

**Gisele Trentin da Silva**

**ADAPTAÇÃO EM UM SISTEMA EDUCACIONAL  
HIPERMÍDIA BASEADA NA CLASSIFICAÇÃO DE  
PERFIS DE USUÁRIOS**

Florianópolis – SC

2005

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA  
DA COMPUTAÇÃO**

**Gisele Trentin da Silva**

**ADAPTAÇÃO EM UM SISTEMA EDUCACIONAL  
HIPERMÍDIA BASEADA NA CLASSIFICAÇÃO DE  
PERFIS DE USUÁRIOS**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação

**Marta Costa Rosatelli, Dr<sup>a</sup>.  
Orientadora**

Florianópolis, fevereiro de 2005

# **ADAPTAÇÃO EM UM SISTEMA EDUCACIONAL HIPERMÍDIA BASEADA NA CLASSIFICAÇÃO DE PERFIS DE USUÁRIOS**

**Gisele Trentin da Silva**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação área de concentração em Sistemas de Conhecimento e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

---

Prof. Raul Sidnei Wazlawick, Dr.  
Coordenador do Programa

Banca Examinadora

---

Prof<sup>a</sup>. Marta Costa Rosatelli, Dr<sup>a</sup>.  
Orientadora

---

Prof. Jacques Nelson Corleta Schreiber, Dr.  
Examinador Externo

---

Prof<sup>a</sup>. Lucia Helena Martins Pacheco, Dr<sup>a</sup>.  
Membro

---

Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.  
Membro

*“Quando a gente pensa que sabe todas as respostas,  
vem a vida e muda todas as perguntas”.*  
(Autor desconhecido)

## AGRADECIMENTOS

São tantas pessoas a agradecer...

A Deus pelo dom da sabedoria...

A Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marta Costa Rosatelli por ter me aceito como sua orientanda e pelo apoio e ajuda durante estes anos...

A toda minha família pelo apoio, em especial a minha irmã Micheli e a minha filha amada Jéssica...

A galera da Ilog Tecnologia pela força, em especial ao Demetrius, Gustavo, Marlos, George e Daniela pela ajuda e compreensão...

Ao pessoal do Instituto de Estudos Avançados – IEA, em especial a Roseli, Katilene e Richard pelo auxílio no meu trabalho...

Ao Sebrae Nacional pela oportunidade de utilizar o IPGN como objeto da minha pesquisa...

A todos os meus amigos, principalmente a Dayane pelo companheirismo e amizade...

A Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC pela oportunidade de crescimento intelectual e profissional...

Enfim, a todos aqueles que de uma maneira ou de outra participaram e colaboraram para a realização deste sonho que agora se torna realidade.

Obrigada por tudo!

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificativa .....	3
1.2 Objetivos .....	4
1.2.1 Objetivo Geral .....	4
1.2.2 Objetivos Específicos .....	4
1.3 Metodologia .....	5
1.4 Estrutura da Dissertação .....	6
<b>CAPÍTULO 2 - EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA INTELIGENTE .....</b>	<b>7</b>
2.1 Inteligência Artificial na Educação .....	9
2.2 Sistemas Tutores Inteligentes .....	11
2.2.1 Arquitetura Genérica de um STI .....	12
2.2.2 Aplicações em STI .....	15
2.3 Modelagem do Usuário .....	18
2.3.1 Modelo de Estudante .....	19
2.3.2 Representação do Conhecimento no Modelo de Estudante .....	20
2.3.3 Como Construir um Modelo de Estudante .....	22
2.4 Técnicas de Implementação .....	23
2.4.1 Aprendizagem de Máquina .....	23
2.4.1.1 Aprendizagem Baseada em Exemplos .....	24
2.5 Considerações Finais.....	26
<b>CAPÍTULO 3 - HIPERMÍDIA ADAPTATIVA.....</b>	<b>27</b>
3.1 Hipermídia Tradicional .....	27
3.2 Sistemas de Hipermídia Adaptativa .....	29
3.3 Classificação dos SHA .....	31
3.3.1 Apresentação Adaptativa .....	32

3.3.2 Navegação Adaptativa .....	33
3.4 Técnicas e Métodos de Adaptação .....	34
3.4.1 Técnicas de Navegação Adaptativa .....	34
3.4.2 Métodos de Navegação Adaptativa .....	36
3.5 Exemplos de SHA .....	37
3.6 Considerações Finais.....	40

#### **CAPÍTULO 4 - ADAPTAÇÃO EM UM SISTEMA EDUCACIONAL HIPERMÍDIA BASEADA NA CLASSIFICAÇÃO DE PERFIS DE USUÁRIOS.....41**

4.1 Arquitetura do Sistema Hipermídia Adaptativo .....	42
4.2 Módulo de Classificação .....	45
4.2.1 Atributo Tempo.....	46
4.2.2 Atributo Dúvida .....	48
4.2.3 Atributo Interação .....	49
4.2.4 Atributo Reforço .....	50
4.2.5 Atributo Desempenho .....	51
4.2.6 Atributo Experiência .....	52
4.2.7. Medida de Similaridade .....	53
4.3 Módulo de Estudante .....	56
4.4 Módulo de Adaptação .....	56
4.5 Considerações Finais.....	60

#### **CAPÍTULO 5 – PROTÓTIPO – SISTEMA EDUCACIONAL HIPERMÍDIA (SEDHI).....61**

5.1 Descrição do Protótipo .....	61
5.1.1 Perfil Básico .....	62
5.1.2 Perfil Intermediário.....	66
5.1.3 Perfil Avançado.....	69
5.2 Considerações Finais .....	73

#### **CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO .....**

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....76**

<b>ANEXO 1.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO 4 .....</b>	<b>109</b>

## LISTA DE SIGLAS

EAD	Educação à Distância
CAI	<i>Computer Assisted Instructional</i>
CSCL	<i>Computer Supported Collaborative Learning</i>
HA	Hipermídia Adaptativa
IA	Inteligência Artificial
IA-ED	Inteligência Artificial na Educação
ICAI	<i>Intelligent Computer-Assisted Instruction</i>
IPGN	Iniciando um Pequeno Grande Negócio
MU	Modelagem de Usuário
RBC	Raciocínio Baseado em Casos
SHA	Sistema de Hipermídia Adaptativa
SMA	Sistema MultiAgente
STI	Sistema Tutor Inteligente
<i>Web</i>	<i>World Wide Web</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Arquitetura Genérica de um Sistema Tutor Inteligente .....	14
Figura 2. Modelo Usuário-Adaptação: <i>Loop</i> Clássico .....	30
Figura 3. Taxonomia das Tecnologias de Hipermídia Adaptativa .....	32
Figura 4. Arquitetura do Sistema Hipermídia Adaptativo via <i>Web</i> .....	43
Figura 5. Fluxograma para Classificação dos Perfis de Estudantes .....	55
Figura 6. Módulo de Classificação.....	62
Figura 7. Anotação de <i>links</i> - Nível Básico.....	63
Figura 8. Ocultação do <i>link</i> “Dica do Professor”- Perfil Básico.....	64
Figura 9. Ocultação do <i>link</i> “Mergulhe Fundo” – Perfil Básico.....	65
Figura 10. Ocultação do <i>link</i> “Glossário” – Perfil Básico.....	65
Figura 11. Módulo de Classificação.....	66
Figura 12. Anotação de <i>links</i> – Nível Intermediário.....	67
Figura 13. Ocultação do <i>link</i> “Glossário” – Perfil Intermediário.....	68
Figura 14. Módulo de Classificação.....	68
Figura 15. Anotação de <i>links</i> – Nível Avançado.....	70
Figura 16. Ocultação do <i>link</i> “Dica do Professor” – Perfil Avançado.....	71
Figura 17. Ocultação do <i>link</i> “Mergulhe Fundo” – Perfil Avançado.....	71
Figura 18. Ocultação do <i>link</i> “Glossário” – Perfil Avançado.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação entre STI e sistemas CAI .....	12
Tabela 2. Exemplo de algumas aplicações em STI .....	15
Tabela 3. Exemplos de SHA .....	37
Tabela 4. Tempo gasto no módulo 1 .....	47
Tabela 5. Tempo gasto no módulo 2 .....	47
Tabela 6. Tempo gasto no módulo 3 .....	47
Tabela 7. Tempo gasto no módulo 4 .....	48
Tabela 8. Tempo gasto no módulo 5 .....	48
Tabela 9. Número de dúvidas enviadas pelo Tira-dúvidas.....	49
Tabela 10. Número de mensagens enviadas para a Lista de Discussão .....	50
Tabela 11. Número de acesso ao FAQ. ....	51
Tabela 12. Desempenho nos Exercícios .....	52
Tabela 13. Participação em outros cursos à distância via <i>Web</i> .....	52
Tabela 14. Classificação do perfil “Básico” .....	53
Tabela 15. Classificação do perfil “Intermediário” .....	53
Tabela 16. Classificação do perfil “Avançado” .....	54
Tabela 17. Classificador .....	54

## RESUMO

Esta dissertação apresenta a modelagem de um sistema hipermídia adaptativo para um curso à distância baseado na *Web*. O sistema classifica os estudantes em diferentes perfis através do método do Vizinho Mais Próximo (*Nearest Neighbor*) utilizando os dados do usuário e os dados de uso do sistema pelo estudante e adapta a navegação no conteúdo por meio da técnica de ocultação e anotação de *links*. A arquitetura do sistema hipermídia adaptativo baseia-se em três módulos principais: Módulo de Classificação, Módulo de Estudante e Módulo de Adaptação. Estes três módulos são responsáveis, respectivamente, pela classificação dos perfis de estudantes, pela atualização destes perfis no Módulo de Estudante e pela adaptação da navegação no conteúdo conforme os perfis contidos no Modelo de Estudante. Esse processo é realizado desde que o estudante interage pela primeira vez com o sistema.

**Palavras-chave:** Sistemas Tutores Inteligentes, Sistemas de Hipermídia Adaptativa, Método *Nearest Neighbor*.

## ABSTRACT

This dissertation presents an adaptive hypermedia system for a Web-based distance course. The system classifies the students according to a set of pre-defined profiles through the Nearest Neighbor method and, based on the user and usage data, adapts the content navigation, using the techniques of link hiding and annotation. The architecture of the adaptive hypermedia system includes three main modules: the Classification Module, the Student Module, and the Adaptation Module. These three modules are responsible for classifying the students' profiles, updating these profiles, and adapting the navigation through the contents according to the updated profiles. This process takes place since the first time that the student interacts with the system.

**Keywords:** Intelligent Tutoring System, Adaptive Hypermedia Systems, *Nearest Neighbor* method.

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

A multiplicidade de ambientes de aprendizagem à distância disponibilizados atualmente na *World Wide Web (Web)* é visível. Muitos destes são gratuitos e têm como objetivo qualificar ou treinar as pessoas. Porém, estes ambientes ainda estão voltados ao paradigma instrucional da Instrução Assistida por Computador ou sistemas CAI (*Computer Assisted Instruction*), funcionando como um tutorial, com um baixo nível de interação com o estudante.

As primeiras modalidades de softwares educacionais que surgiram no início da década de 60 foram exatamente deste tipo - CAI - e se utilizavam da teoria comportamentalista como forma de aprendizagem. Nestes sistemas, o conteúdo era preparado sobre um assunto específico e seu mecanismo básico era apenas “virar páginas”, sem haver nenhuma diferenciação entre os diversos níveis de conhecimento dos usuários ou geração de problemas e comentários individualizados para cada usuário.

O primeiro CAI que utilizou técnicas de Inteligência Artificial (IA) foi desenvolvido por CARBONNEL (1970) que o denominou SCHOLAR. A proposta dos sistemas CAI é apresentar um problema ao estudante, registrar a resposta e avaliar seu desempenho. Desta forma, a seqüência de perguntas e respostas será dirigida pelos acertos e erros dos estudantes, não sendo consideradas as suas habilidades individuais. A partir dos anos 70, alguns pesquisadores como Carbonnel começaram a observar que os sistemas CAI possuíam uma estrutura de transmissão de conhecimento de caráter seqüencial, previamente determinadas e, por conseqüência, com incapacidade de adaptação real às necessidades e estilos individuais dos estudantes. Assim, foram propostos sistemas que incorporavam técnicas de IA a fim de criar um ambiente que levasse em consideração os diversos estilos cognitivos dos estudantes. Estes tipos de

software foram denominados sistemas ICAI (*Intelligent Computer-Assisted Instruction*) ou Sistemas Tutores Inteligentes (GIRAFFA, 1997).

Um Sistema Tutor Inteligente (STI) tem por finalidade implementar os métodos tradicionais de ensino em sistemas que possam mensurar a aprendizagem por meio de testes padronizados, introduzindo uma abordagem heurística<sup>1</sup> aplicada a estes sistemas.

Com o passar do tempo os estudos em STIs foram se expandindo e adquirindo um enfoque mais centrado no estudante. O desenvolvimento deste tipo de sistemas tem sido dirigido pela necessidade de superar as deficiências apresentadas pelos sistemas CAI, no que diz respeito à estática da instrução e ao fraco conteúdo do domínio. Na segunda metade da década de 80 foram introduzidas técnicas pedagógicas nos STIs e a partir da década de 90 uniram-se as ciências da Psicologia Cognitiva, Ciência da Computação e Pedagogia nestes sistemas.

A forma como o conhecimento do estudante é modelado internamente no sistema é um dos aspectos mais críticos em um STI. Esse processo, conhecido como Modelagem do Usuário (MU) no caso dos sistemas em geral, nos STI é conhecido como Modelagem do Estudante. Várias técnicas de IA utilizadas na MU (PALAZZO, 2002) foram propostas para modelar o estudante, como por exemplo, as Regras de Produção, o Raciocínio Baseado em Casos (RBC), as Redes Bayesianas e os Agentes Inteligentes. No entanto, percebe-se que tais técnicas ainda apresentam uma série de restrições, seja pela baixa eficiência de representação ou pela dificuldade computacional de desenvolvimento.

A característica de adaptação ao estudante dos STIs e a expansão da *Web* nos diversos setores contribuíram para a viabilização de novas formas de ensino. Um dos principais beneficiados são os programas de Educação à Distância (EAD) que têm a Internet e *Web* como mídia principal e, portanto, que fazem uso intenso da hipermídia. Tais programas têm usufruído tanto dos avanços tecnológicos como dos saltos qualitativos relacionados às metodologias de ensino.

---

<sup>1</sup> A heurística trata de métodos e algoritmos exploratórios durante a resolução de problemas, nos quais as soluções são descobertas por uma avaliação do progresso e da busca de um resultado final. Ela engloba estratégias, procedimentos, métodos de aproximação, sempre na procura da melhor forma de chegar a um determinado fim (BECK, 2000).

Como um STI caracteriza-se por auxiliar o estudante em seu processo de aprendizagem, possuindo uma estrutura de controle sobre os passos que o estudante deve seguir para alcançar os seus objetivos, a integração da tecnologia dos Sistemas de Hipermídia Adaptativa (SHA) com a dos STIs possibilitou expandir a base de conhecimento destes últimos, bem como contornar o problema da desorientação navegacional que ocorre em sistemas hipermídia. Segundo BRUSILOVSKY (2001), os STIs e os SHA são abordagens complementares, onde a hipermídia pode prover bases para um sistema de aprendizagem que, por si só é insuficiente, precisando ser completado por uma orientação mais dirigida. Esta orientação pode ser provida por um componente tutor inteligente, onde a hipermídia pode acrescentar novas dimensões ao STI tradicional provendo uma ferramenta para guiar o estudante na aquisição do conhecimento do domínio.

Neste contexto, o foco desta pesquisa encontra-se na modelagem de um ambiente hipermídia adaptativo para a EAD baseado na *Web* levando em consideração os perfis dos estudantes. Estes perfis dizem respeito aos dados de usuário e aos dados de uso do sistema pelo estudante. Cabe ressaltar que estes não se referem a perfis de aprendizado ou cognitivos, por exemplo. Sendo assim, este trabalho situa-se na área da Informática aplicada à Educação, mais especificamente no contexto da Inteligência Artificial na Educação (IA-ED) e aborda assuntos (métodos, técnicas e aplicações) de IA, STIs e SHA em ambientes virtuais de aprendizagem baseados na *Web*.

### **1.1 Justificativa**

Atualmente os ambientes virtuais de aprendizagem tendem a atingir pessoas que estão se aperfeiçoando ou estão buscando novos conceitos, visto que a EAD está disponível na *Web* para acesso de milhares de pessoas em diferentes localizações geográficas. Por isso, estes ambientes precisam atender às necessidades destes diversos usuários, cada um com diferentes conhecimentos prévios (*backgrounds*).

Um dos aspectos que motivou esta pesquisa foi o número expressivo de estudantes que participam de cursos à distância e a maneira como geralmente a navegação no conteúdo de tais cursos é apresentada aos estudantes. Dentro do contexto da EAD, percebeu-se a necessidade de modelar um sistema hipermídia adaptativo e

utilizar-se como base da pesquisa um curso à distância baseado na *Web*. Esta pesquisa foi desenvolvida com o intuito de considerar os dados do usuário, o conhecimento prévio do estudante em relação ao domínio da aplicação, os dados de uso do sistema por estes estudantes e proporcionar uma melhor navegação no conteúdo.

Tomando como base a análise de um curso em particular e levando em conta os dados do usuário e de interação dos estudantes com o sistema, percebeu-se que através da classificação dos perfis dos estudantes seria possível adaptar a hipermídia de acordo com estes perfis através das técnicas de ocultação e anotação de *links*. Além disso, este sistema hipermídia adaptativo facilitaria o trabalho dos tutores humanos que tipicamente dão suporte aos estudantes nos cursos a distância, uma vez que o próprio sistema classificaria os estudantes segundo os perfis pré-definidos e adaptaria a navegação no conteúdo.

Os trabalhos de GAUDIOSO & BOTICARIO (2002, 2003) sobre adaptação de ambientes educacionais utilizando dados do usuário e dados de uso e os trabalhos de BRUSILOVSKY (1994, 1996, 2001) em relação aos SHA serviram de base para o desenvolvimento desta pesquisa.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Modelar um Sistema Hipermídia Adaptativo que faça a classificação dos perfis dos estudantes em um curso à distância baseado na *Web* para prover a adaptação da navegação no conteúdo.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Escolher um método (algoritmo) adequado de classificação dos perfis.
- Classificar os estudantes em diferentes perfis levando-se em consideração os dados de usuário e os dados de uso para prover a adaptação da navegação no conteúdo.

- Escolher a técnica de Hipermissão Adaptativa (HA) mais adequada para adaptação da navegação no conteúdo.

### **1.3 Metodologia**

Esta pesquisa é tanto qualitativa quanto quantitativa. É qualitativa porque demandou o estudo bibliográfico sobre o assunto e a análise de um curso à distância na *Web*. É quantitativa porque utilizou recursos e técnicas estatísticas, análise e discretização (transformação de valores contínuos em valores discretos) dos dados de uso dos estudantes, assim como o uso de tabelas, percentuais e gráficos.

A pesquisa também buscou gerar novos conhecimentos por meio da modelagem e construção de um protótipo de um sistema hipermissão adaptativo para cursos à distância na *Web* utilizando-se de dados concretos e reais do Banco de Dados de um curso à distância e relacionando-os à modelagem de um sistema adaptativo genérico.

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho foi baseada no estudo bibliográfico do estado da arte em publicações mais recentes sobre o assunto. Utilizou-se também a pesquisa documental elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico (dados não trabalhados), como por exemplo, dados do cadastro dos usuários em um sistema de EAD.

A seguir constam os procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho:

- 1) Revisão bibliográfica elaborada a partir de publicações na área de EAD, IA-ED, STI e SHA.
- 2) Análise de alguns STIs e SHA no contexto da EAD.
- 3) Análise e coleta dos dados de uso de um curso à distância baseado na *Web*.
- 4) Escolha do método (algoritmo) para a classificação dos perfis de estudantes.
- 5) Modelagem do sistema hipermissão adaptativo.
- 6) Construção do protótipo.
- 7) Análise do protótipo.

## 1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos, conforme a descrição a seguir.

O primeiro capítulo, conforme o exposto, apresentou a justificativa, os objetivos e a metodologia, além de mencionar um pequeno esboço de um referencial teórico que serve de apoio a este trabalho.

O segundo capítulo contempla o estado da arte sobre o tema Educação à Distância Inteligente, com enfoque na área de IA-ED e STI. Este capítulo apresenta também uma descrição sobre a Modelagem do Estudante e sobre o método *Nearest Neighbor* (NN) utilizado como cálculo de similaridade na classificação dos perfis de estudantes.

No terceiro capítulo são abordados conceitos, classificação, métodos e técnicas de HA e também alguns exemplos de SHA existentes.

O quarto capítulo apresenta a modelagem proposta, bem como a arquitetura e as características gerais do sistema hipermídia adaptativo.

No quinto capítulo é apresentado o protótipo chamado Sistema Educacional Hipermídia (SEDHI) com exemplo de três perfis de usuários (Básico, Intermediário e Avançado).

Por fim, o sexto capítulo contém a conclusão da pesquisa realizada, bem como as contribuições deste trabalho para a área de IA-ED, as limitações e os trabalhos futuros que podem ser desenvolvidos a partir desta dissertação.

## CAPÍTULO 2 - EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA INTELIGENTE

A Educação à Distância (EAD) tem como objetivo principal o desenvolvimento de ambientes e de metodologias que propiciem o aprendizado à distância, onde um ou mais estudantes possam vivenciar experiências de aprendizagem em locais fisicamente diferentes do qual o professor, o ambiente e os recursos instrucionais se encontram. Apesar de existirem, atualmente, muitas definições para o termo EAD, não há uma definição universalmente aceita para tal termo. ARREDONDO (1999) faz uma análise de algumas definições dos autores mais significativos na área e propõe a seguinte definição para a EAD:

“A Educação à Distância é um sistema didático-tecnológico estruturado para promover/facilitar o processo de ensino/aprendizagem para um grande número de alunos individuais e autônomos, isolados e dispersos, sem a presença física simultânea do professor. Através de uma organização central e periférica dotada de recursos docentes e administrativos e de serviços necessários, que possibilitam a intercomunicação bidirecional entre professores e alunos, mediante a utilização de meios didáticos específicos e da aplicação de novos recursos tecnológicos e de apoio assistencial do professor tutor” (ARREDONDO, 1999, p. 49).

De acordo com MAIA & GARCIA (2000), desde quando surgiu a *World Wide Web* (*Web*), a Internet tornou-se mais atraente em termos de interface e navegação e com a popularização dos programas de navegação começou-se a pensá-la, também, como um lugar educacional.

Os primeiros *sites* educacionais começaram a ganhar espaço na *Web* e, conseqüentemente, ampliaram-se as idéias em torno do uso da Internet como possibilidade mediadora do ensino e aprendizagem à distância. Os primeiros cursos ou tentativas começaram a ser implementados e estas primeiras experiências apontaram a necessidade de uma base pedagógica mais específica para o meio e para o tipo de público. Alguns países, especialmente os EUA e o Canadá começaram a desenvolver

softwares específicos, os chamados “*courseware*”, que pudessem auxiliar na construção de cursos *on-line*.

A Internet e a *Web* permitiram que a EAD chegasse às escolas, às universidades e ao meio corporativo, facilitando o acesso das pessoas às mais variadas informações e capacitando-as nas diversas áreas do conhecimento. Viu-se crescer, também, o interesse por cursos e novas opções educacionais à distância, aumentando a oferta, interesses e formação de novos públicos. O aluno de EAD mudou seu perfil adequando-se à nova mídia utilizada. Mudou também a postura do professor/tutor, que precisou se adequar e reformular posturas didático-pedagógicas de forma a garantir a qualidade educacional na sua tarefa de desenvolver cursos à distância em um ambiente diferente daquele que utilizava no seu dia-a-dia.

Assim, a EAD constituiu-se num modelo em que seus alunos caracterizavam-se, sobretudo, por terem autonomia e capacidade de se autodirigir, tendo em si mesmos as motivações e as necessidades de aprender. Este modelo possibilitou que a aprendizagem se efetivasse a partir das próprias experiências e habilidades adquiridas pelo estudante.

Neste sentido, ARREDONDO (1999) coloca que:

“Falar de EAD é falar da possibilidade de se educar, superando a questão espaço/tempo; viver o dinamismo de um processo que se adequa ao cliente, de uma estrutura que se preocupa centralmente com o sujeito, para o qual se mobiliza competências tecnológicas e humanas de várias áreas do saber; o aluno é alvo e objeto de todo o processo” (ARREDONDO, 1999, p. 18-19).

Dentre as muitas vantagens que a EAD via *Web* proporciona, destacam-se: a flexibilidade do acesso à informação (acesso a qualquer hora e local); a possibilidade de ampliar conceitos e informações através de pesquisas em *links* e *sites* de diversas bases de dados; a atualização e manutenção dos materiais publicados; a troca de experiências (colaboração) entre os usuários e o acesso a diversos recursos multimídia (vídeos, sons, imagens, hipertextos, etc.). Desta forma, os ambientes desenvolvidos para a EAD começaram a ser estruturados para auxiliarem os estudantes na sua aprendizagem individual.

TELLES & POLLAK (1999) referem-se à EAD como uma possibilidade de democratização do saber, permitindo que o aluno assuma a direção do processo de

construção do conhecimento, pois é difícil que um ambiente virtual de aprendizagem permita a construção do conhecimento sem que se leve em conta as suas experiências de aprendizagem individuais.

