.ac.uk/W.H.Tait/Learning/Cibl.htm>>, 2000.

- [3] Wenger, E., "Artificial Intelligence and Tutoring Systems", *Morgan Kaufmann Publishers Inc*, 1987.
- [4] Woodhead, N., "Hypertext & Hypermedia - Theory and Applications. Wilmslow", *England: Sigma Press*, 2001, 231 p.
- [5] Grizendi, L. T., "Modelagem Hipermedia em Níveis e Camadas de Aprendizagem", *Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica*, São José dos Campos, 108 p, 1997.
- [6] Alessi, S. M.; Trollip, S. R., "Computer-based Instruction Methods and Development", *Englewood Cliffs*, New Jersey: Prentice Hall, 2001, 512 p.
- [7] De Bra, P., "Hypermedia Structures and Systems", *[on line]*, <<http://www.win.tue.nl/2L670/static/definition.html>>, 2000.
- [8] Zuasnábar, D. M. H., "APACHE: Um Ambiente de Pré-autoria de Cursos Hipermedia Estendidos", *Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica*, São José dos Campos, 114 p, 2000.
- [9] Nielsen, J., "Hypertext & Hypermedia", *Academic Press Inc.*, San Diego, California, 2001, 268 p., Cap. 6, p. 101-114.
- [10] Schwabe, D., "Laboratório de Multimídia - VI EBAI", *Embalse*, Argentina, 1993.
- [11] Horn, R. E., "Mapping Hypertext. Analysis, Linkage and Display of Knowledge for the Next Generation of On-line Text and Graphics", *Lexington Institute: Massachusetts*, 1989.
- [12] Kawasaki, E. I., "Modelo e Metodologia para Projeto de Cursos Hipermedia", *Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica*, São José dos Campos, 1996.
- [13] Anderson, J. R., "Foundations of Intelligent Tutoring Systems", *Lawrence Earlbaum Associates, Inc.*, 1988, Cap. 2.
- [14] VanLehn, K., "Foundations of Intelligent Tutoring Systems", *Lawrence Earlbaum Associates, Inc.*, 1988, Cap. 3.
- [15] Santos, G. H. R., "Sistemas Hipermedia para o Ensino: Estendendo as Facilidades para o Autor e o Estudante", *Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Universidade de São Paulo*, São Carlos, 65 p., 1997.
- [16] Eklund, J., "Cognitive models for structuring hypermedia and implications for learning from the world-wide web", *[on line]*, <<http://www.scu.edu.au/sponsored/ausweb/ausweb95/papers/hypertext/eklund/>>, 1996.
- [17] Murphy, E., "Adaptive Hypermedia & Online Learning", *[on line]*, <<http://www.stemnet.nf.ca/~elmurphy/emurphy/adaptive.html>>, 1997.
- [18] Brusilovsky, P. Pesin, L., "Visual annotation of links in adaptive hypermedia", *[on line]*, <[http://www.acm.org/sigchi/chi95/Electronic/documnts/shortppr/plb\\_bdy.htm](http://www.acm.org/sigchi/chi95/Electronic/documnts/shortppr/plb_bdy.htm)>, 1995.
- [19] De Bra, P.; Calvi, L., "AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture", *[on line]*, <<http://www.wis.win.tue.nl/~debra/review/paper.html>>, 2001.
- [20] Brusilovsky, P., "Adaptive hypermedia: an attempt to analyze and generalize" *[on line]*, <<http://www.education.uts.edu.au/projects/ah/Brusilovsky.html>>, 1998.
- [21] De Bra, P., "Hypermedia Structures and Systems", *[on line]*, <<http://www.win.tue.nl/2L670/static/lost-in-hyperspace.html>>, 1998.