A utilização das técnicas de Inteligência Artificial (IA) nos ambientes de EAD baseados na *Web* cria a perspectiva de alterar o paradigma da EAD Tradicional, que utiliza ambientes sem nenhum tipo de adaptação ou técnicas de IA, para o paradigma da EAD Inteligente que utiliza ambientes capazes de se adaptarem ao perfil do estudante e/ou de tomarem certas decisões em condições de incerteza por meio de técnicas de IA. Neste sentido, pode-se afirmar que as aplicações dos sistemas inteligentes em EAD demonstram uma preocupação mais centrada na aprendizagem e na adaptação e podem mudar o paradigma de EAD Tradicional para EAD Inteligente.

Por meio da Modelagem de Estudante, os sistemas inteligentes aplicados à EAD podem personalizar a instrução, compatibilizando a apresentação com o nível de conhecimento do estudante e com o seu nível de aprendizagem (RICKEL, 1989). Isso se deve ao fato de que estes sistemas apresentam métodos educacionais que proporcionam uma forma de descoberta centrada no estudante, e os diálogos tutoriais são basicamente determinados pelo conhecimento conceitual e pelo comportamento do estudante no sistema.

## **2.1 Inteligência Artificial na Educação**

Um sistema modelado com técnicas de IA deve ser capaz de armazenar e manipular dados e também ser capaz de adquirir, representar e manipular o conhecimento. Esta manipulação inclui a capacidade de deduzir ou inferir novos conhecimentos (novas relações sobre fatos e conceitos) a partir do conhecimento existente, além de utilizar métodos de representação e manipulação para resolver problemas complexos que são frequentemente não-quantitativos por natureza.

A área de Inteligência Artificial na Educação (IA-ED) faz parte da Inteligência Artificial Aplicada e envolve diversas áreas do conhecimento como a Ciência da Computação, Psicologia Cognitiva, Educação, entre outras.

Devido à vasta diversidade de áreas, a IA-ED expandiu-se em várias direções dando origem a sistemas desenvolvidos dentro de diferentes paradigmas. Como

exemplo destes sistemas cita-se: os Sistemas Tutores Inteligentes (STI), a Aprendizagem Colaborativa Suportada por Computador (*Computer Supported Collaborative Learning* - CSCL), os Sistemas Multiagentes (SMAs), entre outros. Inclui-se também na área da IA-ED os Sistemas de Hipermissão Adaptativa (SHA).

Essa variedade também pode ser percebida nos sistemas inteligentes aplicados à EAD. A seguir, citam-se alguns exemplos de ambientes virtuais de aprendizagem à distância desenvolvidos em domínios diversos, que incluem componentes inteligentes com diferentes finalidades dentro do sistema e que usam diferentes técnicas de IA.

- ADELE - *Agent for Distance Learning Environment* (SHAW et al., 1999): é um agente pedagógico animado utilizado na área médica e odontológica. O agente fornece um problema ao estudante que fará o diagnóstico e o sistema informa se o mesmo é verdadeiro ou não. O domínio do conhecimento neste sistema é representado por uma rede Bayesiana, que fornece a distribuição de probabilidades, estabelecendo os possíveis diagnósticos finais ao serem apresentadas as evidências de um caso ou problema.

- DORIS (DAHMER et al., 2001): é um agente de acompanhamento pedagógico de um STI em um domínio genérico, com o objetivo de monitorar e aprimorar o aprendizado à distância. Utiliza Regras de Produção e o aluno interage com o STI através da *Web*. A arquitetura do agente DÓRIS possui os módulos: perceptivo, cognitivo e reativo.

- SEMEAI - Sistema Multiagente de Ensino e Aprendizagem na Internet (GEYER et al., 2001): utiliza a tecnologia de agentes para se adaptar às características do estudante. Este sistema apresenta três atividades fundamentais: adaptabilidade ao perfil do aluno, seleção automática de estratégias de ensino e personalização do conteúdo.

- CLARISSE (AIMEUR et al., 2002): é uma máquina de aprendizagem para categorizar o modelo do estudante. A aplicação da máquina de aprendizagem CLARISSE, para processamento da informação identifica sete categorias bem definidas dos estudantes, cada uma com um conjunto diferente de valores para o modelo cognitivo.

- *VIRTUAL ASSISTENT* - VA (MOEBUS et al., 2002): combina diferentes tipos de *feedback* e ajuda a ter impacto diferente no processo de aquisição do conhecimento.

- ASIMIL – *Aero user-friendly simulation-based distance learning* (AKA et al., 2002): simulador de voo com técnicas de RBC e Realidade Virtual .

- KERMIT – *Knowledge-based entity relationship modelling intelligent tutor* (HARTLEY et al., 2002): é um STI com o propósito dos estudantes de nível universitário aprenderem por meio de uma base de dados conceitual. É um ambiente para resolução de problemas no qual os estudantes podem praticar projetos na base de dados usando um diagrama Entidade-Relacionamento (ER).

- TAGUS (PAIVA et al., 1995): é um sistema para modelagem do estudante que permite que agentes externos inspecionem e modifiquem o Modelo de Estudante. O modelo é representado com um conjunto de cláusulas em Prolog.

Na seção 2.2 serão apresentadas a definição, a origem, a arquitetura genérica e as aplicações dos STIs.

## **2.2 Sistemas Tutores Inteligentes**

Um STI é um sistema instrucional baseado em computador que ensina o estudante por meio de uma seqüência de interações e é desenvolvido usando técnicas de IA. Os primeiros STI foram baseados no sistema especialista MYCIN (SHORTLIFFE, 1976) onde os pesquisadores tinham a intenção de capturar as habilidades exigidas para executar uma tarefa específica e usar esta representação de conhecimento como base para a instrução. Um exemplo clássico é o sistema GUIDON (CLANCEY, 1987), que foi desenvolvido a partir da base de conhecimento do MYCIN e pode ser definido como um sistema especialista adaptado ao ensino. Este sistema ajudou a demonstrar a necessidade de uma base cognitiva para o componente contendo o conhecimento especialista. Portanto, um sistema tutorial não necessita somente do conhecimento de seu domínio, mas também da perspectiva sobre este conhecimento que permita transmiti-lo ao estudante adequadamente (RICKEL, 1989).

Os sistemas CAI proporcionam uma adaptação limitada para as necessidades de cada estudante, pois as técnicas educacionais são selecionadas para um conteúdo em particular. Neste contexto, um tutor humano percebendo as dificuldades do aluno pode tomar inúmeras atitudes para ajudá-lo, como por exemplo, indicar leituras adicionais, apresentar exercícios e desafios ou alocar um maior tempo para o aprendizado. É desta

forma que um sistema STI, por meio de técnicas de IA, tenta imitar o comportamento humano.

De acordo com VICCARI (1989), os STI são programas que utilizam técnicas de IA em sistemas CAI e que, interagindo com o aluno, modificam suas bases de conhecimento, percebem a intervenção do aluno, possuem capacidade de aprender e adaptar as estratégias de ensino de acordo com o desenrolar do diálogo com o aluno.

Na Tabela 1, GIRAFFA (1997) apresenta uma comparação entre os sistemas CAI e os STI.

ASPECTO	CAI	STI
Origem	Educação	Ciência da Computação
Bases Teóricas	Comportamentalista	Psicologia Cognitivista
Estruturação e Funções	Uma única estrutura algorítmicamente pré-definida, onde o aluno não influi na seqüenciação	Estrutura subdividida em módulos, cuja seqüenciação se dá em função das respostas do aluno
Estruturação do Conhecimento	Algorítmica	Heurística
Modelagem do Aluno	Avaliam a última resposta	Tentam avaliar todas as respostas do aluno durante a interação
Modalidades	Tutorial, exercício e prática, simulação e jogos educativos	Ambiente interativo, diálogo bidirecional e guia

**Tabela 1.** Comparação entre STI e sistemas CAI (GIRAFFA, 1997).

### 2.2.1 Arquitetura Genérica de um STI

De acordo com ROSATELLI (2000) um STI é:

“... um sistema computacional que faz o tutoramento de um aluno num dado domínio (disciplina, matéria). O STI modela o entendimento do

aluno sobre um tópico e à medida que ele realiza determinadas tarefas no sistema (ou seja, ele interage com o sistema realizando tarefas colocadas por este), compara o conhecimento do aluno com o modelo que ele tem de um especialista naquele domínio. Se existir diferença, o sistema pode usar o seu modelo do domínio para gerar uma explicação que vai auxiliar o aluno a compreender o que ficou mal entendido. Além disso, o sistema pode ajustar os níveis e estilos de aprendizado do aluno e apresentar a informação, os testes e o feedback que são mais apropriados” (ROSATELLI, 2000, p. 183).

Ainda segundo ROSATELLI (2000), um STI apresenta uma estrutura tradicional que inclui quatro componentes básicos, que são:

- **Modelo de Domínio (Modelo Especialista):** é a base do conhecimento do sistema. Inclui o conhecimento correto que é para ser transferido ao estudante e aprendido pelo mesmo. Esta base de conhecimento contém os elementos para que o estudante aprenda o domínio e os procedimentos necessários para que ele possa utilizá-los na resolução dos problemas em uma determinada área deste domínio. Este modelo inclui tanto a geração de explicações e resposta aos estudantes, como também as atividades e exercícios deste domínio. Segundo RICKEL (1989), nenhuma forma geral parece adequada para representar o conhecimento, mas tipos diferentes de raciocínio e de conhecimento requerem diferentes representações para um uso eficiente e eficaz. Algumas técnicas de IA são utilizadas para representar o conhecimento do domínio. Dentre estas estão incluídas as Redes Semânticas, Regras de Produção etc.

- **Modelo de Estudante:** refere-se ao conhecimento do estudante. Contém o conhecimento incorreto e incompleto que o estudante possui, registra todas as suas ações<sup>2</sup> e permite ao sistema guiar o estudante e aconselhá-lo no momento em que ele precisar de ajuda. Este modelo é um dos mais importantes na construção de um STI, pois representa o conhecimento que o sistema deve ter de seu próprio usuário. Ele é constituído por dados estáticos e dinâmicos que são de fundamental importância para o tutor comprovar ou não as hipóteses a respeito do estudante, sendo capaz de definir o conhecimento do estudante em cada ponto da sua interação com o sistema.

- **Modelo de Tutor (Modelo Pedagógico):** são as estratégias pedagógicas a serem utilizadas em determinado momento pelo sistema. O modelo tutor é responsável em determinar quando (em que momento) e o que (qual conhecimento pedagógico) será

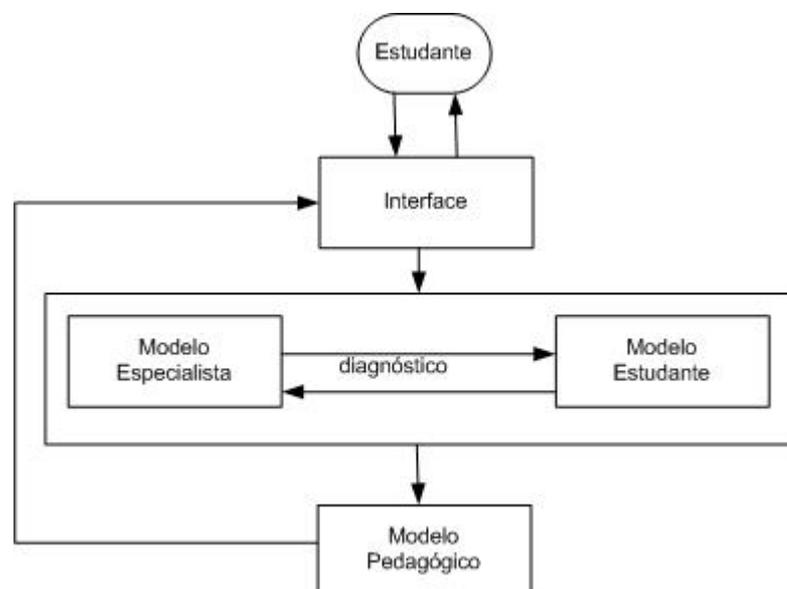
---

<sup>2</sup> Por exemplo: atividades realizadas, navegação no hiperespaço, tempo gasto no conteúdo, entre outros.

apresentado para o estudante. Este modelo gera as interações instrucionais baseadas nas discrepâncias entre o especialista e o estudante (conhecimento sobre como ensinar). É responsável pelas estruturas didáticas e pedagógicas, por fazer a ligação entre os outros modelos do STI, pela seleção dos tópicos e exemplos e pela elaboração de estratégias instrucionais. O modelo de tutor integra conhecimento acerca do método de ensino e do domínio a ser ensinado.

- **Modelo de Interface:** inclui os elementos de entrada e saída para as interações do estudante com o sistema, por meio de linguagem natural ou artefatos gráficos, e do sistema com o estudante, apresentando o material instrucional e a monitoração do progresso do estudante. Faz também o mapeamento entre a representação interna do sistema contida nos módulos e a tradução numa linguagem de interface compreendida pelo estudante. O modelo de interface é a forma como a comunicação será realizada com o meio externo ao sistema.

Na Figura 1 é apresentada uma arquitetura genérica contendo os componentes básicos de um STI. Esta arquitetura genérica pode variar de um sistema para outro, dependendo da sua complexidade e do contexto em que se encontra.



**Figura 1.** Arquitetura Genérica de um Sistema Tutor Inteligente (adaptada de ROSATELLI, 2000)

Por meio da interação destes modelos, os STI são capazes de inferir o que o estudante sabe e como está sendo o seu progresso. A instrução pode então ser ajustada para a necessidade deste estudante.

### 2.2.2 Aplicações em STI

Como os STIs são sistemas de auxílio ao ensino, projetados de forma a, por meio da incorporação de técnicas de IA, fazê-los capazes de saber o que ensinar, a quem ensinar e como ensinar, eles devem adaptar a interação ao estudante, respondendo às entradas deste com uma estratégia instrucional adequada.

Com o objetivo de exemplificar os tipos de adaptação, o tipo de suporte dado e também mostrar algumas das técnicas de IA utilizadas, a partir do estudo de alguns STI existentes, montou-se uma tabela relacionando as características em relação à estratégia instrucional e às técnicas de IA utilizadas na implementação destes sistemas.

STI	Características do sistema	Técnicas de IA que utiliza
DORIS – Agente de acompanhamento Pedagógico em STI (DAHMER et al., 2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- extrai informações do desempenho e atuação do aluno para posterior modelagem do perfil do aluno.</li> <li>- guia e monitora as ações do aluno no ambiente (hora de início e término da interação do aluno com o ambiente, páginas visitadas e tempo de permanência em cada página).</li> <li>- auxilia o aluno em caso de dúvidas (envia mensagens de estímulo e animação do agente).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- agentes inteligentes (pedagógicos).</li> <li>- comportamento cognitivo e reativo.</li> </ul>
SEMEAI - Sistema Multiagente de Ensino e Aprendizagem na Internet (GEYER et	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptabilidade dinâmica ao perfil do aluno com o objetivo de proporcionar maior qualidade na</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema Multiagente (SMA)</li> <li>- Servidor <i>Web</i> Apache (Linux)</li> <li>- Linguagem JSP</li> </ul>

al., 2001)	<p>seleção dos materiais disponibilizados. O sistema relaciona a cada aluno um modelo de crenças e este modelo procura representar o que o sistema julga conhecido pelo aluno e que seja suficiente para avançar no aprendizado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleção automática das estratégias de ensino.</li> <li>- Personalização do currículo de ensino.</li> <li>- Arquitetura genérica (independência de domínio do conhecimento).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BD - PostgreSQL</li> <li>- <i>Software</i> base - Java</li> </ul>
WebPersona - <i>A Life-Like Presentation Agent for Educational Applications on the World Wide Web</i> (ANDRÉ et al., 1997)	<p>- O modelo de apresentação do WebPersona apresenta um modelo que descreve o comportamento de um personagem (figura humana com estilo <i>cartoon</i>), tais como metáfora e propósito e um modelo para a descrição de apresentações hipermídia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza um agente para apresentação do conteúdo como se fosse uma pessoa (humano)</li> <li>- agente de apresentação genérico (independente de domínio).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planejamento de <i>scripts</i> de apresentação para agentes de apresentação.</li> <li>- Modelo hipermídia (inspirado no <i>Amsterdam Hypermedia Model</i>) e modelo de comportamento.</li> <li>- Grafos</li> <li>- Diagramas de <i>timeline</i></li> </ul>
AME-A (PEREIRA et al., 2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprendizagem Estática (primeira interação do aprendiz com o ambiente) e Aprendizagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema Multiagente (SMA) no qual cada agente realiza suas tarefas e troca mensagens entre si</li> </ul>

	<p>Dinâmica (durante a interação)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensino genérico e adaptável às características psico-pedagógicas do aprendiz.</li> <li>- Independente de domínio</li> <li>- Múltiplas estratégias de ensino</li> <li>- Interface gráfica interativa</li> </ul>	<p>com a finalidade de cooperar para promover uma aprendizagem inteligente e adaptável às características do estudante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 agentes (Agente Aprendizagem não-supervisionada, Agente Promove Interação, Agente Ferramenta para professor, Agente Modela Aprendiz, Agente Selecciona Estratégia, Agente Orienta Aprendizagem, Agente Orienta Avaliação, Agente Analisa Aprendizagem.</li> <li>- Linguagem Java</li> <li>- Arquitetura SMA – Sociedade heterogênea e fechada</li> <li>- Modelo do aluno pré-definidos em 4 pares de modelos gerando 16 perfis psicológicos classificados por uma Rede Neural (<i>Kohonen</i>) para classificação de <i>clusters</i> para cada perfil.</li> </ul>
TUTA (Tutor baseado em Agentes) (SILVA, 2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite o aprendizado de conceitos.</li> <li>- Aprendizado cooperativo à distância.</li> <li>- Perfis individuais e de grupo.</li> <li>- Multiestratégias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agentes (Java) inseridos no contexto da Arquitetura de uma Classe Virtual Adaptativa (ACVA).</li> </ul>
AIAC (Ambiente Inteligente de Aprendizagem –	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suporte à aprendizagem colaborativa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arquitetura MultiAgente (Apoio, Companheiro,</li> </ul>

Colaborativa (AZEVEDO et al., 2001)	- Os alunos trabalham em grupos.	Aprendizes, Observador, Especialista, Tutor, Apresentador, Mediador).  - KQML - Troca de mensagens entre os agentes.
LeCS (Learning from Case Studies) (ROSATELLI et al., 2000)	- Suporte à aprendizagem colaborativa através da <i>Web</i> . - Método de ensino através de Estudos de Casos ( <i>Case Based Reasoning</i> ). - A comunicação entre os agentes acontece através de um Facilitador (agente). - Independente de domínio. - Múltiplas estratégias de ensino. - Interface gráfica interativa. - Ferramentas auxiliares : <i>browser, chat</i> e editor de texto.	- Arquitetura MultiAgente para aplicações de EAD. - Agente Interface, Agente Informação e Agente Conselheiro. - <i>Agent Communication Language</i> (ACL) – comunicação dos agentes. - KQML - troca de mensagens entre os agentes. - Linguagem Delphi (sistema). - Arquitetura SMA – Sistema Federativo de Agentes.

**Tabela 2.** Exemplo de algumas aplicações em STI

### 2.3 Modelagem do Usuário

Segundo SÁNCHEZ (2000), em Modelagem do Usuário (MU) existem dois tipos de modelos:

1) Modelo do Usuário: mantém as informações sobre as preferências e crenças do usuário.

2) Modelo do Estudante: mantém as informações sobre as capacidades, conhecimento e erros do estudante.

Segundo ROSATELLI & TEDESCO (2003), a área de STI foi a primeira a reconhecer a necessidade de modelar o usuário, pois o foco da pesquisa na área estava justamente em descobrir como tornar os STI adaptativos.

Ao escolher o que ensinar, um STI tem que levar em consideração não somente o conhecimento prévio do seu usuário, mas também sua capacidade cognitiva (forma de raciocínio) e seu estilo de aprendizado. Só assim pode ser escolhido efetivamente o quê, quando e como ensinar, preocupações estas que resultaram na geração da arquitetura tripartite típica dos STI (SELF, 1999). ROSATELLI & TEDESCO (2003) ressaltam que, neste estágio, o tipo de entrada do estudante para o sistema era bastante restrito pois o aluno só podia responder via menus, ou através da utilização de uma linguagem formal. O termo “Modelagem do Usuário” começou a ser largamente utilizado apenas em 1980 (SELF, 1999).

Pelo fato desta dissertação encontrar-se em um contexto educacional será enfocada apenas a Modelagem de Estudante (ver próxima seção).

### **2.3.1 Modelo de Estudante**

De acordo com HOLT et al. (1994), um Modelo de Estudante é a crença (convicções) do sistema sobre o conhecimento do estudante. Se o sistema faz interpretações do comportamento do estudante, a inferência subsequente se torna mais fácil, pois o sistema pode gerar explicações de comportamento levando em conta explicações anteriores.

Um Modelo de Estudante adequado incluiria toda a aprendizagem anterior (*a priori*) relevante do estudante, o progresso do mesmo dentro do conteúdo e o estilo de aprendizagem preferido, assim como outros tipos de informação pertinentes relacionadas ao estudante. Este modelo deve ser dinâmico e partindo das informações contidas no mesmo, o sistema pode adaptar a instrução à competência e habilidade de cada estudante.

Um Modelo de Estudante explícito é a representação do estudante no sistema de aprendizagem que é usado para dirigir decisões instrucionais. Já um Modelo de Estudante implícito é refletido em decisões de *design* que foram derivadas da visão do *designer* do Modelo do Estudante. O Modelo de Estudante explícito é o que geralmente é de interesse de pesquisa na área de IA-ED.

Neste sentido, para fazer um sistema adaptativo para estudantes individuais, um Modelo de Estudante explícito é altamente desejável. Sem um Modelo de Estudante explícito, decisões sobre adaptação do ambiente podem ser feitas somente com base em observações instantâneas do comportamento do estudante. Um Modelo de Estudante explícito permite que o sistema armazene o conhecimento relevante sobre o estudante e use este conhecimento acumulado como base para adaptação às necessidades do estudante. Acumulando conhecimento sobre o estudante, este tipo de modelo pode estudar padrões de comportamento, que é o ingrediente fundamental para individualizar ambientes de aprendizagem baseados em computador.

Porém, existem algumas barreiras para a Modelagem de Estudante, dentre elas:

- O ambiente contém uma grande quantidade de incerteza e ruído (dado incorreto em um cadastro, por exemplo);
- A inferência sobre o estudante pode estar baseada em conhecimento inconsistente;
- A construção de explicações para o comportamento do estudante é computacionalmente intratável;
- Os estudantes são criativos e inventivos e freqüentemente apresentam um comportamento inesperado e novos comportamentos requerem muita sofisticação para serem interpretados.

### **2.3.2 Representação do Conhecimento no Modelo de Estudante**

A representação do conhecimento do estudante pode ser feita segundo vários modelos, dentro os quais pode-se citar: Modelo *Overlay*, Modelo Estereótipo, Modelo de Perturbação e Modelo de *Bug* (erro).

Em um modelo *overlay* (HOLT et al., 1994), por exemplo, o Modelo de Estudante é conceitualizado comparando o comportamento do estudante com o de um especialista. Esta abordagem assume que todas as diferenças entre o comportamento do estudante e o modelo especialista que podem ser compreendidas como a falta de habilidade do estudante. Então, o conhecimento do estudante é simplesmente um subconjunto do conhecimento especialista.

O principal problema com o modelo *overlay* é que este assume que o conhecimento do estudante pode ser somente um subconjunto de um especialista, o que pode não ser o caso. Para lidar com esta limitação, o conhecimento do estudante é transformado para checar se vai eventualmente corresponder ao problema proposto (modelagem analítica). O comportamento do aluno pode ser sintetizado a partir dos comportamentos observáveis e do conhecimento prévio do sistema (ROSATELLI & TEDESCO, 2003).

No início das pesquisas em STI, alguns sistemas utilizaram o modelo *overlay* em suas abordagens para modelagem do estudante, tais como o SCHOLAR (CARBONELL, 1970), que é um sistema tutor para ensino de geografia e o MYCIN (SHORTLIFFE, 1976), que é um sistema tutor para diagnóstico médico.

O modelo estereótipo é outro exemplo de modelo de representação do conhecimento no Modelo de Estudante. No desenvolvimento de um Modelo de Estudante, uma abordagem comum é o uso de estereótipos do conhecimento que são atualizados baseados no comportamento e nas interações dos estudantes com o sistema (HOLT et al., 1994). Este modelo pode ser representado como um conjunto de pares “estereótipo-valor”, onde o estereótipo pode ser “básico”, “intermediário” e “avançado” e o valor pode ser probabilístico, *booleano* ou inteiro, por exemplo. Vale salientar que o modelo estereótipo é mais simples e menos poderoso que o modelo *overlay*, porém mais genérico e mais fácil de inicializar e manter (BRUSILOVSKY, 1996).

O modelo de perturbação normalmente combina o modo *overlay* padrão com uma representação do conhecimento imperfeito (defeituoso). Em modelos de perturbação, o estudante não é considerado um mero subconjunto do especialista porque o estudante possuirá conhecimento potencialmente diferente em quantidade e em qualidade do conhecimento do especialista. Uma técnica comum para implementar um modelo de perturbação é representar o conhecimento do especialista e então aumentar esta representação com o conhecimento explícito de uma provável idéia equivocada do estudante (HOLT et al., 1994).

Uma das abordagens utilizadas para o reconhecimento de *bugs* (erros) no modelo de *bug* é a bibliotecas de *bugs*. Esta biblioteca pode ser útil para ajudar reconhecer causas particulares de erros e idéias equivocadas específicas, pois alguém pode

enumerar todos os *bugs* baseados em uma análise empírica dos erros do estudante (teoria enumerativa de *bugs*) ou alguém pode gerar *bugs* baseado em um conjunto de idéias equivocadas subjacentes (teoria gerativa de *bugs*).

Na seção 2.3.3 são apresentados quatro aspectos que devem ser levados em consideração para a construção de um Modelo de Estudante, baseado nos estudos de HOLT et al. (1994).

### 2.3.3 Como construir um Modelo de Estudante

Segundo HOLT et al. (1994), a construção de um Modelo de Estudante está baseada em quatro aspectos:

1) **Quem está sendo modelado:** neste caso deve-se levar em consideração o grau de especialização e a extensão temporal. O grau de especialização refere-se a modelos individuais ou classes de estudantes. Extensão temporal refere-se à extensão na qual o conhecimento do estudante é mantido com o passar do tempo (histórico do estudante).

2) **O que está sendo modelado:** o conteúdo do Modelo de Estudante varia de aplicação para aplicação. A construção do modelo deve determinar que componentes são necessários para manter um Modelo de Estudante apropriado. Os componentes representados podem ser metas e planos, capacidades, atitudes, conhecimento ou crenças do estudante.

3) **Como o modelo pode ser adquirido e mantido:** na aquisição dos modelos interessa determinar as técnicas requeridas para aprender novos fatos sobre o estudante. Na manutenção dos modelos interessa determinar como incorporar novas informações dentro do modelo existente como também lidar com alguma discrepância.

4) **Por que este modelo:** o Modelo de Estudante pode ser usado em vários caminhos, embora o uso seja dependente da aplicação em particular. Por exemplo, o modelo pode:

- Extrair informação sobre o estudante;
- Proporcionar ajuda ou conselho ao estudante;
- Proporcionar *feedback* ao estudante;

- Interpretar o comportamento do estudante.

Se a modelagem do estudante for simplesmente um modelo *overlay*, o primeiro passo na definição do modelo do estudante é o modelo cognitivo e a aquisição do conhecimento para o modelo especialista. Os métodos de inicialização do Modelo de Estudante incluem:

- Os usuários esboçam suas próprias metas de aprendizagem;
- Os usuários provêm uma descrição de si mesmos (por exemplo, personalidade, conhecimento);
- Usuários que são avaliados em um pré-teste na área em estudo.

O sistema pode comparar as observações obtidas dessas entradas com o modelo especialista ou pode usar técnicas de Aprendizagem de Máquina para integrar essas observações para individualizar um *default* (padrão) inicial de Modelo de Estudante.

A seguir, na seção 2.4 são apresentadas algumas técnicas de implementação utilizadas para a construção do Modelo de Estudante e o enfoque na técnica de Aprendizagem de Máquina que serviu de base para este trabalho.

## **2.4 Técnicas de Implementação**

Uma variedade de abordagens pode ser usada para implementar todo ou parte de um Modelo de Estudante. Algumas destas abordagens utilizadas para a representação e implementação de modelos *overlay*, por exemplo, são: Regras de Produção, Lógica, Aprendizagem de Máquina e Redes Bayesianas. Dentre estas será enfocada, neste trabalho, a técnica de Aprendizagem de Máquina que será apresentada na próxima seção.

### **2.4.1 Aprendizagem de Máquina**

A aprendizagem de máquina, segundo MITCHELL (1997), é inerentemente um campo multidisciplinar, pois tem relação com a área de Inteligência Artificial (IA), Probabilidade e Estatística, Teoria da Complexidade Computacional, Teoria da Informação, Filosofia, Neurobiologia, entre outros campos. Algumas das aplicações

típicas de Aprendizagem de Máquina são sistemas para reconhecimento de fala, direção de um veículo autônomo, classificação de novas estruturas astronômicas e jogar gamão.

Dentre os vários tipos de técnicas de Aprendizagem de Máquina existentes, pode-se citar: Aprendizagem por Árvore de Decisão; Redes Neurais Artificiais; Aprendizagem Bayesiana; Algoritmos Genéticos; Aprendizagem por Regras; Aprendizagem Baseada em Exemplos, entre outros. A seguir, descreve-se a Aprendizagem Baseada em Exemplos que foi a técnica utilizada neste trabalho. Esta técnica foi escolhida devido ao aprendizado rápido, a possibilidade de aprender conceitos complexos e a capacidade de não perder a informação.

#### **2.4.1.1 Aprendizagem Baseada em Exemplos**

Segundo MITCHELL (1997), a Aprendizagem Baseada em Exemplos (*Instance-Based Learning*) assume exemplos que podem ser representados como pontos no espaço euclidiano. Métodos baseados em exemplos são, às vezes, referenciados como métodos de aprendizagem “preguiçosa” porque atrasam o processamento até o momento de classificar um novo exemplo. A vantagem fundamental deste tipo de atraso na aprendizagem é que em vez de estimar a função *target* (alvo) uma vez para todo o espaço de exemplo, esse método pode estimar a função localmente e diferentemente para cada exemplo novo a ser classificado.

A aprendizagem neste tipo de algoritmo consiste em simplesmente armazenar os dados de treinamento apresentados. Quando um novo exemplo é encontrado, um conjunto de exemplos semelhantes é recuperado da memória e usado para classificar um novo exemplo. Uma diferença fundamental entre esta abordagem e outros métodos é que a abordagem baseada em exemplos pode construir uma aproximação diferente para a função *target*, para cada exemplo que deve ser classificado. Esta é uma vantagem significativa quando a função *target* é muito complexa. Uma desvantagem da Aprendizagem Baseada em Exemplos é que o custo de classificação de um novo exemplo pode ser alto.

Na Aprendizagem Baseada em Exemplos alguns métodos são utilizados, tais como:

- Método Vizinho Mais Próximo (*Nearest Neighbor*): possui como função classificar  $x_q$ , encontrar o exemplo de treinamento mais próximo  $x_n$  e estimar  $f(x_q) \leq f(x_n)$ .
- Método K-Vizinho Mais Próximos (*K-Nearest Neighbor*): possui como função classificar  $x_q$ , encontrar os K exemplos de treinamento mais próximos, estimar  $f(x_q)$ .
- Método Vizinho Mais Próximo com Distância Ponderada: usa exemplos de treinamento ponderados por sua distância para formar uma aproximação explícita a  $f$  (função linear, quadrática, rede neural ou outra função).
- Raciocínio Baseado em Casos: possui a função de solucionar um problema novo lembrando uma situação similar prévia, reutilizando conhecimento e informação de tal situação.

O método *Nearest Neighbor* (NN) é um algoritmo baseado em exemplos para aproximação de valores reais ou valores discretos em função *target*, assumindo exemplos correspondentes a pontos em um espaço euclidiano  $n$ -dimensional.

Segundo MITCHELL (1997), o algoritmo NN assume que todos os exemplos correspondem a pontos dentro do espaço  $n$ -dimensional  $\mathcal{R}^n$ . Os vizinhos mais próximos de um exemplo são definidos em termos da distância Euclidiana, distância *City-block* (*Manhattan*) ou pela distância de *Minkowski*. Para o cálculo da distância pode ser utilizada qualquer uma das métricas citadas, mas como exemplo de medida de similaridade nesse trabalho foi considerada somente a distância Euclidiana. Em termos de distância Euclidiana, um exemplo  $x$  pode ser descrito pelo vetor  $\langle a_1(x), a_2(x) \dots a_n(x) \rangle$ , onde a distância entre  $x_i, x_j$  é (equação 1):

$$d(x_i, x_j) \equiv \sqrt{\sum_{r=1}^n (a_r(x_i) - a_r(x_j))^2} \quad (1)$$

Um exemplo novo é atribuído à classe mais comum entre os exemplos que são mais similares à ela. Para determinar a classe de um novo exemplo  $x$ , deve-se calcular a distância entre  $x$  e todos os exemplos nos  $K$ -exemplos mais próximos do conjunto de treinamento, sendo que cada exemplo é representado com um conjunto de atributos numéricos. A seguir, um exemplo do método NN, adaptado de SAAR-TSECHANSKY, 2004:

Exemplo: Um banco possui três clientes e quer saber em que classe o cliente David se classifica, sendo que John está na classe dos clientes que não ganharão crédito e Raquel na classe que ganhará crédito do banco.

Os atributos que são levados em consideração, neste caso, são a idade, a renda e o número de cartões de crédito do cliente, conforme mostra os dados abaixo:

**Cliente John:**

Idade: 35 anos

Renda: R\$ 35,00

Número de cartões de crédito: 3

Ganhará crédito? Não

**Cliente Raquel:**

Idade: 22 anos

Renda: R\$ 50,00

Número de cartões de crédito: 2

Ganhará crédito? Sim

**Cliente David:**

Idade: 37 anos

Renda: R\$ 50,00

Número de cartões de crédito: 2

Ganhará crédito? ?

Para o cálculo de similaridade será utilizada a Distância Euclidiana (1):

$$Distância(John, David) = \sqrt{(35 - 37)^2 + (35 - 50)^2 + (3 - 2)^2}$$

$$Distância(John, David) = \sqrt{(2)^2 + (15)^2 + (1)^2}$$

$$Distância(John, David) = \sqrt{4 + 225 + 1}$$

$$Distância(John, David) = \sqrt{230}$$

$$Distância(John, David) = 15,16$$

$$Distância(Raquel, David) = \sqrt{(22 - 37)^2 + (50 - 50)^2 + (2 - 2)^2}$$

$$Distância(Raquel, David) = \sqrt{(15)^2 + (0)^2 + (0)^2}$$

$$Distância(Raquel, David) = \sqrt{225}$$

$$Distância(Raquel, David) = 15$$

A menor distância está entre Raquel e David. Então, o cliente David se classifica na classe dos clientes que ganharão crédito do banco.

Na aplicação do algoritmo NN, a distância entre exemplos é calculada baseada em todos os atributos do exemplo, ou seja, em todo eixo no espaço Euclidiano que contém o exemplo. Por isso, o uso deste método é indicado quando:

- Os exemplos podem ser representados como pontos que mapeiam o espaço euclidiano;
- Quando os exemplos possuem menos de vinte atributos;
- Quando existem muitos exemplos no conjunto de treinamento.

A desvantagem é que o método considera todos os atributos do exemplo quando tentam recuperar exemplos de treinamento semelhantes da memória.

Segundo DUNHAM (2002), o método NN assume que o conjunto completo de treinamento não só inclui os dados no conjunto, mas também a classificação desejada para cada elemento. Na classificação de um novo exemplo, quando todo o exemplo de treinamento é considerado, o algoritmo é chamado de método global. Quando somente o exemplo de treinamento mais próximo é considerado, o algoritmo chama-se método local.

## **2.5 Considerações Finais**

Este capítulo apresentou uma visão geral sobre a EAD Inteligente, abordando a IA-ED e alguns ambientes virtuais de aprendizagem que utilizam componentes inteligentes. Também abordou os STIs e algumas aplicações deste tipo de sistema. A importância da Modelagem de Estudante nestes sistemas foi destacada e foi descrito como o Modelo de Estudante pode ser representado, construído e implementado. Dentre as técnicas de IA que podem ser utilizadas neste tipo de modelo foi dado destaque à Aprendizagem de Máquina e dentro desta a Aprendizagem Baseada em Exemplos utilizando o método NN.

É importante ressaltar que a proposta da dissertação é de classificar os estudantes em diferentes ( $n$ ) perfis, mas o protótipo desenvolvido e aqui apresentado faz a classificação de somente três perfis.

O próximo capítulo aborda os SHA baseados nos estudos de BRUSILOVSKY (1994, 1996, 2001) e PALAZZO (2000, 2002).

## **CAPÍTULO 3 – HIPERMÍDIA ADAPTATIVA**

Nos últimos anos, com a expansão da Internet e dos diversos tipos de sistemas desenvolvidos para a *Web*, diferentes Sistemas de Hipermídia Adaptativa (SHA) foram desenvolvidos visando algum tipo de personalização. A proposta destes sistemas é prover a adaptação às necessidades, objetivos, preferências e nível de conhecimento dos usuários. Estes têm uma aplicabilidade e relevância especialmente quando a população de usuários do sistema é vasta e diversa, apresentando diferentes interesses, objetivos e níveis de conhecimento.

O presente capítulo tem como objetivo abordar conceitos, classificação, técnicas e métodos de Hipermídia Adaptativa (HA) e também apresentar alguns exemplos de SHA existentes. A seção 3.1 apresenta algumas definições de HA segundo autores como BRUSILOVSKY (1994, 1996, 2001) e PALAZZO (2000, 2002). Na seção 3.2 é apresentada como a HA é classificada. Na seção 3.3 são descritos as técnicas e métodos de adaptação e na seção 3.4 são apresentados alguns exemplos de SHA.

### **3.1 Hipermídia Tradicional**

Para muitos autores a palavra hipermídia originou-se da junção de hipertexto com multimídia. De acordo com HARDMAN et al. (1994), a hipermídia combina diferentes tipos de mídias de apresentação, oferecido pela multimídia, com a estrutura de informação oferecida pelo hipertexto.

Um documento hipermídia é uma combinação de documentos hipertexto e multimídia. Esta classe de aplicação representa uma evolução natural do hipertexto, na qual as noções ou conceitos de hipertexto podem ser expressos por diferentes tipos de mídia de apresentação (vídeo, som, imagem, animação etc.).

Um documento hipertexto é uma estrutura de informação organizada de maneira não linear, no qual os dados são armazenados em uma rede de nós conectados por ligações ou *links*. Os nós contêm as unidades de informação compostas por texto e outras informações gráficas como som e imagem, por exemplo. Em geral, um nó representa um conceito ou uma idéia expressa de uma maneira textual ou gráfica. Já os *links* definem as relações lógicas (ou semânticas) entre os nós, isto é, eles definem relações entre conceitos e idéias. Assim, o usuário pode “navegar” no documento através dos *links*. Segundo GARCINDO (2002), os *links* tem como função:

- Associar idéias diferentes em diferentes nós;
- Conectar nós a outros nós;
- Conectar anotações e comentários aos textos a que pertencem;
- Estabelecer relações entre duas partes de texto ou entre o índice de conteúdo do texto e suas seções;
- Conectar informações explicativas e documentos a um mapa, figura ou gráfico, auxiliando seu entendimento.

No contexto da educação, a tecnologia hipermídia é aconselhada para uso em ambientes de ensino e aprendizagem porque permite ao estudante a navegação livre sobre o material instrucional, representado em diversas mídias e estruturado em forma de nós e *links*. Porém, esta tecnologia apresenta problemas no que se refere à navegação e à autoria.

Em relação à navegação tem-se como aspecto crítico a desorientação no hiperespaço. Esta desorientação pode ser causada porque o usuário não lembra quais informações já recebeu ou não consegue estabelecer conexão entre as informações obtidas e os objetivos desejados. Outro aspecto crítico é a sobrecarga cognitiva e de informação. A sobrecarga cognitiva diz respeito à capacidade limitada para processamento de informação do ser humano. Já a sobrecarga de informação é resultado da diminuição da capacidade de atenção em função do grande número de informações recebidas.

Em relação à autoria considera-se a dificuldade que o professor tem na preparação e transformação do material instrucional em estrutura hipermídia, devido ao grande

número de nós e *links* que devem ser nomeados e relacionados em um processo de autoria.

Mesmo com estas dificuldades a utilização da hipermídia traz uma série de vantagens nas diversas áreas de aplicação e, principalmente, na área educacional. Dentre estas vantagens pode-se citar o favorecimento do pensamento associativo; a iniciativa do usuário em interagir com o sistema; o suporte à aprendizagem colaborativa e a facilidade da aprendizagem multidisciplinar.

### **3.2 Sistemas de Hipermídia Adaptativa (SHA)**

Sistemas que utilizam hipermídia possibilitam a apresentação do conteúdo por meio de diversas mídias (hipertexto, vídeo, imagens etc.) permitindo o acesso não linear às informações. Muitos sistemas hipermídia em ambientes educacionais, tal como o ISIS-TUTOR (BRUSILOVSKY & PESIN, 1994) ou de Educação à Distância (EAD) apresentam uma razoável liberdade de ação por parte do estudante. Por um lado essa liberdade pode ser vista como um fator extremamente positivo no contexto educacional. Por outro lado, esta pode ocasionar desorientação no hiperespaço e sobrecarga cognitiva. Desta forma, a integração da tecnologia hipermídia com os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) possibilitou contornar o problema da desorientação navegacional que geralmente ocorre em sistemas hipermídia, por meio dos SHA.

BRUSILOVSKY (1996) define os SHA como sendo:

“...todo sistema hipertexto e hipermídia que reflete algumas características do usuário no Modelo do Usuário e aplica este modelo para adaptar vários aspectos visíveis do sistema ao usuário”  
(BRUSILOVSKY, 1996, p. 2).

A HA possibilita a organização dos ambientes hipermídia, a condução do usuário por caminhos desejáveis, a omissão de *links* irrelevantes aos objetivos, preferências e interesses do usuário, tornando a navegação no hiperespaço mais atrativa e organizada, de acordo com o perfil e as necessidades que estão representados no Modelo do Usuário (MU).

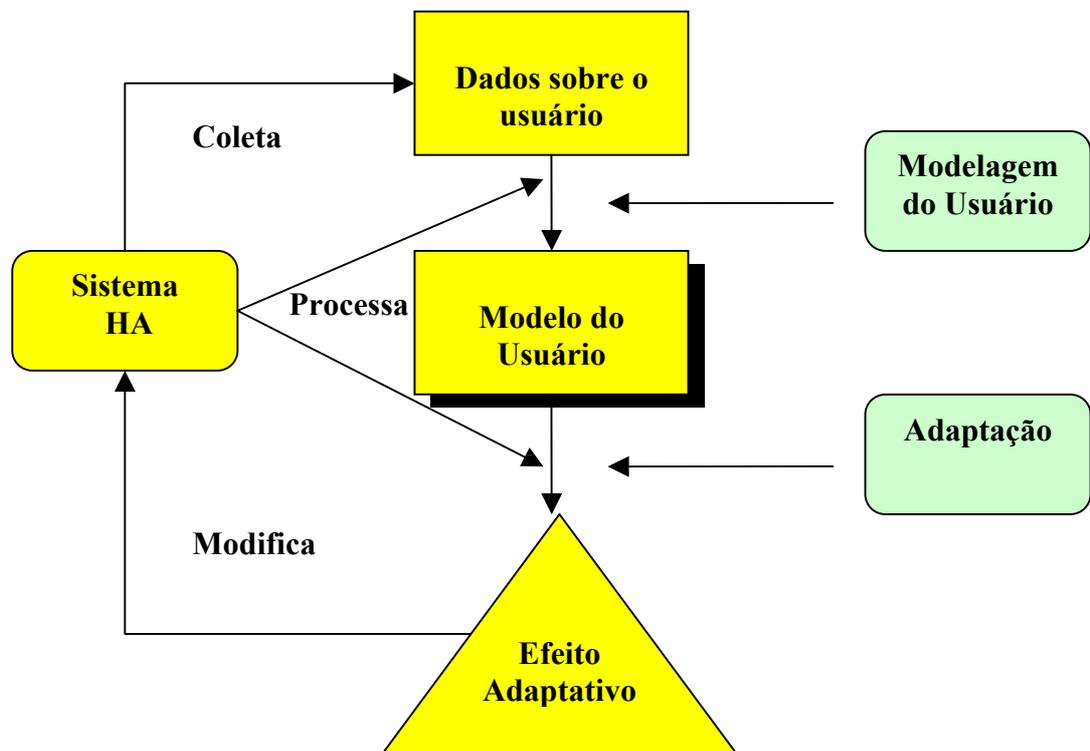
Segundo HENZE (2000), o objetivo dos Sistemas de Hipermídia Adaptativa (SHA) é aumentar a funcionalidade dos sistemas hipermídia, personalizando-os para cada indivíduo. PALAZZO (2000) também diz que:

“O objetivo geral dos sistemas e modelos de HA é portanto prover seus usuários com informação atualizada, subjetivamente interessante, com a ilustração multimídia pertinente, num tamanho e profundidade adequados ao contexto e em correspondência direta com o Modelo do Usuário” (PALAZZO, 2000, p. 30).

De acordo com PALAZZO (2002), um sistema para ser considerado um SHA deve atender a três critérios básicos, que são:

- Deve ser um sistema de hipermídia ou hipertexto;
- Deve possuir um MU;
- Deve ser capaz de adaptar a sua interface utilizando este modelo.

Na Figura 2 é mostrado o modelo clássico de adaptação ao usuário, no qual o processo de MU é efetuado durante a interação deste com o sistema.



**Figura 2.** Modelo Usuário-Adaptação: *Loop* Clássico (adaptado de PALAZZO, 2000).

Basicamente, neste modelo clássico, o sistema coleta os dados do usuário que são posteriormente processados e fornecem informações ao MU. A seguir, o sistema utiliza as informações contidas neste modelo como referência para efetuar a adaptação do sistema.

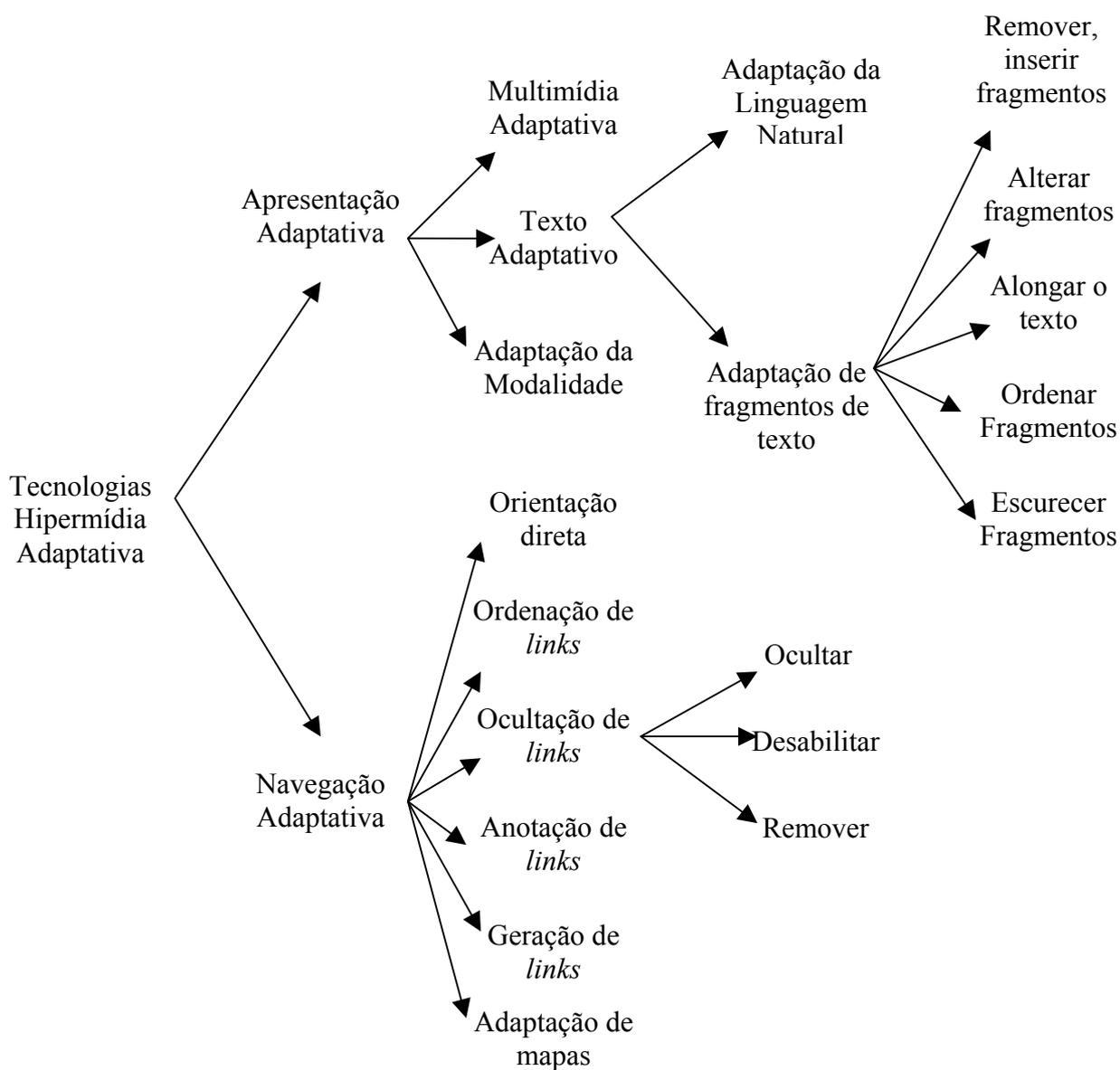
Segundo GARCINDO (2002), um aspecto crítico em SHA é a estratégia utilizada para a modelagem do domínio, para a MU e para o processo de autoria, pois este processo para sistemas na *Web* é crítico em função de dinamicidade e diversidade de sistemas e de usuários com diferentes perfis. O autor coloca que estruturas de informação e mecanismos de adaptação complexos podem gerar sobrecarga de processamento em servidores e dificuldades de comunicação; que os SHA devem ser estruturados com a possibilidade de reutilização do material instrucional evitando a redundância na criação de hiperdocumentos; que a modelagem do usuário deve utilizar fontes externas de informação sobre o usuário, evitando possíveis erros na dedução do Modelo do Usuário e na execução da adaptação; que os SHA requerem flexibilidade, modularidade, expansibilidade e adaptabilidade em ambientes computacionais distribuídos e que devem ser utilizadas ferramentas de *software* que resultem em flexibilidade e facilidade de uso por parte dos usuários.

### 3.3 Classificação dos SHA

Os SHA são geralmente representados por um conjunto de nodos interligados por *links* com informações locais e alguns *links* que podem remeter a outros nodos relacionados. Desta forma, o espaço adaptativo nos SHA é restrito e limitado e a adaptação ocorre tipicamente em dois níveis:

- 1) **Apresentação Adaptativa:** ocorre ao nível de adaptação de conteúdo.
- 2) **Navegação Adaptativa:** ocorre ao nível de adaptação de *links*.

A Figura 3 mostra uma taxonomia das tecnologias de HA que permite visualizar os dois níveis de adaptação possíveis e as diversas técnicas de adaptação que podem ser utilizadas. As seções subseqüentes detalham os dois níveis de adaptação em SHA.



**Figura 3.** Taxonomia das tecnologias de Hipermídia Adaptativa (adaptado de BRUSILOVSKY, 2001)

### 3.3.1 Apresentação Adaptativa

É usada para adaptar o conteúdo de um nodo de acordo com as características ou perfil do usuário (PALAZZO, 2002). Por exemplo, para um usuário mais experiente é

possível apresentar informações mais simplificadas do conteúdo, pois de acordo com seu perfil se infere que já possui conhecimento prévio sobre o conteúdo apresentado. Já para um usuário novato ou inexperiente é possível apresentar um conteúdo de forma mais detalhada, com informações adicionais, pois se infere que este usuário necessite de maiores informações sobre o assunto que está sendo abordado.

### 3.3.2 Navegação Adaptativa

Este tipo de adaptação tem como objetivo auxiliar os usuários a achar seus caminhos no hiperespaço por meio da adaptação da forma de apresentar os *links* (PALAZZO, 2002), que são apresentados de acordo com o perfil (conhecimento, objetivos e características) do usuário. De acordo com BRUSILOVSKY (1996) estes *links* podem ser divididos em quatro diferentes classes:

- *Links* locais e não contextuais: são *links* independentes do conteúdo do nodo em que se encontram. São normalmente apresentados como um conjunto de botões, uma lista ou um menu *pop-up*. Estes *links* são fáceis de manipular e podem ser classificados, ocultos ou anotados.
- *Links* contextuais ou “hipertexto verdadeiro”: compreendem os *links* vinculados ao contexto, tais como os representados por certas palavras ou frases em um texto. Estes *links* podem ser anotados, mas não podem ser classificados e nem ser totalmente ocultados.
- *Links* para índices e tabelas de conteúdos: consistem de um nodo com índices ou tabelas de conteúdo podem ser vistos como um tipo especial de nodo que só contém *links*. Estes *links* são caracterizados como não-contextuais, a não ser que estejam implementados sob forma de imagem.
- *Links* para mapas locais e globais: são representações gráficas de um hiperespaço ou uma área local de um hiperespaço. Assim, o usuário pode navegar diretamente sobre todos os nodos visíveis no mapa.

Segundo PALAZZO (2000), a partir desta classificação dos *links* em uma rede hipermídia, é possível comparar as técnicas existentes para a sua adaptação.

### 3.4 Técnicas e Métodos de Adaptação

Para uma melhor compreensão da diferença entre técnicas e métodos de adaptação em HA, BRUSILOVSKY (1996) faz a seguinte definição destes dois conceitos:

- **Técnicas:** estão situadas ao nível de implementação de um SHA, onde cada técnica pode ser caracterizada como um tipo especial de representação do conhecimento e por um algoritmo específico de adaptação.

- **Métodos:** são generalizações de técnicas de adaptação existentes, onde cada método é baseado em uma idéia de adaptação, a qual pode ser apresentada ao nível conceitual. O mesmo método conceitual pode ser implementado por diferentes técnicas.

Nas seções 3.4.1 e 3.4.2 são descritas, respectivamente, as técnicas e os métodos de Navegação Adaptativa utilizadas em HA. Não são abordadas as técnicas e métodos de Apresentação Adaptativa, porque este assunto não faz parte do escopo desta dissertação.

#### 3.4.1 Técnicas de Navegação Adaptativa

PALAZZO (2002) descreve cinco técnicas para navegação adaptativa, no ponto de vista de “o que pode ser adaptado”, para implementar os métodos de adaptação.

1) **Orientação direta:** é a técnica mais simples de navegação adaptativa. Orientação direta pode ser aplicada em qualquer sistema que pode decidir qual é o próximo nodo mais adequado para o usuário visitar de acordo com o objetivo e outros parâmetros representados no Modelo do Usuário. Para prover orientação direta, o sistema pode destacar visualmente o enlace que aponta para o melhor nodo naquele momento ou apresentar dinamicamente um enlace adicional (geralmente chamado *próximo*) o qual é conectado ao melhor nodo. O problema com a orientação direta é que ela fornece um apoio limitado na navegação do tipo “siga-me ou nenhuma outra ajuda disponível”, uma vez que não fornece ajuda para usuários que não gostariam de seguir a sugestão do sistema.

2) **Classificação de links:** esta técnica faz a ordenação de todos os enlaces de um nodo de acordo com o Modelo do Usuário e alguns critérios válidos para este

usuário, por exemplo, o enlace mais próximo do topo será o mais relevante. O problema com a classificação de enlaces é que esta tecnologia torna instável a ordem dos enlaces: a ordem pode mudar cada vez que o usuário entra no nodo. Ao mesmo tempo, algumas pesquisas mostram que a estabilidade na ordem dos menus de opções é uma característica importante para usuários novatos. A classificação de enlaces pode reduzir substancialmente o tempo de navegação em aplicações de recuperação de informações onde cada nodo pode ter muitos enlaces não contextuais.

3) **Ocultação de *links***: a ocultação destina-se a restringir o espaço de navegação ocultando enlaces para os nodos não relevantes. O nodo pode ser considerado como não relevante por várias razões, como por exemplo quando ele não é relacionado com o objetivo atual do usuário ou quando ele apresenta materiais que o usuário ainda não está preparado para aprender (no caso de um sistema para ensino). A ocultação de *links* protege os usuários da complexidade de um hiperespaço irrestrito e reduz a sobrecarga cognitiva. Esta técnica mostra somente os enlaces importantes e os princípios usados para decidir quais enlaces são importantes e quais não dependem de cada sistema a ser implementado. Em hipermídia aplicada à educação é comum a ocultação de *links* que ainda não estão prontos para serem aprendidos.

A ocultação de *links* pode ser dividida em três classes:

- **Ocultamento puro de *links***: significa que enlaces podem ser ocultos tornando-os indistinguíveis do texto (isto é, preto na maioria dos casos). O enlace permanece funcional, assim usuários que sabem que ali existe um enlace poderão utilizá-lo.
- **Remoção de *links***: significa que o enlace é realmente removido. Isto significa que mesmo que o usuário saiba onde o enlace deveria estar ele não poderá segui-lo (já que o mesmo não existe mais).
- **Desabilitando *links***: significa que o enlace não é tornado invisível, mas a sua funcionalidade é removida. O usuário ainda vê o enlace, mas aquele enlace não funciona mais.

4) **Anotação adaptativa de *links***: a anotação adaptativa de *links* tem como função incrementar os enlaces com alguma forma de comentário que pode informar o

usuário sobre o atual estado dos nodos. Essas anotações podem ser fornecidas na forma textual ou em forma de informação visual, como por exemplo: diferentes ícones, cores ou tamanho de fonte. Algumas implementações que utilizam anotação adaptativa de *links* distinguem três níveis de conhecimento do usuário sobre o nodo: não-conhecido, em estudo e aprendido. Existem implementações onde são destacados os enlaces relacionados ao objetivo atual ou então é fornecida anotação especial para enlaces não prontos para serem aprendidos.

5) **Adaptação de mapas:** compreende vários modos de adaptar os mapas de hipermídia globais e locais apresentados para o usuário. As tecnologias como orientação direta, ocultamento e anotação podem ser utilizadas para adaptação de mapas, mas todas essas tecnologias não mudam a forma ou a estrutura dos mapas.

Assim, as técnicas apresentadas individualmente são básicas para a implementação de métodos para a navegação adaptativa. Estas podem ser utilizadas sozinhas ou em conjunto. Quando usadas em conjunto, as diferentes possibilidades de combinação, tanto em termos do número de técnicas usadas quanto do tipo destas, permite adequar a característica de adaptação de acordo com a finalidade do sistema e com o objetivo de adaptação deste.

### 3.4.2 Métodos de Navegação Adaptativa

Os métodos de suporte à Navegação Adaptativa podem ser descritos como os seguintes:

1) **Condução Global:** este método é utilizado para conduzir o usuário por uma seqüência de *links* para alcançar o objetivo desejado.

“A condução global é o objetivo primário do suporte à navegação adaptativa em sistemas de recuperação de informações hipermídia e também importante em sistemas de informações e sistemas de ajuda on-line” (PALAZZO, 2002, p. 15).

2) **Condução Local:** é semelhante à Condução Global, mas com alcance menor. O método de Condução Local tenta sugerir ao usuário os *links* mais relevantes considerando suas preferências, conhecimento e experiências (PALAZZO, 2002). Em relação ao conhecimento, este método procura classificar ou ocultar *links* baseando-se

na experiência e no aprendizado anteriores do usuário em relação ao assunto. Quanto mais conhecimento o usuário tiver do assunto abordado, mais *links* lhe serão mostrados. A quantidade, a disposição e a informação sobre os *links* variam de acordo com a complexidade do objetivo a ser alcançado pelo usuário.

3) **Suporte à Orientação Local (conhecimento e objetivos)**: este método ajuda o usuário a reconhecer qual a sua posição na rede local dentro do domínio do sistema. PALAZZO (2002) diz que este suporte normalmente é implementado de duas formas distintas:

- Por meio de informações adicionais que normalmente são acessadas a partir do nodo corrente, ou;

- Limitando os espaços de navegação para evitar a sobrecarga cognitiva.

Tais métodos são geralmente baseados na técnica de ocultação que visa remover toda a informação que não é relevante para seus objetivos em um certo momento e mostrar somente os *links* mais relevantes para determinado perfil de usuário.

4) **Suporte à Orientação Global**: este tipo de suporte tem como objetivo ajudar o usuário a entender a estrutura de todo o hiperespaço que constitui o domínio de navegação do sistema, por meio da aplicação das técnicas de ocultação e anotação de *links*. O método mais utilizado é aumentar gradualmente a quantidade de *links* visíveis na medida em que vai aumentando a experiência do usuário no hiperespaço.

5) **Gerenciamento de visões personalizadas**: visa a construção de interfaces de trabalho personalizadas por meio de adaptação. Estas visões são necessárias em ambientes dinâmicos na *Web*, onde os *links* podem evoluir, aparecer e desaparecer.

### 3.5 Exemplos de SHA

A partir do estudo bibliográfico descrevem-se a seguir alguns SHA educacionais que adaptam a navegação e utilizam algumas das tecnologias citadas acima.

SHA	Descrição	Técnica Adaptativa
ISIS-TUTOR	Sua estrutura pedagógica é uma	Anotação e

(BRUSILOVSKY & PESIN, 1994)	rede de conceitos. Cada conceito é representado no hiperespaço por um nó. Os nós são conectados por diferentes tipos de relações, como: “é um”, “parte de” e “pré-requisito”. Cada <i>link</i> tem um estado anotado (pronto para ser aprendido, em curso e aprendido) e opcionalmente ocultado (não pronto para ser aprendido).	Ocultação de <i>links</i>
ELM-ART (BRUSILOVSKY et al., 1996)	Os conceitos são relacionados por seus pré-requisitos e efeitos, sendo construída uma rede conceitual. Para anotar os <i>links</i> , os autores utilizam a metáfora da luz de tráfego (esfera vermelha que indica as páginas que contém informação as quais o estudante não está preparado e esfera verde que indica os <i>links</i> sugeridos).	Anotação e Classificação de <i>links</i>
AHA (DE BRA, 1996)	Plataforma <i>open source</i> para disponibilizar de forma adaptativa vários tipos de conteúdo via navegador HTTP. A adaptatividade é obtida mediante a inclusão de sentenças condicionais em documentos HTML, como comentários.	Remoção, Ocultação e Anotação de <i>links</i>
INTERBOOK (BRUSILOVSKY et al., 1996)	Utiliza um processo de transformação de um livro eletrônico em um livro adaptativo.	Anotação de <i>links</i>

	O sistema usa a metáfora da luz do tráfego, executa uma ajuda baseada em pré-requisitos e apresenta uma lista anotada das páginas que contém a informação pré-requisito.	
KBS Hyperbook System (HENZE & NEJDL, 1999)	Usa a metáfora da luz do tráfego para a anotação adaptativa. O sistema gera o próximo passo de aprendizagem comparando o estado atual do conhecimento do estudante com o conhecimento que ele deve ter após terminar o livro. O KBS adapta-se também aos diferentes ritmos de aprendizagem suportando a aprendizagem orientada a objetivos.	Anotação de <i>links</i>
IFWEB (ASNICAR & TASSO, 1997)	Este sistema mostra graficamente para o usuário uma estrutura de <i>links</i> hipertextuais apresentados nos documentos que foram acessados e também mostra um conjunto de documentos que foram classificados como mais relevantes.	Classificação de <i>links</i>

**Tabela 3.** Exemplos de SHA

Estes sistemas reforçam a hipermídia clássica introduzindo um componente inteligente que oferece suporte à navegação ao usuário. O componente inteligente pode ocultar, anotar ou remover os *links* de uma página ou então sugerir um nó mais relevante para a navegação, conforme o nível de conhecimento do usuário.

### **3.6 Considerações Finais**

Este capítulo teve por objetivo apresentar uma definição de SHA, mostrar alguns exemplos e a importância da HA em sistemas educacionais disponíveis na *Web* e salientar as dificuldades encontradas na implementação destes sistemas.

Baseado no estudo bibliográfico sobre EAD Inteligente e HA e na análise de um curso à distância na *Web* foi possível propor um modelo de sistema hipermídia adaptativo voltado para a área educacional. Este modelo será apresentado no próximo capítulo (4).

## **CAPÍTULO 4 – ADAPTAÇÃO EM UM SISTEMA EDUCACIONAL HIPERMÍDIA BASEADA NA CLASSIFICAÇÃO DE PERFIS DE USUÁRIOS**

Neste capítulo será apresentado um Sistema Educacional Hipermídia baseado na *Web* que adapta a navegação no conteúdo conforme a classificação dos perfis dos usuários.

A revisão dos sistemas de ensino à distância baseados na *Web*, conforme estudo bibliográfico realizado nos capítulos anteriores, indica que a classificação dos estudantes em diferentes perfis, com os diferentes *backgrounds*, interesses, preferências, estilos e ritmos de aprendizagem de cada um, é uma característica desejável no sentido de permitir um grau de adaptatividade mínimo desses sistemas a esses diferentes estudantes.

Com o objetivo de embasar o modelo de adaptação em sistemas de ensino à distância baseados na *Web* partiu-se para um estudo de um sistema em particular que dá suporte a um curso em um domínio específico, neste caso, sobre Empreendedorismo. A escolha por esse sistema ocorreu pelos seguintes motivos:

- Pelo sistema dispor de uma grande base de dados para análise e extração de informações;
- Pelo grande número de estudantes inscritos;
- Pela heterogeneidade de conhecimento dos estudantes;
- Pela forma seqüencial como o conteúdo é apresentado;
- Pela disponibilidade dos dados de interação dos estudantes com o sistema.

O interesse em modelar um Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA) para cursos à distância ocorreu pela observação de que vários ambientes virtuais de aprendizagem não utilizam os dados individuais dos estudantes e os dados de uso - dados das interações dos estudantes com o sistema - para prover algum tipo de adaptação da navegação no conteúdo. Como o sistema analisado já estava implementado e em funcionamento há três anos, dispunha de uma grande base de dados disponível para estudo e atendia usuário com diferentes níveis de conhecimento, então este foi escolhido como objeto desta pesquisa. O sistema analisado serve de base para a proposta porque apresenta características e ferramentas comuns aos vários sistemas de ensino à distância baseados na *Web* e por isso pode ser aplicável com pequenas modificações a outros sistemas.

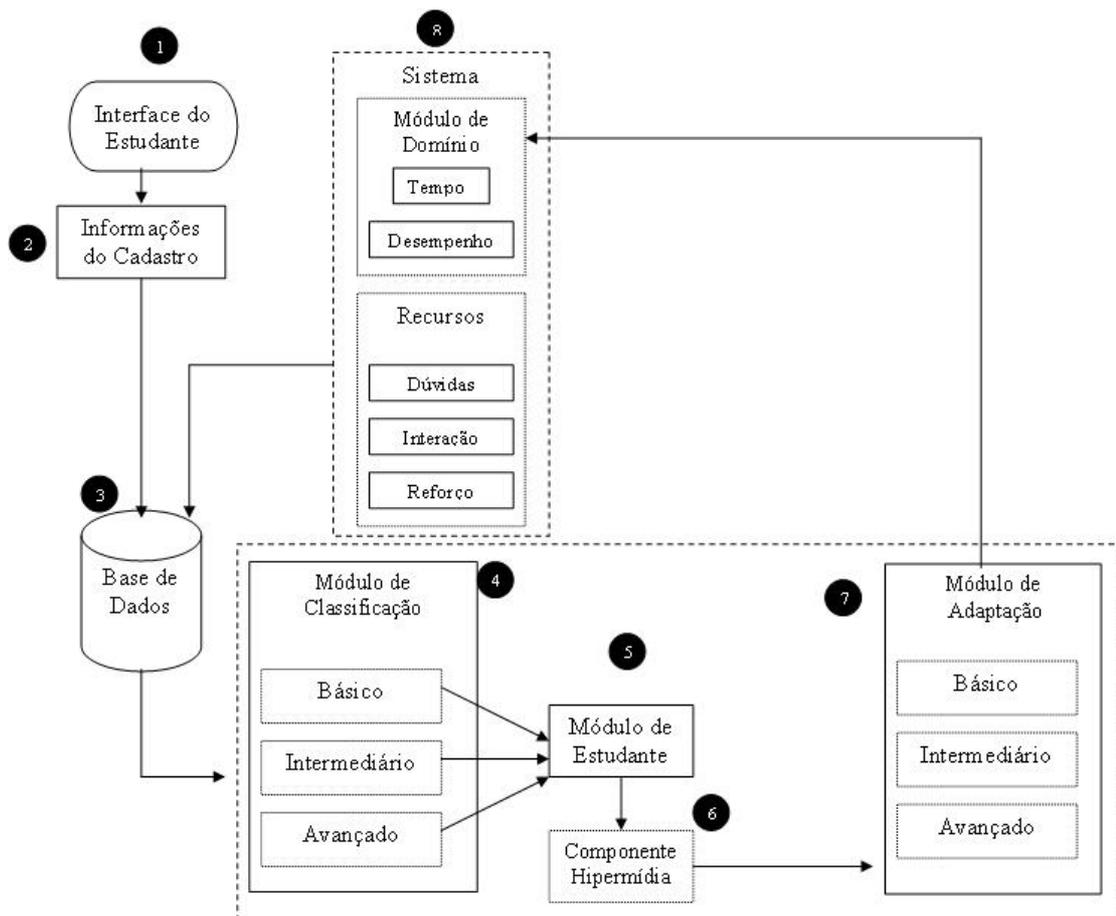
#### **4.1 Arquitetura do Sistema Hipermedia Adaptativo**

Esta seção apresenta uma visão geral da arquitetura do SHA proposto para cursos à distância. Fundamentalmente, o sistema possui as seguintes características:

- Classifica os estudantes conforme três tipos de perfis pré-definidos baseados nos dados individuais e os dados de interação destes estudantes com o sistema.
- Inicializa e atualiza o Modelo de Estudante a cada interação do estudante com o sistema.
- Adapta a navegação ao conteúdo conforme o perfil do estudante contido no Modelo de Estudante.

O objetivo principal do SHA é permitir a personalização e a navegação no conteúdo conforme o perfil do estudante, levando em consideração os dados do usuário e seus dados de uso.

A Figura 4 mostra uma visão geral da arquitetura do sistema e a seguir são descritos os principais componentes deste.



**Figura 4.** Arquitetura do Sistema Hipermídia Adaptativo via *Web*

- 1) **Interface do Estudante:** possibilita a comunicação entre o estudante e o SHA, e vice-versa. No momento em que o estudante acessa o sistema com seu *login* e senha as suas requisições são captadas e enviadas para um registro de *log*. Cada estudante possui um ID (identificador) gravado no Banco de Dados que possibilita a verificação da entrada de dados do estudante para o sistema. A interface gráfica é responsável pela apresentação da navegação adaptada a cada perfil de estudante.
- 2) **Informações do Cadastro:** inclui as informações que o estudante fornece ao efetuar sua matrícula no curso. Inicialmente o estudante se cadastra no sistema com seus dados pessoais (nome, CPF, e-mail, sexo, data de nascimento, escolaridade, endereço, *login* e senha de acesso etc.) e responde a um questionário que solicita algumas informações, tais como: se já participou de

outros cursos à distância, qual a razão que o levou a se inscrever no curso, entre outras. Depois de confirmado o cadastro, o estudante tem permissão para acessar o sistema através do seu *login* e senha de acesso. Todas as informações do cadastro ficam registradas em arquivos de *log* no Banco de Dados e algumas destas informações são utilizadas pelo Módulo de Classificação para fazer a classificação dos perfis.

- 3) **Base de Dados:** armazena os registros de *log* com as informações cadastrais do estudante, os registros de suas interações com o sistema (Módulo de Classificação) e o seu perfil (Módulo de Estudante).
- 4) **Módulo de Classificação:** classifica o estudante de acordo com os tipos de perfis de estudante previamente definidos. O módulo processa as requisições do estudante quando este se conecta ao sistema e, a partir dos registros de *log*, faz a classificação deste usando o método 1-*Nearest Neighbor* (1-NN) e envia o perfil encontrado para o Módulo de Estudante.
- 5) **Módulo de Estudante:** armazena e atualiza os perfis de estudante. Este módulo recebe do Módulo de Classificação a informação do tipo de perfil do estudante e é responsável pela manutenção e atualização destes perfis para uso no processo de adaptação da hipermídia. Os perfis são armazenados na Base de Dados e ficam à disposição do Módulo de Adaptação.
- 6) **Componente Hipermídia:** responsável em verificar no Módulo de Estudante qual é o perfil do estudante e enviar esta informação para o Módulo de Adaptação, que por sua vez irá executar a adaptação da navegação no conteúdo.
- 7) **Módulo de Adaptação:** adapta a navegação no Modelo de Domínio (conteúdo) por meio das técnicas de ocultação e anotação de *links*. O Módulo de Adaptação recebe do Componente Hipermídia o perfil do estudante contido no Módulo de Estudante e executa a adaptação da navegação no conteúdo de acordo com este perfil. Este módulo será descrito com maiores detalhes na seção 4.4.
- 8) **Sistema:** inclui o Módulo de Domínio que contém o conteúdo do curso e faz o gerenciamento dos recursos que serão utilizados pelo estudante durante sua interação com o sistema.

Nas seções 4.2, 4.3 e 4.4 serão detalhados o Módulo de Classificação, o Módulo do Estudante e o Módulo de Adaptação, que são os componentes centrais da arquitetura do SHA proposto.

#### 4.2 Módulo de Classificação

O SHA aqui descrito considera um conjunto de atributos-valores que se referem aos registros do sistema sobre as ações do estudante em relação ao (1) tempo gasto no conteúdo, (2) dúvidas enviadas para o tutor, (3) interação na lista de discussão, (4) reforço no acesso ao FAQ (*Frequently Asked Question*), (5) desempenho nos exercícios e (6) experiência em outros cursos *Web*. A escolha destes atributos ocorreu em função do modelo pedagógico e dos recursos disponíveis no sistema em estudo que são similares aos recursos de outros sistemas deste tipo. Estes atributos são descritos abaixo:

1. **Atributo Tempo:** refere-se ao tempo gasto pelo estudante em cada módulo do conteúdo.
2. **Atributo Dúvidas:** refere-se ao número de mensagens enviadas pelo estudante para o tutor.
3. **Atributo Interação:** refere-se ao número de mensagens enviadas pelo estudante para a Lista de Discussão.
4. **Atributo Reforço:** refere-se ao número de acessos do estudante ao FAQ.
5. **Atributo Desempenho:** refere-se ao desempenho do estudante nos Exercícios de Fixação.
6. **Atributo Experiência:** refere-se à participação do estudante em outros cursos à distância via *Web*.

A seguir estes atributos são especificados com maiores detalhes, levando-se em consideração os dados de uma turma do curso Iniciando um Pequeno Grande Negócio (IPGN). Este curso é oferecido na modalidade à distância por meio da *Web* e tem como conteúdo o domínio de Empreendedorismo. Em cada edição o curso abrange um total de cerca de 14.000 estudantes, divididos em 70 turmas de 200 alunos cada. A descrição completa do curso IPGN é apresentada no Anexo 1.

### 4.2.1 Atributo Tempo

Este atributo foi especificado para classificação dos perfis porque define o tempo que o estudante gastou para estudar um determinado módulo do curso. Este tempo é armazenado no Banco de Dados do sistema analisado por meio do registro do dia e hora que o estudante acessou o conteúdo. Considerou-se que o tempo gasto no conteúdo foi o tempo em que o estudante passou estudando o material do curso na *Web*.

Para obter as variáveis relativas à este atributo foi realizada uma discretização do tempo em uma amostra de 200 estudantes de uma turma do curso IPGN (ver Anexo 2). As variáveis apresentadas nas Tabelas 4, 5, 6, 7 e 8 foram definidas levando em consideração faixas de tempo de acesso ao conteúdo. Sendo assim definiu-se a variável “curto” correspondendo à menor faixa de tempo gasta pelos estudantes em cada módulo do conteúdo; a variável “médio” foi definida pela faixa de tempo média em cada módulo do conteúdo e a variável “longo” foi definida pela maior faixa de tempo gasta pelos estudantes em cada módulo do conteúdo.

Foi calculada a média aritmética do tempo gasto por estes estudantes em cada módulo do conteúdo e também foi calculado o desvio-padrão para definir as faixas de tempo. O tempo “T” indica o tempo total que o estudante gastou no conteúdo do referido módulo.

No módulo 1 (Tabela 4), os estudantes da turma analisada levaram um tempo médio de 55 minutos<sup>3</sup> para cursar o conteúdo, com um desvio padrão de 37 minutos. Para definir a menor faixa de tempo (curto) considerou-se a média, menos o desvio-padrão, e para definir a maior faixa de tempo (longo) considerou-se a média, mais o desvio-padrão. Para a faixa de tempo média considerou-se a faixa de tempo entre o menor e o maior tempo calculado.

---

<sup>3</sup> Em todos os casos (módulos) os tempos em minutos foram arredondados.

Variável	Tempo gasto em minutos no módulo 1 ( $T\_M1^4$ )	Valor
Curto	$T\_M1 < 19$	1
Médio	$19 = < T\_M1 < 92$	2
Longo	$T\_M1 \geq 92$	3

**Tabela 4.** Tempo gasto no módulo 1

No módulo 2 (Tabela 5), os estudantes levaram um tempo médio de 59 minutos para cursar o conteúdo, com um desvio padrão de 38 minutos. As faixas de tempo para as variáveis curto, médio e longo foram calculadas do mesmo modo como relatado no módulo 1.

Variável	Tempo gasto em minutos no módulo 2 ( $T\_M2^5$ )	Valor
Curto	$T\_M2 < 21$	1
Médio	$21 = < T\_M2 < 97$	2
Longo	$T\_M2 \geq 97$	3

**Tabela 5.** Tempo gasto no módulo 2

No módulo 3 (Tabela 6), a média de tempo gasto no conteúdo foi 58 minutos e o desvio-padrão 39 minutos. As faixas de tempo para as variáveis curto, médio e longo foram calculadas do mesmo modo que no módulo 1.

Variável	Tempo gasto em minutos no módulo 3 ( $T\_M3^6$ )	Valor
Curto	$T\_M3 < 19$	1
Médio	$19 = < T\_M3 < 97$	2
Longo	$T\_M3 \geq 97$	3

**Tabela 6.** Tempo gasto no módulo 3

No módulo 4 (Tabela 7), a média de tempo gasto no conteúdo foi 54 minutos e o desvio-padrão 39 minutos. As faixas de tempo para as variáveis curto, médio e longo foram calculadas do mesmo modo que no módulo 1.

---

<sup>4</sup>  $T\_M1$  = Tempo gasto no módulo 1

<sup>5</sup>  $T\_M2$  = Tempo gasto no módulo 2

<sup>6</sup>  $T\_M3$  = Tempo gasto no módulo 3

Variável	Tempo gasto em minutos no módulo 4 (T_M4 <sup>7</sup> )	Valor
Curto	$T\_M4 < 16$	1
Médio	$16 \leq T\_M4 < 93$	2
Longo	$T\_M4 \geq 93$	3

**Tabela 7.** Tempo gasto no módulo 4

No módulo 5 (Tabela 8), a média de tempo gasto no conteúdo foi de 57 minutos e o desvio-padrão 82 minutos. As faixas de tempo para as variáveis curto, médio e longo foram calculadas do mesmo modo que no módulo 1.

Variável	Tempo gasto em minutos no módulo 5 (T_M5 <sup>8</sup> )	Valor
Curto	$T\_M5 < 24$	1
Médio	$24 \leq T\_M5 < 139$	2
Longo	$T\_M5 \geq 139$	3

**Tabela 8.** Tempo gasto no Módulo 5

#### 4.2.2 Atributo Dúvida

Este atributo foi considerado porque diz respeito às dúvidas dos estudantes sobre o conteúdo, enviadas para o tutor por meio de uma ferramenta disponível no sistema analisado denominada Tira-dúvidas. Considera-se que este atributo é relevante na classificação dos perfis, porque se o estudante envia muitas dúvidas para o tutor em determinado módulo é um indicativo que ele está tendo dificuldades na compreensão deste conteúdo e o seu perfil deve ser atualizado para que o sistema possa se adaptar à esta situação.

Na Tabela 9, o valor 1 é atribuído para a variável “baixo” porque se considera que o estudante que precisou de pouco auxílio do tutor não teve dúvidas sobre o conteúdo e, possivelmente, compreendeu o conteúdo ou não sentiu necessidade de utilizar este recurso. O valor 2 é atribuído à variável “médio” porque possivelmente o estudante se encontra na média em relação a compreensão do conteúdo. O valor 3 é atribuído para a variável “alto” porque se considera que o estudante que enviou muitas mensagens para

<sup>7</sup> T\_M4 = Tempo gasto no módulo 4

<sup>8</sup> T\_M5 = Tempo gasto no módulo 5

o tutor possivelmente não está compreendendo o conteúdo e por isso está precisando do auxílio de um especialista ou o conteúdo não atende às suas necessidades.

Variável	Número de mensagens enviadas pelo TD ( $M\_TD^9$ )	Valor
Baixo	$M\_TD = 1$	1
Médio	$1 < M\_TD < 4$	2
Alto	$M\_TD \geq 4$	3

**Tabela 9.** Número de mensagens enviadas pelo Tira-dúvidas

Os limites 1 e 4 foram definidos por meio do cálculo da média e do desvio padrão do número de mensagens enviadas pelos estudantes pelo recurso Tira-dúvidas na amostra utilizada. Na amostra analisada verificou-se que 16,5% dos estudantes enviaram mensagens pelo Tira-dúvidas durante o curso.

#### 4.2.3 Atributo Interação

O atributo Interação considera o número de mensagens que foram enviadas pelo estudante para a Lista de Discussão. Este atributo é relevante na classificação dos perfis porque a Lista de Discussão é utilizada no curso para discussões sobre o conteúdo. Se o estudante está participando da discussão considera-se que ele está interagindo com os demais participantes e possivelmente compreendeu o conteúdo. Caso o estudante não esteja participando das discussões, considera-se que, provavelmente, ele não está compreendendo o conteúdo de forma que lhe permita contribuir para a discussão. Caso o estudante esteja enviando mensagens para a Lista, considera-se que está interagindo com os demais participantes do grupo e este é um indicativo que o estudante está possivelmente compreendendo o conteúdo do curso.

Na Tabela 10, o valor 3 é atribuído para a variável “baixo” porque se considera que o estudante que não enviou mensagens para a lista não está participando ativamente do curso e, provavelmente, não está compreendendo o conteúdo. Mas também pode ocorrer do estudante não estar interessado em utilizar este recurso ou por motivo de ser uma pessoa tímida, por exemplo, não participe da discussão. O valor 2 é atribuído para a

<sup>9</sup>  $M\_TD$  = Mensagem enviada pelo Tira-Dúvidas

variável “médio” porque se considera que se o estudante enviou uma ou duas mensagens para a lista está num nível médio de entendimento sobre o conteúdo. O valor 1 é atribuído para a variável “alto” porque se considera que o estudante que enviou três ou mais mensagens para a lista participou ativamente da discussão e, possivelmente, compreendeu o conteúdo.

Variável	Número de mensagens enviadas para a Lista de Discussão(M_LD <sup>10</sup> )	Valor
Baixo	$M\_LD = 0$	3
Médio	$0 < M\_LD < 3$	2
Alto	$M\_LD \geq 3$	1

**Tabela 10.** Número de mensagens enviadas para a Lista de Discussão

Os limites entre 0 e 3 foram definidos por meio do cálculo da média e do desvio padrão do número de mensagens enviadas pelos estudantes para a Lista de Discussão na amostra utilizada. Nesta amostra verificou-se que 29% dos estudantes enviaram mensagens para a Lista de Discussão durante o curso.

#### 4.2.4 Atributo Reforço

O atributo Reforço refere-se ao número de acessos do estudante ao FAQ. Este atributo é apropriado para a classificação dos perfis porque diz respeito às consultas realizadas pelo estudante em relação ao conteúdo. Como no FAQ constam as perguntas e respostas mais frequentes em relação ao conteúdo, caso o estudante tenha poucos acessos a este recurso, entende-se que ele não teve muitas dúvidas em relação ao mesmo. Neste trabalho considera-se que o estudante que acessou muitas vezes o FAQ provavelmente não compreendeu o conteúdo, precisou de reforço para a sua aprendizagem e por isso procurou as soluções no próprio sistema ou buscou maiores esclarecimentos para ter certeza que entendeu o conteúdo, por exemplo.

Na Tabela 11, o valor 1 é atribuído à variável “baixo” porque se considera que o estudante que acessou poucas vezes o FAQ provavelmente não teve muitas dúvidas em relação ao conteúdo. Cabe ressaltar que por este motivo o estudante pode não ter se

<sup>10</sup> **M\_LD** = Mensagem enviada para a Lista de Discussão

interessado em utilizar este recurso. O valor 2 é atribuído para a variável “médio” quando o estudante está na média de acessos ao FAQ (de 4 a 25 acessos). O valor 3 é atribuído para a variável “alto” quando o número de acessos for superior a 26, ou seja, supõe-se que o estudante que acessou muitas vezes o FAQ possivelmente teve alguma dúvida em relação ao conteúdo e buscou auxílio de recursos do próprio sistema para solucionar os seus questionamentos. Existe também a possibilidade que o estudante tenha acessado o recurso somente por curiosidade.

Variável	Número de acessos ao FAQ (A_FAQ <sup>11</sup> )	Valor
Baixo	A_FAQ < 4	1
Médio	4 ≤ A_FAQ < 26	2
Alto	A_FAQ ≥ 26	3

**Tabela 11.** Número de acesso ao FAQ

Nesta amostra verificou-se que 41% dos estudantes acessaram o FAQ durante o curso.

#### 4.2.5 Atributo Desempenho

O atributo Desempenho (Tabela 12) diz respeito aos acertos e erros dos estudantes nos exercícios de fixação (ver Anexo 2) no conteúdo. Estes exercícios estão disponíveis nos módulos e servem para avaliar o conhecimento do estudante naquele assunto. Por exemplo, se o módulo está subdividido em dois capítulos e cada capítulo tem um exercício de fixação, então o módulo possui dois exercícios de fixação. Caso o estudante acerte menos de 50% dos exercícios será considerada a variável “baixo” com valor 3, caso acerte metade (50%) dos exercícios será considerada a variável “médio” com valor 2 e se ele acertar mais de 50% dos exercícios será considerada a variável “alto” com valor 1.

Variável	Desempenho nos Exercícios	Valor
Baixo	Acertou menos de 50% dos Exercícios	3
Médio	Acertou 50% dos Exercícios	2
Alto	Acertou mais que 50% dos	1

<sup>11</sup> A\_FAQ = número de acessos ao FAQ.

	Exercícios	
--	------------	--

**Tabela 12.** Desempenho nos Exercícios

#### 4.2.6 Atributo Experiência

Este atributo considera a experiência do estudante em outros cursos à distância via *Web* e serve como indicativo se o estudante possui algum conhecimento em termos de utilização dos recursos disponíveis em cursos à distância.

Na Tabela 13, o valor 3 é atribuído à variável “baixo” porque se considera que o estudante que nunca participou de cursos à distância via *Web* gastaria mais tempo e esforço para compreender as funcionalidades do sistema, o que possivelmente teria uma influência negativa, dificultando a compreensão do conteúdo. O valor 2 é atribuído para a variável “médio” porque se considera que o estudante que já participou uma vez de algum curso à distância via *Web* teria menos dificuldades para compreender as funcionalidades e, conseqüentemente, o conteúdo. O valor 1 é atribuído para a variável “alto” porque se considera que o estudante que participou mais de uma vez em cursos à distância via *Web* já tenha alguma experiência em como acessar e utilizar os recursos disponíveis no sistema, o que possivelmente tem uma influência positiva na compreensão do conteúdo do curso.

Variável	Participação em outros cursos à distância	Valor
Baixo	Nunca participou	3
Médio	Participou uma vez	2
Alto	Participou mais de uma vez	1

**Tabela 13.** Participação em outros cursos à distância via *Web*

Este atributo é importante na classificação porque como o período do curso é limitado (60 dias) Se o aluno não tem nenhuma experiência com outros cursos à distância na *Web*, supõe-se que este levará mais tempo para “aprender” as funcionalidades do sistema e, conseqüentemente, poderá ficar defasado no estudo do conteúdo em relação aos demais estudantes que já tenham alguma experiência.

#### 4.2.7. Medida de Similaridade

A partir da definição dos atributos, o Módulo de Classificação utiliza o método 1-*Nearest Neighbor* (1-NN) para calcular a distância entre um novo exemplo e os demais exemplos do conjunto de treinamento.

Os três perfis (Básico, Intermediário e Avançado) são classificados conforme segue abaixo. A Tabela 14 mostra os atributos, as variáveis e os valores para a classificação do perfil “Básico”.

Atributos	Variáveis	Valores
Tempo Módulo 1	Longo	3
Tempo Módulo 2	Longo	3
Tempo Módulo 3	Longo	3
Tempo Módulo 4	Longo	3
Tempo Módulo 5	Longo	3
Dúvidas	Alto	3
Interação	Baixo	3
Reforço	Alto	3
Desempenho	Baixo	3
Experiência	Baixo	3

**Tabela 14.** Classificação do perfil “Básico”

A Tabela 15 mostra os atributos, as variáveis e os valores para a classificação do perfil “Intermediário”.

Atributos	Variáveis	Valores
Tempo Módulo 1	Médio	2
Tempo Módulo 2	Médio	2
Tempo Módulo 3	Médio	2
Tempo Módulo 4	Médio	2
Tempo Módulo 5	Médio	2
Dúvidas	Médio	2
Interação	Médio	2
Reforço	Médio	2
Desempenho	Médio	2
Experiência	Médio	2

**Tabela 15.** Classificação do perfil “Intermediário”

A Tabela 16 mostra os atributos, as variáveis e os valores para a classificação do perfil “Avançado”.

Atributos	Variáveis	Valores
Tempo Módulo 1	Curto	1
Tempo Módulo 2	Curto	1
Tempo Módulo 3	Curto	1
Tempo Módulo 4	Curto	1
Tempo Módulo 5	Curto	1
Dúvidas	Baixo	1
Interação	Alto	1
Reforço	Baixo	1
Desempenho	Alto	1
Experiência	Alto	1

**Tabela 16.** Classificação do perfil “Avançado”

A Tabela 17 apresenta o classificador com os atributos-valores e seus respectivos perfis.

ATRIBUTO-VALOR						
Tempo	Dúvidas	Interação	Reforço	Desempenho	Experiência	PERFIS
3	3	3	3	3	3	Básico
2	2	2	2	2	2	Intermediário
1	1	1	1	1	1	Avançado

**Tabela 17.** Classificador

De acordo com os atributos é calculado a similaridade entre o estado atual dos estudantes e os 3 exemplos do classificador (Básico, Intermediário e Avançado) por meio do método 1-NN, conforme apresentado nas equações (2), (3) e (4):

1) Distância\_Básico  $\rightarrow d(x,b)$ :

$$d(x,b) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (x_r - b_r)^2} \quad (2)$$

onde,

$d$  = distância entre  $x$  e  $b$

$x$  = estado atual do estudante

$b$  = exemplo básico do classificador

$r$  = atributo individual de  $x$  e  $b$

$n$  = número de atributos

2) Distância\_Intermediário  $\rightarrow d(x,i)$ :

$$d(x,i) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (x_r - i_r)^2} \quad (3)$$

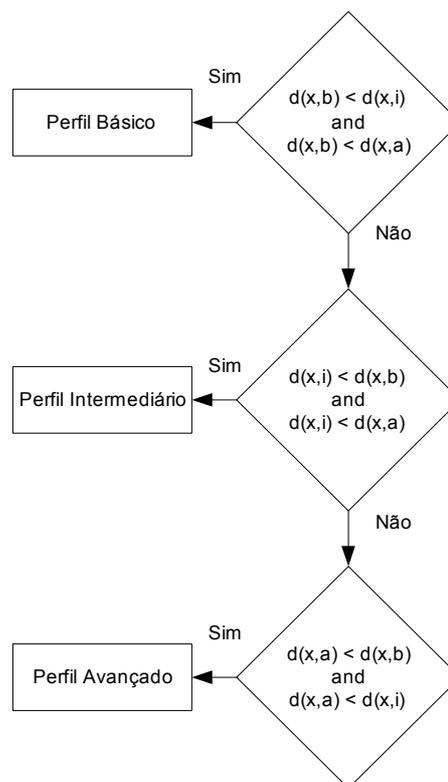
onde,  
 $d$  = distância entre  $x$  e  $i$   
 $x$  = estado atual do estudante  
 $i$  = exemplo intermediário do classificador  
 $r$  = atributo individual de  $x$  e  $i$   
 $n$  = número de atributos

3) Distância\_Avançado  $\rightarrow d(x,a)$ :

$$d(x,a) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (x_r - a_r)^2} \quad (4)$$

onde,  
 $d$  = distância entre  $x$  e  $a$   
 $x$  = estado atual do estudante  
 $i$  = exemplo avançado do classificador  
 $r$  = atributo individual de  $x$  e  $a$   
 $n$  = número de atributos

O perfil do estudante é classificado pela menor distância entre  $d(x,b)$ ,  $d(x,i)$  e  $d(x,a)$ , conforme mostra a Figura 5.



**Figura 5.** Fluxograma para Classificação dos Perfis de Estudantes

### 4.3 Módulo de Estudante

Quando o estudante efetua *logon* pela primeira vez no sistema o Modelo de Estudante é inicializado (1) a partir das informações sobre o estudante fornecidas pelo mesmo e (2) no caso dos outros atributos com os valores do perfil Básico. A partir da primeira interação do estudante com o sistema, sempre que o estudante avançar para a próxima página no conteúdo, o Módulo de Classificação é executado, o Módulo de Estudante é atualizado e a partir do perfil atualizado do estudante, a navegação no conteúdo é adaptada.

### 4.4 Módulo de Adaptação

Um SHA necessita de uma representação interna do perfil do usuário para realizar a adaptação da navegação no conteúdo. Por isso, a cada avanço do estudante no conteúdo, o Componente Hipermídia fornece para o Módulo de Adaptação o perfil do estudante (Básico, Intermediário ou Avançado) contido no Módulo de Estudante. O Módulo de Adaptação então realiza a adaptação da navegação no conteúdo de acordo com este perfil e com o módulo em que o estudante se encontra no conteúdo. As técnicas de adaptação da navegação utilizadas neste trabalho são: ocultação e anotação de *links*.

A escolha pelo uso destas duas técnicas (ocultação e anotação) ocorreu pelo motivo de os perfis dos estudantes estarem classificados em Básico, Intermediário e Avançado, ou seja, para cada um destes perfis o sistema adapta a navegação no conteúdo ocultando e anotando os *links*.

Através da técnica de ocultação os *links* menos relevantes são desabilitados do conteúdo de acordo com cada perfil diminuindo o tempo de navegação do estudante no conteúdo e a sobrecarga cognitiva. Com a anotação de *links*, a navegação no conteúdo é adaptada segundo os três níveis de conhecimento definidos de acordo com os três perfis (Básico, Intermediário e Avançado) e permite ao estudante visualizar quais os *links* que estão prontos para serem aprendidos, os que estão aprendidos e os que não estão prontos para serem aprendidos. Outro motivo para a escolha das técnicas de ocultação e

anotação de *links* é que ambas orientam o estudante que estiver em um nível avançado na navegação no conteúdo possibilitando ao mesmo concluir o curso em um tempo menor do que o previsto (60 dias).

Como os *links* são considerados como contextuais neste trabalho, por estarem vinculados ao contexto e serem representados por palavras ou frases no texto e não poderem ser totalmente ocultados, o suporte à navegação adaptativa utiliza a ocultação de *links* por meio da desabilitação dos *links* que não são relevantes a determinado perfil de estudante, ou seja, o enlace (ligação) continuará fazendo parte do texto e apenas a sua funcionalidade será removida.

As palavras ou frases do texto que serão desabilitadas no sistema analisado podem ser descritas em três tipos:

- **Dica do Professor:** são *links* que complementam o assunto abordado por meio de dicas de um especialista no conteúdo.
- **Glossário:** são *links* que atribuem significado para determinadas palavras dentro do conteúdo.
- **Mergulhe fundo:** são *links* que aprofundam determinados trechos (palavras ou frases) do conteúdo com explicações complementares.

Neste caso, para o perfil “Básico” são mostrados todos os *links* do conteúdo, não sendo desabilitado nenhum *link*, pois, neste perfil o estudante necessita de reforço na aprendizagem e por isso inclui a totalidade dos *links* modelados originalmente no domínio para auxiliar o estudante na compreensão do conteúdo. Já para o perfil “Intermediário” é desabilitado o *link* “Glossário” e são habilitados somente os *links* “Dica do Professor” e “Mergulhe Fundo” e para o perfil “Avançado” são desabilitados todos os *links*, porque neste perfil considera-se que o estudante já domina suficientemente o assunto e não precisa de informação adicional para compreender o conteúdo.

A técnica de anotação de *links* neste sistema tem por finalidade anotar um conjunto de *links* conduzindo o estudante do nodo atual para nodos relacionados de acordo com o perfil do Modelo de Estudante. Desta forma, sempre que o Modelo de Estudante for atualizado, a adaptação da navegação no conteúdo será dividida em três

níveis de conhecimento diferentes, de acordo com os três perfis definidos. Como estes níveis têm significados diferentes, se forem anotados visualmente podem ajudar o estudante na navegação no conteúdo. Semelhante ao sistema ELM-ART (BRUSILOVSKY et al., 1996), a anotação do Sistema Hiperídia Adaptativo será apresentada em forma de cores que simulam as cores do semáforo, na qual a cor vermelha indica os *links* que ainda não estão prontos para serem aprendidos e a cor verde que indica os *links* que já estão prontos para serem aprendidos. Além das diferentes cores para os três níveis de conhecimento também será apresentada uma informação textual sobre o estado corrente do nodo, conforme descrito abaixo:

- Nível Básico: o primeiro *link* do conteúdo fica na cor laranja com a informação textual “pronto-para-aprender” e os demais *links* ficam na cor vermelha com a informação textual “não-pronto-para-aprender” e o sistema libera o acesso aos *links* seguintes se o estudante acessou o *link* anterior. Conforme o estudante avança no conteúdo, os *links* que já acessou ficam na cor verde com a indicação “aprendido”. Este nível será apresentado ao estudante com perfil “Básico” no Módulo de Estudante.

- Nível Intermediário: os *links* dos módulos 1, 2 e 3 ficam na cor laranja com a informação textual “pronto-para-aprender” e ficam liberados para acesso independente do estudante ter ou não acessado o *link* anterior. O primeiro *link* do módulo 4 fica na cor laranja com a informação “pronto-para-aprender” e os demais *links* ficam na cor vermelha com a informação “não-pronto-para-aprender”. Todos os *links* do módulo 5 ficam na cor vermelha com a informação “não-pronto-para-aprender” e somente são liberados para acesso quando o estudante concluir o módulo 4 ou mudar para o perfil “Avançado”. Para os *links* em vermelho, o sistema somente libera acesso se o aluno tiver acessado o *link* anterior. Conforme o aluno for avançando, os *links* que já acessou ficam na cor verde com a indicação “aprendido”. Este nível será apresentado ao estudante com perfil “Intermediário” no Módulo de Estudante.

- Nível Avançado: os *links* dos módulos 1, 2, 3 e 4 ficam na cor laranja com a informação textual “pronto-para-aprender” e ficam liberados para acesso independente do estudante ter ou não acessado o *link* anterior. O primeiro *link* do módulo 5 fica na cor laranja com a informação “pronto-para-aprender” e os demais *links* ficam na cor vermelha com a informação “não-pronto-para-aprender”. Conforme o aluno for

avançando, os *links* que já acessou ficam na cor verde com a indicação “aprendido”. Este nível será apresentado ao estudante com perfil “Avançado” no Módulo de Estudante.

Os três níveis de conhecimento do usuário no conteúdo foram definidos conforme o conhecimento do especialista no sistema levando-se em consideração o nível de dificuldade dos estudantes no conteúdo. De acordo com a avaliação do curso (ver Anexo 3) 74,03% dos estudantes da turma analisada tiveram maior dificuldade no estudo do módulo 5, pois este módulo é considerado pelos estudantes e especialistas o mais complexo e difícil de aprender. O módulo 4 é considerado o segundo módulo mais difícil e 14,29% dos estudantes tiveram dificuldades neste módulo. Já o módulo 3 teve 7,79% dos estudantes com dificuldades, o módulo 2 teve 3,90% dos estudantes com dificuldades e o módulo 1 não teve nenhum estudante com dificuldade. Na turma analisada 65,50% dos estudantes concluíram o curso no prazo previsto (ver Anexo 4).

A navegação adaptativa no sistema hipermídia apresentado tem como objetivo melhorar o desempenho do estudante no sistema reduzindo o tempo de navegação e o número de nodos visitados que não sejam relevantes à determinado perfil, pois desta forma evita-se que o estudante visite nodos relacionados que ele já conheça ou que não lhe são interessantes. Enquanto o estudante navega pelo conteúdo, o Componente Hipermídia usa o Modelo de Estudante para o suporte a navegação adaptativa. Com anotação adaptativa o usuário pode alcançar os mesmos resultados, com menos passos de navegação e com menos visitas a outros nodos.

#### **4.5 Considerações Finais**

Este capítulo teve por objetivo propor a modelagem de um SHA para cursos à distância na *Web* utilizando o método 1-NN para classificação dos tipos de perfis e adaptando a navegação no conteúdo conforme estes perfis.

A arquitetura do Sistema Hipermídia Adaptativo (Figura 4) é genérica, ou seja, pode ser adaptada para outros sistemas à distância via *Web* e os atributos utilizados para classificação dos perfis foram baseados na proposta pedagógica de um curso à distância não adaptativo já existente (IPGN), mas podem ser alterados de acordo com cada implementação.

A escolha do método 1-NN neste trabalho ocorreu devido ao grande número de exemplos do conjunto de treinamento do sistema IPGN, dos exemplos possuírem número de atributos inferior a vinte e por ser uma técnica de aprendizado rápido e com pouca capacidade de perder informações. Porém, esta escolha não significa que outra técnica de Aprendizagem de Máquina (Redes Neurais, Rede Bayesianas, entre outras) não pudesse ser utilizada.

A adaptação da navegação no conteúdo ocorre por meio das técnicas de ocultação e anotação de *links* com o objetivo de reduzir o tempo gasto na navegação e o número de nodos visitados, conforme o perfil dos estudantes contidos no Modelo de Estudante.

Para avaliar o SHA foi construído um protótipo para avaliação do modelo. O Capítulo 5 apresenta o protótipo construído e três exemplos com usuários fictícios para análise do modelo proposto.

## **CAPÍTULO 5 – PROTÓTIPO - SISTEMA EDUCACIONAL HIPERMÍDIA (SEDHI)**

Para representar o modelo proposto no Capítulo 4 foi desenvolvido um protótipo do sistema hipermídia adaptativo baseado no sistema IPGN – Iniciando um Pequeno Grande Negócio (Anexo 1). O protótipo chama-se SEDHI (Sistema Educacional Hipermídia) e para demonstrar a classificação dos “n” perfis de usuários faz a classificação em apenas três perfis: Básico, Intermediário e Avançado. De acordo com a classificação do perfil do estudante, o sistema SEDHI adapta a navegação no conteúdo por meio das técnicas de ocultação e anotação de *links*.

O sistema IPGN, antes da implementação do recurso hipermídia, já continha desenvolvido os recursos Tira-dúvidas, Lista de Discussão, FAQ, Exercícios de Fixação e cadastro para informar o nível de experiência em cursos à distância. O conteúdo do curso era apresentado estaticamente, sem nenhuma adaptação e o sistema não fazia a classificação dos perfis dos usuários. Após a implementação do SEDHI, o sistema foi capaz de classificar os perfis de usuários em três níveis pré-determinados e adaptar o conteúdo do curso utilizando técnicas de Hipermídia Adaptativa.

A seção 5.1 apresenta a descrição do protótipo e descreve a classificação e a adaptação do sistema.

### **5.1 Descrição do protótipo**

O sistema IPGN original não faz a classificação dos perfis e não é adaptativo e por isso foi usado como base para a implementação do SEDHI.

Para o cálculo da similaridade foram utilizadas as seguintes tabelas do Banco de Dados do IPGN:

- 1) Es\_topicos: tabela que grava o tempo dos estudantes nos módulos.

2) Dúvidas: tabela que grava o número de dúvidas enviadas ao Tira-dúvidas.

3) Lista\_msgs: tabela que grava o número de mensagens enviadas para a Lista de Discussão.

4) Usuário\_acesso\_ferramenta: tabela que grava o número de acessos ao FAQ.

5) Es\_obj: tabela que grava os acertos e erros dos estudantes nos Exercícios de Fixação.

6) Tb\_aluno\_pesquisa: tabela que grava o número de participações dos estudantes em cursos à distância na *Web*.

O SEDHI foi desenvolvido na linguagem PHP (Pré-processador de Hipertexto) e utilizou o Banco de Dados MySQL Server 4.0. O conteúdo do sistema foi desenvolvido com recursos HTML e Javascript.

Para a classificação dos perfis em Básico, Intermediário e Avançado foi utilizada a fórmula da distância euclidiana (1) como medida de similaridade. A seguir, será demonstrada como esta classificação ocorre no sistema SEDHI utilizando, como exemplo, três usuários testes para representar os três perfis (Básico, Intermediário e Avançado).

### 5.1.1 Perfil Básico

Neste exemplo, o estudante se encontra no Módulo 4 do conteúdo com tempo médio de 60 minutos e 62 segundos e conforme a normalização feita (Tabela 7) a variável tem valor 2. O número de mensagens enviadas pelo estudante para o Tira-dúvidas (TD) foi de seis mensagens e conforme a Tabela 9 a variável tem valor 3. O número de mensagens enviadas para a Lista de Discussão (LD) foi de duas mensagens e de acordo com a Tabela 10 o valor da variável é 2. O número de acessos do estudante ao FAQ foi de trinta acessos e conforme a Tabela 11 o valor da variável é 3. O número de acertos nos exercícios foi zero (0) e de acordo com a Tabela 12 a variável tem valor 3 e, finalmente, o número de participações em cursos à distância na *Web* foi zero (0) e conforme a Tabela 13 a variável tem valor 3. Então, os atributos-valores deste exemplo se apresenta da seguinte forma:

- Tempo = 2

- Reforço = 3

- Dúvidas = 3

- Desempenho = 3

- Interação = 2

- Experiência = 3

A Figura 6 mostra como os valores dos atributos são processados e registrados no Módulo de Classificação e como é executado o cálculo da similaridade utilizando a fórmula da distância Euclidiana.

```

Tempo: (Mod: 4 Tempo: 60.62)2
Mensagem TD: 6
Mensagem LD: 2
Acesso: 30
Exercicio: *0
Curso: 0

SimBasico sqrt ( 1^2 + 0^2 + 1^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 ) = 1.4142135623731
SimIntermediário sqrt ( 0^2 + 1^2 + 0^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 ) = 2
SimAvançado sqrt ( 1^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 ) = 4.2426406871193
1

```

**Figura 6.** Módulo de Classificação

Sendo que, o cálculo da similaridade utiliza os valores do estado atual do estudante e do classificador (Tabela 17):

$$simBasico = \sqrt{((2-3)^2 + (3-3)^2 + (2-3)^2 + (3-3)^2 + (3-3)^2 + (3-3)^2)}$$

$$simBasico = \sqrt{(1)^2 + (0)^2 + (1)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2}$$

$$simBasico = \sqrt{2}$$

$$simBasico = 1,4142...$$

$$simIntermediário = \sqrt{((2-2)^2 + (3-2)^2 + (2-2)^2 + (3-2)^2 + (3-2)^2 + (3-2)^2)}$$

$$simIntermediário = \sqrt{(0)^2 + (1)^2 + (0)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2}$$

$$simIntermediário = \sqrt{4}$$

$$simIntermediário = 2$$

$$simAvançado = \sqrt{((2-1)^2 + (3-1)^2 + (2-1)^2 + (3-1)^2 + (3-1)^2 + (3-1)^2)}$$

$$simIntermediário = \sqrt{(1)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (2)^2}$$

$$simIntermediário = \sqrt{18}$$

$$simIntermediário = 4,2426$$

Neste exemplo, o estudante foi classificado no perfil Básico (valor 1), porque pelo cálculo da similaridade (2), (3) e (4) foi a menor distância entre os três exemplos do classificador.

A Figura 7 demonstra a adaptação da navegação no conteúdo para o perfil Básico utilizando a técnica de anotação de *links*. Neste exemplo, o estudante encontra-se no

Módulo 4 do conteúdo e por isso, conforme a adaptação proposta, os *links* que já foram acessados estão em verde com a indicação de aprendido (Módulo 1 e tópicos do Módulo 4), o *link* em laranja indica pronto-para-aprender (tópico do Módulo 4) e os *links* em vermelho indicam os não-prontos-para-aprender (Módulo 2, Módulo 3, alguns tópicos e capítulos do Módulo 4 e Módulo 5). Desta forma, o estudante que estiver no perfil Básico terá os *links* que ainda não foram acessados bloqueados para acesso e ficarão na cor vermelha com a indicação não-pronto-para-aprender e o estudante somente poderá acessá-los se tiver acessado o *link* anterior.

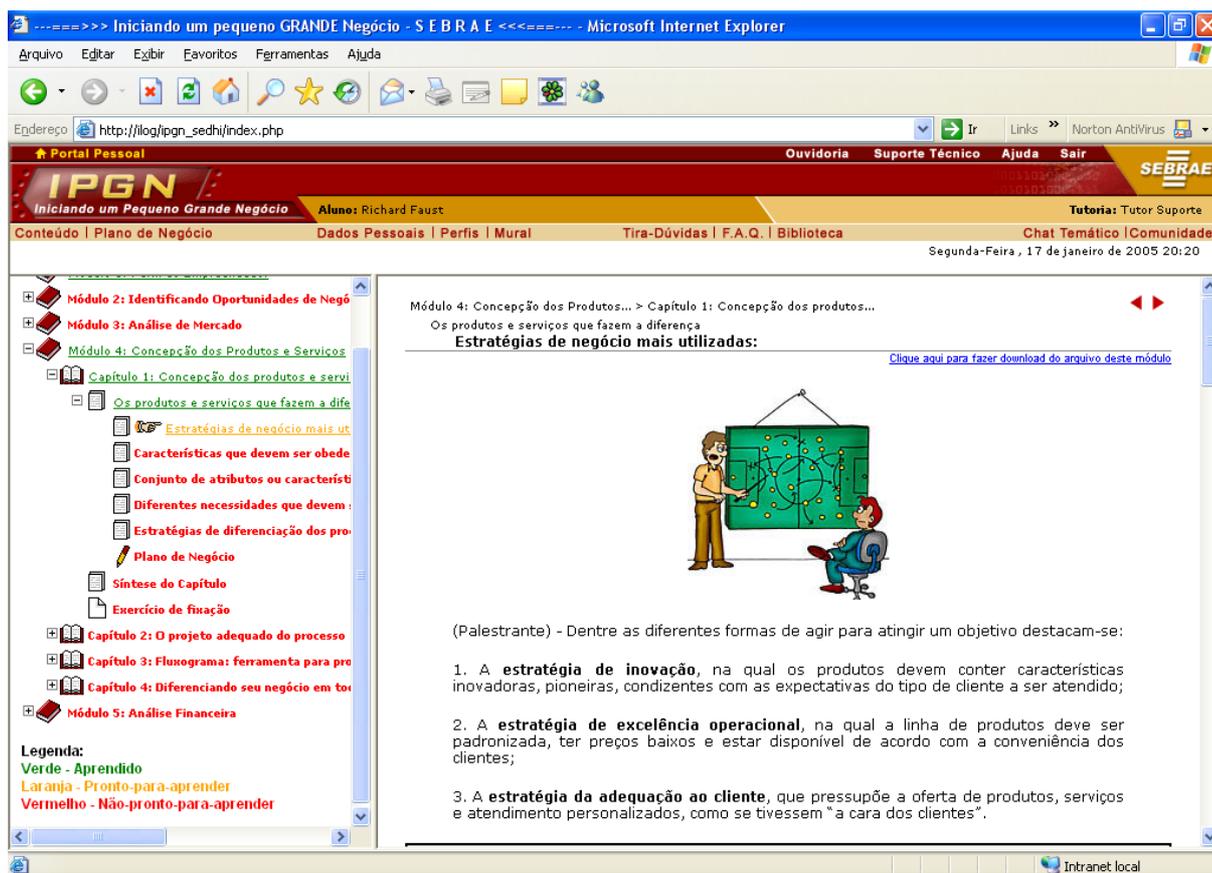


Figura 7. Anotação de *links* - Nível Básico

As Figuras 8, 9 e 10 demonstra a adaptação da navegação no conteúdo utilizando a técnica de ocultação de *links*. No caso do perfil Básico, os *links* “Dica do Professor”, “Glossário” e “Mergulhe Fundo” não são ocultados e aparecem normalmente no conteúdo.

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço [http://log/ipgn\\_sedhi/index.php](http://log/ipgn_sedhi/index.php)

Portal Pessoal Ouvidoria Suporte Técnico Ajuda Sair

**IPGN** Iniciando um Pequeno Grande Negócio Aluno: Richard Faust Tutoria: Tutor Suporte

Conteúdo | Plano de Negócio Dados Pessoais | Perfis | Mural Tira-Dúvidas | F.A.Q. | Biblioteca Chat Temático | Comunidade

Segunda-Feira, 17 de janeiro de 2005 20:20

Introdução ao Curso

Módulo 1: Perfil do Empreendedor

Capítulo 1: O empreendedor

Quem é o empreendedor?

Por que ser empresário?

Definições de empreendedorismo

Síntese do capítulo

Exercício de fixação

Capítulo 2: Características do comportamento e

Módulo 2: Identificando Oportunidades de Negócios

Módulo 3: Análise de Mercado

Módulo 4: Concepção dos Produtos e Serviços

Módulo 5: Análise Financeira

Legenda:  
Verde - Aprendido  
Laranja - Pronto-para-aprender  
Vermelho - Não-pronto-para-aprender

desejo de abrir o próprio negócio. Só assim o gerente irá constatar que você está respaldado com um plano operacional, o qual provará, por A + B, a exequidade de sua idéia empresarial. Ah, e tem mais: demonstra que o empreendedor Reinaldo está dando crédito e confiabilidade à sua idéia porque já entendeu que se tratando de negócios há que se considerar mercado consumidor, fornecedor, concorrência pesada, propaganda, avaliação de lucros e investimentos.

(Reinaldo) – Muito Interessante

(Nestor) - Olha Reinaldo, a re a "grana", acho melhor você seu negócio. Na certa não se depende só da vontade de ga é suficiente. Você precisa o administrá-lo com efetividade.

(Reinaldo) - Sem essa Nestor sucesso. Tchau!

E você, por

**DICA DO PROFESSOR**

Outra opção para quem quer abrir um empreendimento é abrir uma sociedade. Para tanto, é interessante que leve em consideração que sociedade é mais complicada que casamento. Conflitos entre sócios podem acarretar sérios prejuízos e até levar a empresa à falência. Portanto, se você for abrir um negócio em sociedade lembre-se:

Proibida a reprodução e divulgação sem a expressa autorização do SEBRAE Nacional

Intranet local

Figura 8. Ocultação do link “Dica do Professor”- Perfil Básico

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço [http://log/ipgn\\_sedhi/index.php](http://log/ipgn_sedhi/index.php)

Portal Pessoal Ouvidoria Suporte Técnico Ajuda Sair

**IPGN** Iniciando um pequeno GRANDE Negócio - S E B R A E Aluno: Richard Faust Tutoria: Tutor Suporte

Conteúdo | Plano de Negócio Dados Pessoais | Perfis | Mural Tira-Dúvidas | F.A.Q. | Biblioteca Chat Temático | Comunidade

Segunda-Feira, 17 de janeiro de 2005 20:20

Introdução ao Curso

Módulo 1: Perfil do Empreendedor

Capítulo 1: O empreendedor

Quem é o empreendedor?

Por que ser empresário?

Definições de empreendedorismo

Síntese do capítulo

Exercício de fixação

Capítulo 2: Características do comportamento e

Módulo 2: Identificando Oportunidades de Negócios

Módulo 3: Análise de Mercado

Módulo 4: Concepção dos Produtos e Serviços

Módulo 5: Análise Financeira

Legenda:  
Verde - Aprendido  
Laranja - Pronto-para-aprender  
Vermelho - Não-pronto-para-aprender

Nestor ficou sabendo, por exemplo, economia, o empreendedorismo recebeu provocou diferentes definições para o b

Nestor observou também, que muitas pessoais do indivíduo empreendedor: enquanto os psicólogos e sociólogos co

Dentre tantas definições encontradas, como "o processo pelo qual indivíduos 1988).

Após ter pesquisado bastante, ele cons

Ela dizia: "o empreendedorismo é tido a empresa e o ambiente no qual ele oc

Para você, qual

**MERGULHE FUNDO**

DIFERENTES SIGNIFICADOS DE EMPREENDEDORISMO

- **Dicionário da Língua Portuguesa Aurélio** (1999). Empreendedor: que empreende; ativo, arrojado, cometedor. 2. Aquele que empreende.
- **Grande Dicionário Enciclopédico Larousse** (1983). Chefe de uma empresa. Chefe de uma empresa especializada na construção, nos trabalhos públicos, nos trabalhos de habitação. Pessoa que, perante contrato de uma empresa, recebe remuneração para executar determinado

Concluído

Intranet local

Figura 9. Ocultação do link “Mergulhe Fundo” – Perfil Básico

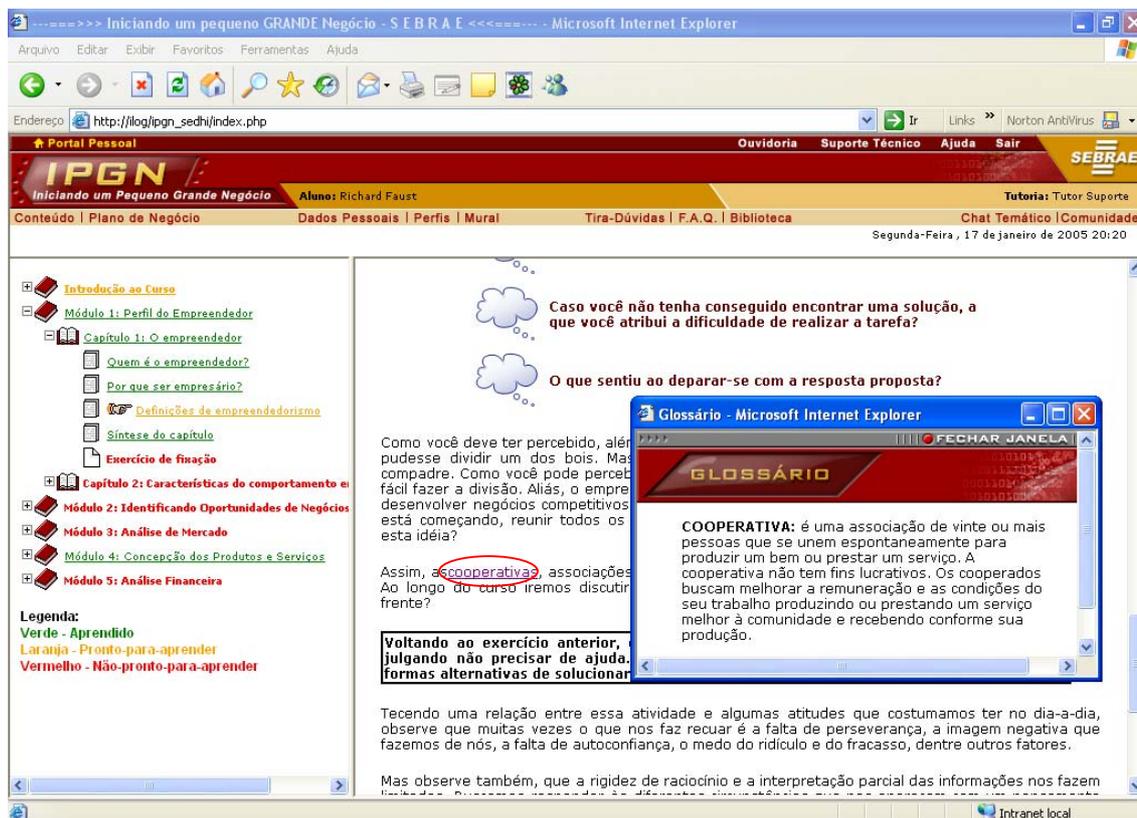


Figura 10. Ocultação do link “Glossário” – Perfil Básico

### 5.1.2 Perfil Intermediário

Neste exemplo, o estudante se encontra no Módulo 5 do conteúdo com tempo curto de 5 minutos e 87 segundos e conforme a normalização feita (Tabela 7) a variável tem valor 1. O número de mensagens enviadas pelo estudante para o Tira-dúvidas (TD) foi de 1 mensagem e conforme a Tabela 9 a variável tem valor 1. O número de mensagens enviadas para a Lista de Discussão (LD) foi de 2 mensagens e de acordo com a Tabela 10 o valor da variável é 2. O número de acessos do estudante ao FAQ foi de um acesso e conforme a Tabela 11 o valor da variável é 1. O número de acertos nos exercícios foi zero (0) e de acordo com a Tabela 12 a variável tem valor 3 e, finalmente, o número de participações em cursos à distância na *Web* foi 1 e conforme a Tabela 13 a variável tem valor 2. Então, os atributos-valores deste exemplo se apresentam da seguinte forma:

- Tempo = 1
- Dúvidas = 1
- Interação = 2
- Reforço = 1
- Desempenho = 3
- Experiência = 2

A Figura 11 mostra como os valores dos atributos são processados e registrados no Módulo de Classificação e como é executado o cálculo da similaridade utilizando a fórmula da distância Euclidiana.

```

Tempo: (Mod: 5 Tempo: 5.87)1
Mensagem TD: 1
Mensagem LD: 2
Acesso: 1
Exercicio: *0
Curso: 1

SimBasico sqrt ( 2^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 0^2 + 1^2 ) = 3.7416573867739
SimIntermediário sqrt ( 1^2 + 1^2 + 0^2 + 1^2 + 1^2 + 0^2 ) = 2
SimAvançado sqrt ( 0^2 + 0^2 + 1^2 + 0^2 + 2^2 + 1^2 ) = 2.4494897427832
2

```

**Figura 11.** Módulo de Classificação

Sendo que, o cálculo da similaridade utiliza os valores do estado atual do estudante e do classificador (Tabela 17):

$$simBasico = \sqrt{((1-3)^2 + (1-3)^2 + (2-3)^2 + (1-3)^2 + (3-3)^2 + (2-3)^2)}$$

$$simBasico = \sqrt{(2)^2 + (2)^2 + (1)^2 + (2)^2 + (0)^2 + (1)^2}$$

$$simBasico = \sqrt{14}$$

$$simBasico = 3,7416...$$

$$simIntermediário = \sqrt{((1-2)^2 + (1-2)^2 + (2-2)^2 + (1-2)^2 + (3-2)^2 + (2-2)^2)}$$

$$simIntermediário = \sqrt{(1)^2 + (1)^2 + (0)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (0)^2}$$

$$simIntermediário = \sqrt{4}$$

$$simIntermediário = 2$$

$$simAvançado = \sqrt{((1-1)^2 + (1-1)^2 + (2-1)^2 + (1-1)^2 + (3-1)^2 + (2-1)^2)}$$

$$simAvançado = \sqrt{(0)^2 + (0)^2 + (1)^2 + (0)^2 + (2)^2 + (1)^2}$$

$$simAvançado = \sqrt{6}$$

$$simAvançado = 2,4494...$$

Neste exemplo, o estudante foi classificado no perfil Intermediário (valor 2) porque pelo cálculo da similaridade foi a menor distância entre os três exemplos do classificador.

A Figura 12 demonstra a adaptação da navegação no conteúdo para o perfil Intermediário utilizando a técnica de anotação de *links*. Neste exemplo, o estudante se

encontra no Módulo 5 do conteúdo e por isso, conforme a adaptação proposta, os *links* que já foram acessados estão em verde com a indicação de aprendido (Módulo 1 e 4), os *links* em laranja indicam aqueles que estão prontos-para-aprender (Módulo 2 e 3) e os *links* que ainda não foram acessados ficam em vermelho com a indicação não-pronto-para-aprender (Capítulos do Módulo 4 e Módulo 5).

The screenshot shows a web browser window titled "Iniciando um pequeno GRANDE Negócio - S E B R A E". The address bar shows "http://log/ipgn\_sedhi/index.php". The page header includes "Portal Pessoal", "Ouvridoria", "Suporte Técnico", "Ajuda", "Sair", and the "SEBRAE" logo. The user is identified as "Aluno: Richard Faust" and the tutor as "Tutoria: Tutor Suporte". The date is "Terça-Feira, 18 de Janeiro de 2005 07:54".

The left sidebar contains a navigation menu with the following items:

- Introdução ao Curso (Green)
- Módulo 1: Perfil do Empreendedor (Green)
- Módulo 2: Identificando Oportunidades de Negócios (Orange)
- Módulo 3: Análise de Mercado (Orange)
- Módulo 4: Concepção dos Produtos e Serviços (Red)
  - Capítulo 1: Concepção dos produtos e serviços (Red)
  - Capítulo 2: O projeto adequado do processo (Red)
  - Capítulo 3: Fluxograma: ferramenta para projet (Red)
  - Capítulo 4: Diferenciando seu negócio em todos (Red)
- Módulo 5: Análise Financeira (Red)

A legend below the menu defines the colors: Verde - Aprendido, Laranja - Pronto-para-aprender, Vermelho - Não-pronto-para-aprender.

The main content area shows "Módulo 5: Análise Financeira... > Capítulo 1: Análise financeira...". Below this, it states "O primeiro passo: determinando o montante do investimento" and "Síntese do Capítulo". A link "Clique aqui para fazer download do arquivo deste módulo" is provided.

<b>INVESTIMENTO INICIAL:</b>	O investimento inicial expressa o montante de capital necessário para que a empresa possa ser criada e comece a operar. Isso quer dizer que, além das instalações físicas, equipamentos e móveis, é preciso também de capital para iniciar e manter a empresa durante os primeiros meses de atividade. Dessa necessidade resulta a separação do investimento inicial em duas rubricas: os investimentos físicos e os investimentos financeiros.
<b>a) Investimentos físicos:</b>	Compreende os recursos necessários à compra de bens físicos como máquinas, equipamentos, instalações, veículos, móveis, utensílios, equipamentos de informática, obras civis, dentre outros. Diz respeito ao capital que é preciso investir em alguns recursos que possibilitarão operar o negócio.
<b>b) Investimentos financeiros (capital de giro):</b>	Compreende o conjunto de recursos necessários para que o negócio possa operar durante um curto intervalo de tempo. Esse capital permite que a empresa tenha estoques de produtos acabados ou de materiais, venda a prazo, pague os salários dos empregados, dentre outros.

At the bottom of the page, it says "Proibida a reprodução e divulgação sem a expressa autorização do SEBRAE Nacional".

Figura 12. Anotação de *links* – Nível Intermediário

A Figura 13 demonstra a adaptação da navegação utilizando a técnica de ocultação de *links*. No caso do perfil Intermediário o *link* “Glossário” é ocultado (conforme Figura 15) e os *links* “Dica do Professor” e “Mergulhe Fundo” não são ocultados e aparecem normalmente no conteúdo.

Figura 13. Ocultação do link “Glossário” – Perfil Intermediário

### 5.1.3 Perfil Avançado

Neste exemplo, o estudante se encontra no Módulo 5 do conteúdo com tempo curto de 12 minutos e 65 segundos e conforme a normalização feita (Tabela 7) a variável tem valor 1. O número de mensagens enviadas pelo estudante para o Tira-dúvidas (TD) foi de 1 mensagem e conforme a Tabela 9 a variável tem valor 1. O número de mensagens enviadas para a Lista de Discussão (LD) foi de 4 mensagens e de acordo com a Tabela 10 o valor da variável é 1. O número de acessos do estudante ao FAQ foi de um acesso e conforme a Tabela 11 o valor da variável é 1. O estudante acertou um exercício e de acordo com a Tabela 12 a variável tem valor 3 e, finalmente, o número de participações em cursos à distância na *Web* foi de 4 e conforme a Tabela 13 a variável tem valor 1. Então, os atributos-valores deste exemplo se apresentam da seguinte forma:

- Tempo = 1
- Dúvidas = 1
- Interação = 1
- Reforço = 1
- Desempenho = 3
- Experiência = 1

A Figura 14 mostra como os valores dos atributos são processados e registrados no Módulo de Classificação e como é executado o cálculo da similaridade utilizando a fórmula da distância Euclidiana.

```

Tempo: {Mod: 5 Tempo: 12.65}1
Mensagem TD: 1
Mensagem LD: 4
Acesso: 1
Exercício: 1
Curso: 4

SimBasico sqrt ( 2^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 0^2 + 2^2 ) = 4.4721359549996
SimIntermediário sqrt ( 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 ) = 2.4494897427832
SimAvançado sqrt ( 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 2^2 + 0^2 ) = 2
3

```

**Figura 14.** Módulo de Classificação

Sendo que, o cálculo da similaridade utiliza os valores do estado atual do estudante e do classificador (Tabela 17):

$$simBasico = \sqrt{((1-3)^2 + (1-3)^2 + (1-3)^2 + (1-3)^2 + (3-3)^2 + (1-3)^2)}$$

$$simBasico = \sqrt{(2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (2)^2 + (0)^2 + (2)^2}$$

$$simBasico = \sqrt{20}$$

$$simBasico = 4,4721...$$

$$simIntermediário = \sqrt{((1-2)^2 + (1-2)^2 + (1-2)^2 + (1-2)^2 + (3-2)^2 + (1-2)^2)}$$

$$simIntermediário = \sqrt{(1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2 + (1)^2}$$

$$simIntermediário = \sqrt{6}$$

$$simIntermediário = 2,4494...$$

$$simAvançado = \sqrt{((1-1)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2 + (3-1)^2 + (1-1)^2)}$$

$$simAvançado = \sqrt{(0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (2)^2 + (0)^2}$$

$$simAvançado = \sqrt{4}$$

$$simAvançado = 2$$

Neste exemplo, o estudante foi classificado no perfil Avançado (valor 3) porque pelo cálculo da similaridade foi a menor distância entre os três exemplos do classificador.

A Figura 15 demonstra a adaptação da navegação no conteúdo para o perfil Avançado utilizando a técnica de anotação de *links*. Neste exemplo, o estudante se

encontra no Módulo 5 do conteúdo e por isso, conforme a adaptação proposta, os *links* que já foram acessados estão em verde com a indicação de aprendido (Módulo 1, 3 e 4), os *links* em laranja indicam aqueles que estão prontos-para-aprender (Módulo 2 e 5) e os *links* que ainda não foram acessados ficam em vermelho com a indicação não-pronto-para-aprender (Capítulos do Módulo 5).

Microsoft Internet Explorer  
 Endereço: http://log/ipgn\_sedhi/index.php  
 Portal Pessoal | Ouvidoria | Suporte Técnico | Ajuda | Sair | SEBRAE  
 Iniciando um Pequeno Grande Negócio | Aluno: Richard Faust | Tutoria: Tutor Suporte  
 Conteúdo | Plano de Negócio | Dados Pessoais | Perfis | Mural | Tira-Dúvidas | F.A.Q. | Biblioteca | Chat Temático | Comunidade  
 Terça-Feira, 18 de Janeiro de 2005 09:06

Módulo 5: Análise Financeira... > Capítulo 1: Análise financeira...  
 O primeiro passo: determinando o montante do investimento  
**Síntese do Capítulo** [Clique aqui para fazer download do arquivo deste módulo](#)

<b>INVESTIMENTO INICIAL:</b>	O investimento inicial expressa o montante de capital necessário para que a empresa possa ser criada e comece a operar. Isso quer dizer que, além das instalações físicas, equipamentos e móveis, é preciso também de capital para iniciar e manter a empresa durante os primeiros meses de atividade. Dessa necessidade resulta a separação do investimento inicial em duas rubricas: os investimentos físicos e os investimentos financeiros.
<b>a) Investimentos físicos:</b>	Compreende os recursos necessários à compra de bens físicos como máquinas, equipamentos, instalações, veículos, móveis, utensílios, equipamentos de informática, obras civis, dentre outros. Diz respeito ao capital que é preciso investir em alguns recursos que possibilitarão operar o negócio.
<b>b) Investimentos financeiros (capital de giro):</b>	Compreende o conjunto de recursos necessários para que o negócio possa operar durante um curto intervalo de tempo. Esse capital permite que a empresa tenha estoques de produtos acabados ou de materiais, venda a prazo, pague os salários dos empregados, dentre outros.

Proibida a reprodução e divulgação sem a expressa autorização do SEBRAE Nacional

Figura 15. Anotação de *links* – Nível Avançado

As Figuras 16, 17 e 18 demonstram a adaptação da navegação utilizando a técnica de ocultação de *links*. No caso do perfil Avançado, os *links* “Dica do Professor”, “Glossário” e “Mergulhe Fundo” são ocultados do conteúdo.

Figura 16. Ocultação do link “Dica do Professor” – Perfil Avançado

Figura 17. Ocultação do link “Mergulhe Fundo” – Perfil Avançado



## CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO

O objetivo desta dissertação foi modelar um sistema hipermídia adaptativo para cursos à distância na *Web* utilizando técnicas de Inteligência Artificial (IA) para a classificação dos perfis de usuários e técnicas de Hipermídia Adaptativa (HA) para prover a adaptação da navegação no conteúdo.

A motivação do trabalho partiu da observação sobre a necessidade de uma personalização em ambientes educacionais na *Web* que levassem em consideração as características individuais dos usuários. A pesquisa teve como base um sistema não adaptativo e foi utilizado o referencial teórico que aborda a Educação à Distância Inteligente, os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e a HA, incluindo a análise de sistemas tutores e sistemas hipermídia adaptativos já existentes para modelar um sistema hipermídia adaptativo utilizando dados cadastrais do usuário e os dados de uso, para prover a classificação dos perfis de usuários e a adaptação da navegação no conteúdo. Esta modelagem foi aplicada em um curso à distância já existente chamado Iniciando um Pequeno Grande Negócio (IPGN) com o intuito de demonstrar na prática o trabalho proposto.

A implementação do protótipo, chamado Sistema Educacional Hipermídia (SEDHI), foi importante para a avaliação dos atributos utilizados na classificação dos perfis de usuários e para a consolidação da adaptação da navegação no conteúdo. O protótipo permitiu visualizar por meio de testes com usuários fictícios como a modelagem funcionaria em um curso real, conhecer a opinião do usuário e também identificar que algumas características do modelo podem ser melhoradas tornando o sistema mais eficaz.

Neste sentido verificou-se que a classificação dos perfis poderia utilizar maior quantidade de atributos e ser mais refinada. Além disso os pesos poderiam diferenciar os atributos por grau de importância na classificação.

Vale salientar que a definição dos atributos para a classificação foi uma das tarefas mais difíceis neste trabalho porque a escolha destes dependia de uma análise minuciosa do sistema e da relação destes atributos com o que estava sendo classificado.

Uma limitação do trabalho foi a falta de um teste com usuários reais no curso analisado, pois este teste poderia trazer mais dados para análise e demonstrar como o sistema poderia se comportar em uma situação real de aprendizagem e permitindo tirar conclusões mais concretas e precisas do modelo proposto.

As contribuições deste trabalho dizem respeito à melhoria na qualidade dos cursos à distância na *Web*, pois utiliza os dados do usuário e seus dados de interação com o sistema para personalizar (adaptar) a navegação no conteúdo. Esta adaptatividade é importante porque apresenta para o usuário somente o que lhe é relevante e faz com que economize tempo e esforço na utilização do sistema.

Outra contribuição é em relação a HA que tem tido destaque na questão de como a informação deve ser apresentada ao usuário levando em consideração as suas necessidades individuais. Mas, percebe-se que somente a observação das ações do usuário no sistema não é suficiente para dar conhecimento necessário para a adaptação do sistema e por isso é importante que os componentes adaptativos estejam ligados ao Modelo de Usuário.

As perspectivas para trabalhos futuros estão identificadas a seguir:

- Avaliar o sistema como um todo.
- Testar a classificação utilizando outros atributos e outras técnicas de IA, como Redes Neurais, por exemplo.
- Utilizar pesos nos atributos para diferenciá-los por grau de importância na classificação.
- Fazer uma classificação mais refinada aumentando o escopo de mapeamento utilizando o Método *k-Nearest Neighbor* (k-NN) e outro tipo de métrica para o cálculo da similaridade.

- Expansão da adaptação e utilização de mapas conceituais.
- Inclusão de interfaces reativas com a hipermídia adaptativa.
- Dar oportunidade de *feedback* ao usuário com intuito de influenciar na adaptação da navegação no conteúdo.
- Testar o sistema hipermídia adaptativo com usuários reais em um curso à distância na *Web*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIMEUR, E., BRASSARD, G., DUFORT, H., GAMBS S. **CLARISSE: A machine learning tool to initialize student models**. In: ITS 2002. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002. p. 718-728.

AKA, M.; FRASSON, C. **ASIMIL: Overview of a distance learning flight-training system**. In: ITS 2002. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002. p. 484-495.

ANDRÉ, E.; RIST, T.; MÜLLER, J. **WebPersona: A Life-Like Presentation Agent for Educational Applications on the World-Wide Web**. In: Proceedings of the workshop Intelligent Educational Systems on the World Wide Web, 8th World Conference of the AIED Society, Kobe, Japan, 18-22 August 1997. Disponível em [http://www.contrib.andrew.cmu.edu/%7Eplb/AIED97\\_workshop/Andre/Andre.html](http://www.contrib.andrew.cmu.edu/%7Eplb/AIED97_workshop/Andre/Andre.html). Acessado em 24/11/2003.

ARREDONDO, S. C. **Educación a distancia: bases conceptuales y perspectivas mundiales**. In: Educação à Distância: um debate multidisciplinar. Curitiba: UFPR, 1999.

ASNICAR, F. A., TASSO, C. **ifWeb: a Prototype of User Model-Based Intelligent Agent for Document Filtering and Navigation in the World Wide Web**. In: Proceedings of the workshop "[Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web](#)", Sixth International Conference on User Modeling, Chia Laguna, Sardinia, 2-5 June 1997. Disponível em [http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/UM97\\_workshop/Tasso/Tasso.html](http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/UM97_workshop/Tasso/Tasso.html). Acessado em 20/07/2004.

AZEVEDO, B. F.; TAVARES, O. L. **Um ambiente Inteligente para aprendizagem Colaborativa**. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação 2001, Vitória: UFES, 2001. Disponível em <http://www.inf.ufes.br/~sbie2001/figuras/artigos/a287/a287.htm>. Acessado em 20/10/2003.

BECK, C. Von Der. **Glossário**. Disponível em <http://www.geocities.com/ohcop/heuristi.html>. Acessado em 01/08/2004.

BRUSILOVSKY P.; PESIN L. **ISIS-Tutor: An adaptive hypertext learning environment**, Proc. JCKBSE'94, Japanese-CIS Symposium on knowledge-based software engineering. (Pereslavl- Zalesski, May 10-13, 1994). Tokyo, 1994. p 83-87.

[http://www.cs.joensuu.fi/~mtuki/www\\_clce.270296/Brusilov.html](http://www.cs.joensuu.fi/~mtuki/www_clce.270296/Brusilov.html). Acessado em 19/09/2003.

BRUSILOVSKY, P. **Adaptive hypermedia**. User Modeling and User Adapted Interaction, v 11. Kluwer, 2001. p. 87-110.

BRUSILOVSKY, P. **Methods and techniques of adaptive hypermedia**. User Modeling and User Adapted Interaction, v 6, n 2-3, 1996, p. 2-129.

BRUSILOVSKY, P., SCHWARZ, E. & WEBER, G. **A tool for developing adaptive electronic textbooks on WWW**. In Proceedings of WebNet'96 – World Conference of the Web Society. Boston, MA, USA, June 1996.

BRUSILOVSKY, P., SCHWARZ, E., & WEBER, G. **ELM-ART: An intelligent tutoring system on World Wide Web**. In Frasson, C., Gauthier, G., & Lesgold, A. (Ed.), Intelligent Tutoring Systems (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1086). Berlin: Springer Verlag, 1996. p. 261-269. <http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/ITS96.html>. Acessado em 19/09/2003.

CARBONNEL, J. R. **AI in CAI: An Artificial Intelligence Approach to Computer Assisted Instruction**. IEEE Transactions on Man-Machine Systems, Vol. 11, N. 4, 1970, p. 190-202.

CLANCEY, W. J. **Knowledge-Based Tutoring: The GUIDON Program**. The MIT Press, 1987.

DAHMER, L.; FROZZA, R.; GASPARY, L. P. et al. **DÓRIS - Um Agente de Acompanhamento Pedagógico em Sistemas Tutores Inteligentes**. Disponível em <http://www.inf.ufes.br/~sbie2001/figuras/artigos/a041/a041.htm>. Acessado em 20/10/2003.

DE BRA, P. **Teaching hypertext and hypermedia through the web**. In Proceedings of WebNet 96 World Conference. San Francisco, USA, October 1996. Disponível em <http://citeseer.ist.psu.edu/debra96teaching.html> . Acessado em 20/10/2003.

DUNHAM, M.H. **Data Mining: Introductory and Advanced Topics**. Southern Methodist University. New Jersey, 2002.

GARCINDO, L.A.S. **Uma abordagem sobre o uso da Hipermídia Adaptativa em ambientes virtuais de aprendizagem**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2002.

GAUDIOSO, E.; BOTICARIO, J. G. **Towards web-based adaptive learning communities**. Artificial Intelligence in Education. IOS Press, 2003. p. 237-244.

GAUDIOSO, E.; BOTICARIO, J. G. **User data management and usage model acquisition in an adaptive educational collaborative environment**. In Proc. of 2<sup>nd</sup> International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web. 2002.

GEYER, C. F. R.; RODRIGUES, A.; EIMILIANO, J.P. et al. **SEMEAI – Sistema Multiagente de Ensino e Aprendizagem na Internet**. In: XII Simpósio Brasileiro de

Informática na Educação. Vitória, 2001.

GIRAFFA, L. M. M. **Seleção e adoção de Estratégias de Ensino em Sistemas Tutores Inteligentes**. Porto Alegre, 1997. Exame de Qualificação (Doutorado em Ciência da Computação. Instituto de Informática) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HARDMAN, L.; BULTERMAN, D.C.A; VAN ROSSUM, G. **The Amsterdam Hypermedia Model: Adding Time, Structure and Context to Hypertext**. Communication of the ACM 37(20):50-62. Fevereiro, 1994.

HARTLEY, D.; MITROVIC, A. **Supporting Learning by Opening the student model**. In: ITS 2002. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002. p. 453-462.

HENZE, N. & NEJDL, W. **Adaptivity in the KBS hyperbook system**. In: 2nd Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the WWW. Toronto, Canada, May 1999. Disponível em <http://www.kbs.uni-hannover.de/~henze/paperadaptivity/Henze.html>. Acessado em 21/10/2003.

HENZE, N. **Adaptive Hyperbooks: Adaptation for Project-Based Learning Resources**. Tese de Doutorado. Universidade de Hannover. Alemanha, 2000.

HOLT, P., DUBS, S., JONES, M. et al. **The State of Student Modelling**. In: Student Modelling: the key to individualized knowledge-based instruction. Berlin: Springer Verlag, 1994.

MAIA, C. & GARCIA, M. **O trajeto da Universidade Anhembi Morumbi no desenvolvimento de ambientes virtuais de aprendizagem**. ead.br: Educação à distância no Brasil na era da Internet. São Paulo: Anhembi Morumbi, 2000. p. 15-38

MITCHELL, T. M. **Machine Learning**. Ed. The McGraw-Hill Companies: EUA, 1997.

MOEBUS, C.; ALBERS B.; HARTMANN, S.; et al. **Towards a specification of distributed and intelligent web based training systems**. In: ITS 2002. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002. p. 291-300.

PAIVA, A.; SELF, J. **TAGUS – a user and learner modeling workbench**. User Modeling and User Adapted Interaction. Kluwer 4:3. 1995. p. 197-228.

PALAZZO, L. A. M. **Modelos Proativos para Hipermídia Adaptativa**. Tese de Doutorado. Instituto de Informática da UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Computação. Porto Alegre, 2000.

PALAZZO, L. A. M. **Sistemas de Hipermídia Adaptativa**. Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (SBC). Florianópolis, 2002.

PEREIRA, A.; D'AMICO, C.; GEYER, C. **Gerenciamento do Conhecimento no Ambiente Ame-A**. Disponível em <http://www.inf.ufrgs.br/~adriana/voied.doc>. Acessado em 22/10/2003.

RICKEL, J. W. **Intelligent Computer-Aided Instruction: A Survey Organized Around**

**System Components.** IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1989. Vol. 19, N. 1, p. 40-57.

ROSATELLI, M. C. **Novas tendências da pesquisa em inteligência artificial na educação.** In R.C. Nunes (Ed.), VIII Escola de Informática da SBC Sul. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2000, p.179-210.

ROSATELLI, M. C., TEDESCO, P. A. **Diagnosticando o usuário para criação de sistemas personalizáveis.** In R. O. Anido and P. C. Masiero (eds.), Anais do XXIII Congresso da SBC - III Jornada de MCIA, Vol. VIII, p. 153-201. Porto Alegre, 2003.

ROSATELLI, M.; SELF, J.; THIRY, M. **LeCS: a collaborative case study system.** In: Intelligent Tutoring Systems Conference. Montreal, Canadá: 2000.

SAAR-TSECHANSKY, M. **Classification Model: K-nearest neighbor classifier.** Disponível em <http://www.mcombs.utexas.edu/faculty/Maytal.Saar-Tsechansky/Teaching/OptionIISpring2004/Slides/K-NN.ppt>. Acessado em 08/07/2004.

SÁNCHEZ, V. F. (2000). **Modelado del usuario para ambientes de aprendizaje colaborativo en Internet.** Tesis Maestría. Ciencias con Especialidad en Ingeniería en Sistemas Computacionales. Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas – Puebla. Maio de 2000. [http://mail.udlap.mx/~tesis/msp/sanchez\\_v\\_f](http://mail.udlap.mx/~tesis/msp/sanchez_v_f). Acessado em 20/09/2003.

SELF, J. A. **The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: ITSs care, precisely.** International Journal of Artificial Intelligence in Education 10, 1999. p. 350-364.

SHAW, E.; JOHNSON, L.W.; GANESHAN, R. **Pedagogical Agents on the Web.** 1999. Disponível em <http://www.isi.edu/isd/ADE/papers/agents99/agents99.htm>. Acessado em 20/10/2003.

SHORTLIFFE, E. H. **Computer-based medical consultations: MYCIN.** New York: American Elsevier, 1976.

SILVA, A. do S. **TUTA: Um tutor baseado em Agentes no Contexto do Ensino à Distância.** Dissertação de Mestrado em Ciências da Computação, Campina Grande: UFPA, 2000. Disponível em <http://www.dsc.ufpb.br/~copin/pessoas/alunos/htms/AleksandradoSocorrodaSilva.htm>. Acessado em 22/10/2003.

TELLES, J. E. POLAK Y. N. S. **Educação à Distância: possibilitando a excelência e a socialização do saber no âmbito da graduação.** In: Educação à Distância: um debate multidisciplinar. Curitiba: UFPR, 1999.

VICCARI, R. M. **Um tutor inteligente para a programação em lógica: idealização, projeto e desenvolvimento.** Coimbra: Universidade de Coimbra, 1989. Tese de Doutorado.

## ANEXO 1

Este anexo visa apresentar com maiores detalhes o sistema Iniciando um Pequeno Grande Negócio (IPGN), utilizado como fonte de pesquisa nesta dissertação. O anexo inclui uma descrição do sistema IPGN, como ele é disponibilizado na *Web*, qual o público-alvo, os aspectos pedagógicos e as ferramentas de interação do mesmo.

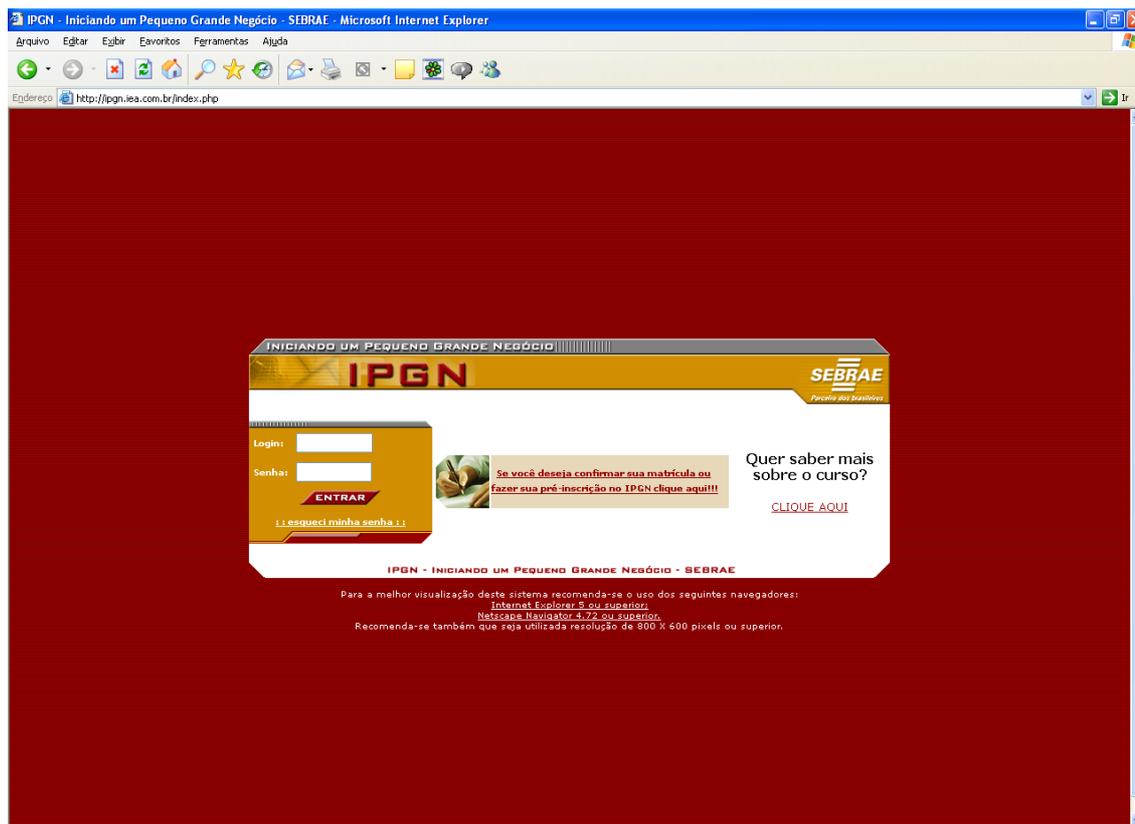
### **O Sistema IPGN**

O sistema analisado chama-se Iniciando um Pequeno Grande Negócio (IPGN) e é oferecido gratuitamente para os interessados pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE<sup>12</sup>). O sistema IPGN tem como objetivo ensinar ao estudante como se elabora passo-a-passo um Plano de Negócio<sup>13</sup> e como ele deve organizar suas idéias e recursos por meio de um roteiro com os aspectos relevantes para o planejamento e abertura de um negócio. A Figura 4 mostra a tela de entrada do sistema IPGN.

---

<sup>12</sup> Disponível em: <http://www.sebrae.com.br>

<sup>13</sup> Um Plano de Negócio é um documento que especifica os principais fatores necessários para a criação de um negócio. É um documento escrito que consiste em dar respostas a uma série de perguntas consideradas vitais para quem pretende começar um empreendimento. Conceito disponível em <http://ipgn.ica.com.br/tour/2.htm>.



**Figura 1.** Tela de entrada do sistema IPGN (Disponível em <http://ipgn.iea.com.br>).

Os empreendedores ou futuros empreendedores que desejam iniciar um pequeno negócio ou aperfeiçoar um negócio já existente são o público-alvo deste sistema, mas ele também é aberto para o público em geral. O candidato, antes da matrícula no curso, recebe orientações sobre os pré-requisitos necessários para a participação, como nível de escolaridade desejável, disponibilidade de tempo, recursos tecnológicos (tais como computador, conexão à Internet etc.), entre outros. Mas, estes pré-requisitos não impedem que o candidato confirme a sua matrícula no curso.

O período de estudo do curso é limitado, fixando-se em 60 dias o tempo para sua conclusão. O sistema inclui cinco módulos divididos em capítulos, tópicos e subtópicos. A certificação no curso depende da navegação por todos os módulos do conteúdo e do preenchimento da Avaliação Final no período de 60 dias. O sistema não leva em consideração os erros e acertos do estudante nos exercícios, visto que o curso atinge um público com variados níveis de conhecimento. O propósito do curso IPGN é proporcionar ao estudante uma visão de como ele pode elaborar um Plano de Negócio e

para isso o sistema proporciona um conteúdo com linguagem simplificada e diversas ferramentas de interação para esclarecimento de dúvidas e troca de idéias.

### **População**

A população é constituída pelos usuários matriculados em uma turma específica do curso IPGN. Cada turma possui um total de 200 estudantes com diferentes níveis de escolaridade, com variadas faixa etária (idades) e com diferentes ocupações profissionais. Vale salientar que as turmas deste curso são formadas por região, atingindo os 26 estados brasileiros e o Distrito Federal.

A cada edição, o total de matriculados no curso IPGN é de 14.000 estudantes. O sistema IPGN está disponível gratuitamente na *Web* desde o ano de 2001 e já formou até a data presente 167.534 estudantes. A amostra utilizada nesta dissertação compreende 200 estudantes de uma das turmas.

### **Aspectos Pedagógicos do IPGN**

As atividades de aprendizagem do sistema IPGN podem ser classificadas em três tipos:

1) Atividades de interação com o material didático, disponibilizado em forma de hipermídia (imagem, animações, gráficos etc.);

2) Atividades de fixação, realizadas através de exercícios, exemplos práticos, atividades colaborativas que utilizam recursos de comunicação síncrona e assíncrona e consulta ao FAQ (*Frequently Asked Question*);

3) Atividades de interação com o tutor humano, que tipicamente tem como finalidade o esclarecimento de dúvidas em relação ao conteúdo.

O IPGN é organizado segundo um cronograma de estudos que o estudante pode seguir de forma a acompanhar e concluir seus estudos dentro dos prazos previstos nas etapas intermediárias até a sua conclusão. Este cronograma é uma sugestão para estudo e o estudante possui autonomia para estudar dentro do seu ritmo e das suas limitações, sejam estas de ordem tecnológica ou pessoal.

Na Tabela 4 apresenta-se o cronograma sugerido para estudo dos cinco módulos disponíveis:

<b>MODULOS/ CAPÍTULOS</b>	<b>IDEAL NO CURSO</b>
<b>Módulo 1 – Perfil do Empreendedor (2 dias) =</b>	<b>concluir até o 2º dia</b>
Capítulo 1 – O empreendedor (1 dia)	1º dia
Capítulo 2 – As características do comportamento empreendedor (1 dia)	2º dia
<b>Módulo 2 – Identificando Oportunidades de Negócios (4 dias)</b>	<b>Concluir até 6º dia</b>
Capítulo 1 – Idéias e oportunidade (2 dias)	4º dia
Capítulo 2 – Definindo a missão do seu negócio (2 dias)	6º dia
<b>Módulo 3 – Análise de Mercado (12 dias)</b>	<b>Concluir até 18º dia</b>
Capítulo 1 – O que é e para que serve a análise de mercado? (1 dia)	7º dia
Capítulo 2 – Análise do mercado consumidor (3 dias)	10 dia
Capítulo 3 – A criação do instrumento de pesquisa (3 dias)	13º dia
Capítulo 4 – Conhecendo seu mercado concorrente (3 dias)	16º dia
Capítulo 5 – Conhecendo seus fornecedores (2 dias)	18º dia
<b>Módulo 4 – Concepção dos Produtos e Serviços (12 dias)</b>	<b>Concluir até 30º dia</b>
Capítulo 1 – Concepção dos produtos e serviços (3 dias)	21º dia
Capítulo 2 – O projeto adequado do processo (3 dias)	24º dia
Capítulo 3 – Fluxograma: ferramenta para projetar os processos (3 dias)	27º dia
Capítulo 4 – Diferenciando seu negócio em todos os processos (3 dias)	30º dia
<b>Módulo 5 – Análise Financeira + Finalização do PN (30 dias)</b>	<b>Concluir até 60º dia</b>
Capítulo 1 – Análise financeira (3 dias)	33º dia
Capítulo 2 – O levantamento de custos (4 dias)	37º dia
Capítulo 3 – Quanto custa o seu produto/serviço? (4 dias)	41º dia
Capítulo 4 – Indicadores de desempenho (4 dias)	45º dia
<b>Finalização do plano de Negócio* ( 15 dias)</b>	<b>60º dia</b>

**Tabela 1.** Cronograma de estudos do curso IPGN (Disponível em <http://ipgn.iea.com.br/tour/6.htm>)

A última etapa de estudo ocorre durante os últimos quinze dias (do total de 60 dias previsto) e é destinada à elaboração do Plano de Negócios ou para a retomada de pontos do conteúdo que os estudantes permaneceram com dificuldade, caso isso seja considerado necessário.

### **Ferramentas de Interação do IPGN**

O ambiente do curso está organizado em três áreas principais: a área de Conteúdo, o Portal Pessoal e o Menu Principal. Destas áreas, a última fica sempre visível ao estudante.

A seguir, são descritas estas três áreas:

**1) Conteúdo:** nesta área está disponibilizado todo o material do curso a ser estudado. Esta área é dividida em dois *frames*<sup>14</sup>:

- **Árvore de navegação:** constitui-se em uma estrutura hierárquica, correspondendo a toda a estrutura de conteúdo do sistema: módulos, capítulos, tópicos e subtópicos. Serve para indicar, por exemplo, tópicos lidos e não lidos e atividades que ainda não foram realizadas ou exercícios que não foram respondidos. Como as aulas devem ser acessadas seqüencialmente, considera-se uma aula como “cursada” quando todas as atividades configuradas previamente como essenciais forem executadas pelo estudante. A árvore de navegação é estruturada em quatro níveis: módulo, capítulo, tópico e subtópico. Desta forma, o estudante pode abrir a árvore para visualizar os níveis subseqüentes.

- **Área de Conteúdo:** ao clicar sobre a página desejada na árvore de navegação, o conteúdo daquela página é mostrado na área de conteúdo. O estudante pode avançar no conteúdo através das setas de navegação ou pela própria árvore de navegação. A apresentação do conteúdo utiliza basicamente recursos de hipermídia. Além disso é utilizado como elemento motivacional a imagem de um personagem para apoio à compreensão do conteúdo. O conteúdo é apresentado de forma linear e o avanço nas páginas é seqüencial, ou seja, o estudante não tem permissão para avançar para o próximo capítulo sem antes ter respondido ao exercício de fixação no final de cada capítulo do referido módulo. Além dos exercícios de fixação, o conteúdo apresenta também outros recursos que auxiliam o estudante na aprendizagem, como jogos interativos desenvolvidos em *Flash*<sup>15</sup>,

---

<sup>14</sup> *Frames* são regiões que uma página “html” pode ter, sendo cada uma delas constituída por um documento diferente.

<sup>15</sup> Flash é uma tecnologia que possibilita a criação de *web sites* com alta interatividade e permite a utilização de diversos recursos multimídia (imagem, som e filmes).

questionários, dicas, glossário, mergulhe fundo (explicação detalhada), exemplos práticos, figuras ilustrativas, além das planilhas para preenchimento do Plano de Negócio. Na Figura 4 é apresentada a área de conteúdo do sistema IPGN.

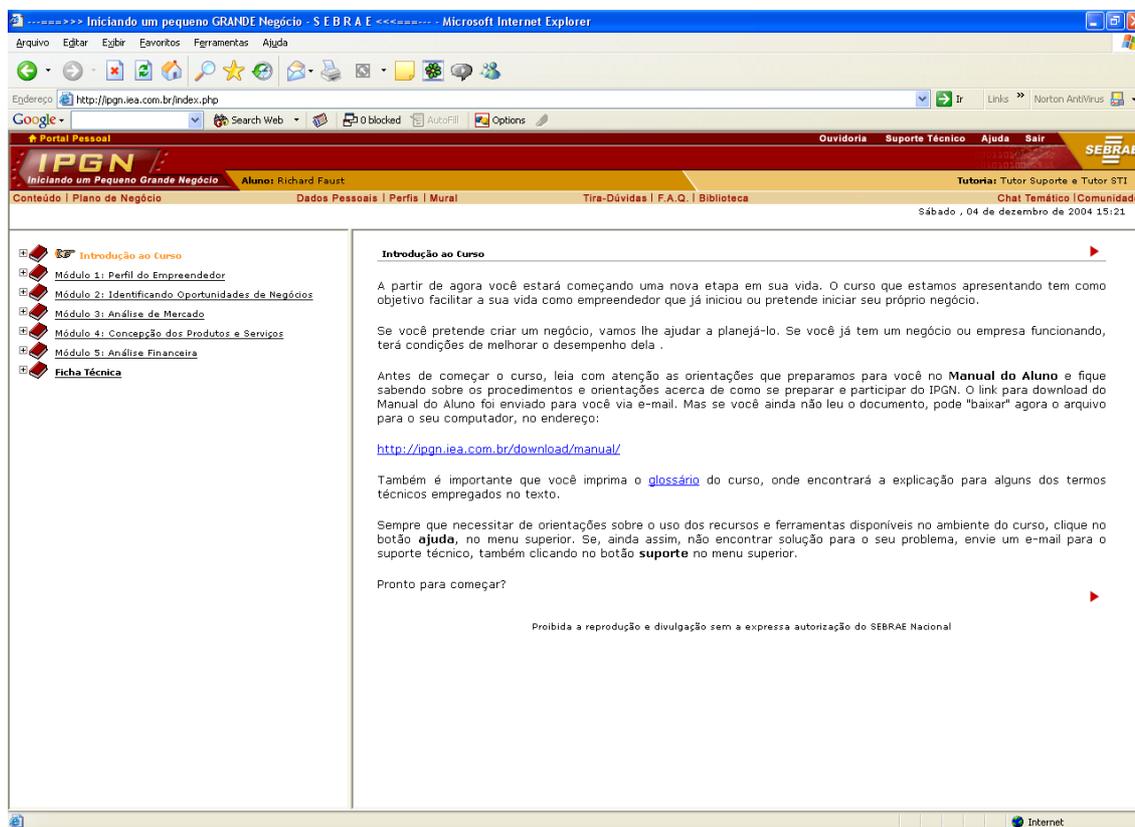


Figura 2. Área de conteúdo do sistema IPGN.

2) **Portal Pessoal:** na área do Portal Pessoal encontram-se as principais informações do curso, tais como: avisos, *chats*, informações sobre o desempenho do estudante, entre outras.

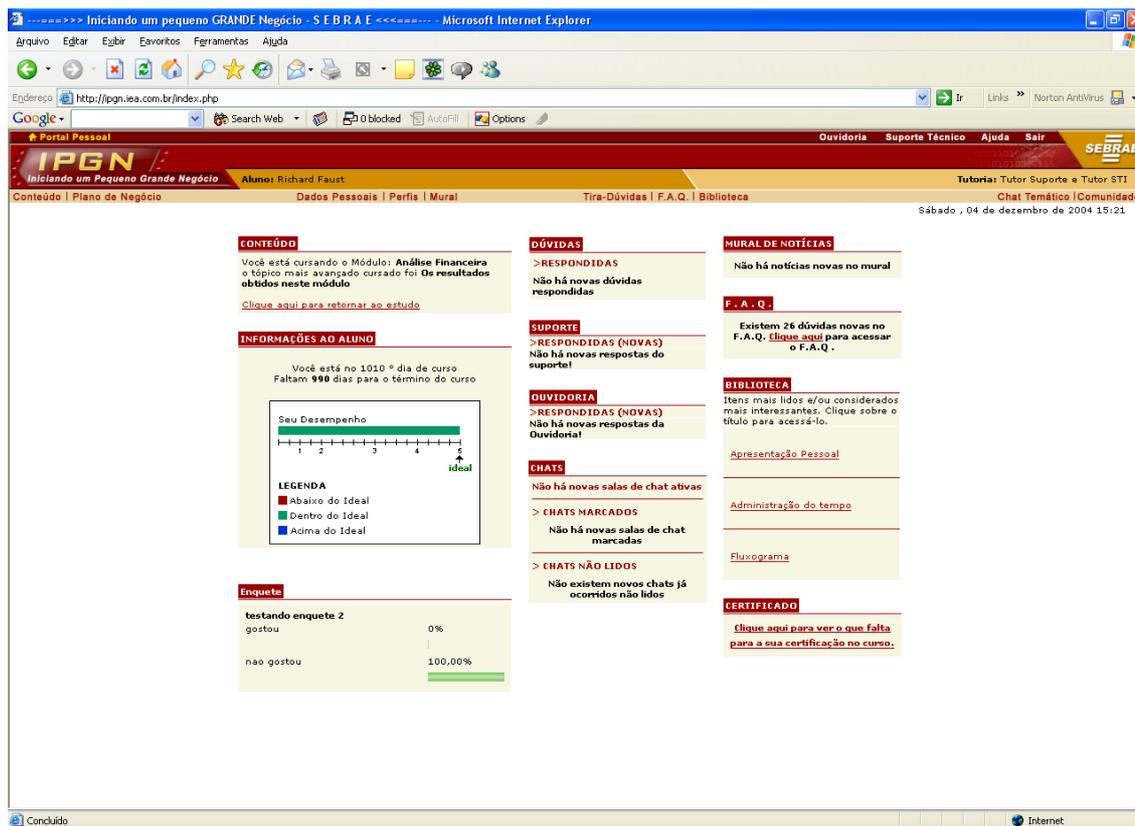


Figura 3. Portal Pessoal do sistema IPGN.

3) **Menu principal:** nesta área o estudante pode acessar os recursos do sistema conforme a Figura 6:



Figura 4. Menu Principal do sistema IPGN.

Além da área de Conteúdo descrita no item 1, o estudante pode acessar pelo Menu Principal: o Plano de Negócio; os seus Dados Pessoais; os Perfis dos colegas e tutor de turma; o Mural com as notícias mais importantes; o Tira-dúvidas para envio de dúvidas ao tutor; o FAQ para acesso às perguntas e respostas mais freqüentes; a Biblioteca para acesso ao material de apoio; o *Chat* Temático para acesso ao *Chat* e a Comunidade para

acesso à Lista de Discussão. A seguir, apresenta-se a descrição de cada um destes recursos.

- **Plano de Negócio:** nesta área é permitido ao estudante preencher, visualizar, editar, imprimir ou efetuar *download* do seu Plano de Negócio. Este se encontra acessível também a partir da área de conteúdo do curso e o estudante pode optar se deseja preenchê-lo durante sua navegação no conteúdo ou através do Menu Principal. O Plano de Negócio está totalmente integrado com os exercícios do conteúdo.

- **Dados Pessoais:** nesta área o estudante pode atualizar seus dados pessoais, tais como: nome, *e-mail*, endereço, escolaridade e senha, entre outros.

- **Perfis:** a área Perfis é destinada à publicação dos perfis dos estudantes. Esta é opcional, ou seja, o estudante pode optar se deseja ou não publicar seus dados (nome, *e-mail*, endereço, profissão) nesta área.

- **Mural:** é o local onde os estudantes visualizam notícias, avisos e cronogramas publicados pelos tutores das turmas ou pelos coordenadores do curso.

- **Tira-dúvidas:** este recurso de interação é utilizado pelos estudantes para o esclarecimento de dúvidas com o tutor humano em relação ao conteúdo do curso. Os estudantes enviam a dúvida e recebem o *feedback* do tutor. As dúvidas mais freqüentes podem ser publicadas pelo tutor no FAQ.

- **FAQ:** é o local onde são publicadas as perguntas e respostas mais freqüentes do curso, segundo categorias com o título dos tópicos (Definições de Empreendedorismo, por exemplo) ou com o nome do recurso ao qual a pergunta-resposta está relacionada (Suporte Técnico, por exemplo). Através deste recurso o estudante tem a possibilidade de consultar por categorias as perguntas e respostas mais freqüentes.

- **Biblioteca:** este recurso possibilita ao estudante o acesso a materiais complementares ao conteúdo do curso. Estes materiais podem ser: arquivos para *download* em formato “doc” (*Microsoft Word*), “pdf” (*Acrobat Reader*), uma

URL (endereço eletrônico) ou uma simples referência ou bibliografia para consulta, etc.

- **Chat Temático:** este recurso possibilita ao aluno uma comunicação síncrona com os demais participantes do curso e com o tutor da turma. Os *chats* temáticos são marcados com antecedência pelo tutor da turma que informa qual tema será discutido. Geralmente o assunto do *chat* está relacionado ao conteúdo do curso e o *link* para acesso a este fica disponível aos estudantes apenas na data e no horário em que foi previamente agendado pelo tutor. O estudante também tem a possibilidade de fazer uma consulta aos *chats* anteriores, cujo *log* fica gravado no sistema, permitindo ao estudante que não participou recuperar as discussões passadas em qualquer momento durante o curso.

- **Lista de Discussão:** este recurso possibilita a comunicação assíncrona entre os participantes e é moderado pelo tutor da turma. As mensagens da discussão podem ser visualizadas tanto pelo ambiente do curso (interface *Web*) quanto pelo *e-mail* do estudante. Para isso, é permitida ao estudante a configuração do seu *status* de participação na lista de discussão, ou seja, o estudante pode selecionar como deseja visualizar as mensagens da lista (somente pelo ambiente do curso ou pelo seu *e-mail*). A lista de discussão possibilita a troca de idéias entre os estudantes e o tutor da turma e incentiva a participação e a colaboração durante o curso.

Além da interface com o estudante, o sistema IPGN possui mais três interfaces de comunicação com os diferentes usuários do sistema: a interface com o tutor, a interface com o gestor (administrador) e a interface com o suporte técnico.

## ANEXO 2

Este anexo apresenta como foi realizada a discretização dos atributos.

Id_aluno	Módulo	Tempo Total	Tempo min.				
				110615	1	00:28:31	28
112846	1	00:09:28	9	111012	1	00:29:08	29
115628	1	00:09:38	9	117751	1	00:29:09	29
117484	1	00:09:39	9	118181	1	00:29:30	29
119028	1	00:10:46	10	118422	1	00:29:35	29
111300	1	00:11:16	11	119247	1	00:30:16	30
117858	1	00:11:17	11	119272	1	00:30:44	30
118546	1	00:11:47	11	119272	1	00:30:44	30
119194	1	00:12:01	12	112488	1	00:30:53	30
111036	1	00:12:30	12	112969	1	00:30:59	30
112016	1	00:13:54	13	118239	1	00:31:18	31
112680	1	00:14:12	14	110139	1	00:32:50	32
113794	1	00:15:03	15	111669	1	00:33:10	33
119107	1	00:15:06	15	116494	1	00:33:52	33
119329	1	00:15:35	15	112751	1	00:34:51	34
119578	1	00:15:58	15	114316	1	00:35:33	35
110606	1	00:18:15	18	115868	1	00:35:51	35
110832	1	00:18:20	18	118982	1	00:36:19	36
112613	1	00:18:43	18	119440	1	00:36:19	36
117552	1	00:20:59	20	119567	1	00:36:36	36
117963	1	00:21:38	21	110536	1	00:36:38	36
118339	1	00:22:28	22	117801	1	00:36:43	36
119207	1	00:22:41	22	118439	1	00:36:45	36
119259	1	00:22:45	22	119176	1	00:36:46	36
119289	1	00:24:00	24	119635	1	00:37:28	37
112934	1	00:24:13	24	113311	1	00:37:35	37
117530	1	00:25:07	25	117120	1	00:37:45	37
118761	1	00:25:11	25	118901	1	00:38:12	38
119066	1	00:25:20	25	119144	1	00:38:12	38
119321	1	00:25:26	25	110163	1	00:39:02	39
109975	1	00:25:32	25	111320	1	00:39:03	39
116281	1	00:26:14	26	111817	1	00:40:20	40
118652	1	00:26:17	26	116739	1	00:40:34	40
111263	1	00:26:19	26	117865	1	00:40:46	40
112720	1	00:26:27	26	118219	1	00:41:16	41
114237	1	00:26:30	26	119275	1	00:41:20	41
115737	1	00:27:28	27	112842	1	00:42:08	42
118690	1	00:27:47	27	115489	1	00:42:37	42
119332	1	00:28:05	28	118996	1	00:43:15	43
119499	1	00:28:13	28	119450	1	00:43:19	43

117588	1	00:43:32	43	111525	1	00:50:27	50
117838	1	00:44:25	44	111947	1	00:50:38	50
118493	1	00:45:58	45	116952	1	00:50:57	50
119189	1	00:46:03	46	117550	1	00:51:29	51
111017	1	00:46:19	46	117961	1	00:51:33	51
112661	1	00:47:38	47	118241	1	00:51:42	51
113784	1	00:47:41	47	118873	1	00:51:48	51
117275	1	00:49:06	49	119204	1	00:52:20	52
112488		00:30:53	30	119256	1	00:53:10	53
112969	1	00:30:59	30	119279	1	00:53:23	53
118239	1	00:31:18	31	112920	1	00:54:03	54
110139	1	00:32:50	32	117504	1	00:54:07	54
111669	1	00:33:10	33	119044	1	00:54:26	54
116494	1	00:33:52	33	119290	1	00:55:31	55
112751	1	00:34:51	34	116020	1	00:56:05	56
114316	1	00:35:33	35	118620	1	00:56:50	56
115868	1	00:35:51	35	118811	1	00:57:42	57
118982	1	00:36:19	36	119196	1	00:57:51	57
119440	1	00:36:19	36	111076	1	00:58:38	58
119567	1	00:36:36	36	112499	1	00:59:23	59
110536	1	00:36:38	36	112711	1	00:59:48	59
117801	1	00:36:43	36	114208	1	01:00:30	60
118439	1	00:36:45	36	117447	1	01:01:16	61
119176	1	00:36:46	36	118666	1	01:03:19	63
119635	1	00:37:28	37	119113	1	01:04:29	64
113311	1	00:37:35	37	119331	1	01:05:08	65
117120	1	00:37:45	37	110613	1	01:05:25	65
118901	1	00:38:12	38	110891	1	01:08:18	68
119144	1	00:38:12	38	112622	1	01:08:35	68
110163	1	00:39:02	39	117706	1	01:08:40	68
111320	1	00:39:03	39	118042	1	01:09:36	69
111817	1	00:40:20	40	118391	1	01:10:05	70
116739	1	00:40:34	40	119239	1	01:10:09	70
117865	1	00:40:46	40	119271	1	01:10:48	70
118219	1	00:41:16	41	112963	1	01:11:48	71
119275	1	00:41:20	41	117533	1	01:14:48	74
112842	1	00:42:08	42	119326	1	01:15:31	75
115489	1	00:42:37	42	110125	1	01:15:55	75
118996	1	00:43:15	43	111627	1	01:17:30	77
119450	1	00:43:19	43	116446	1	01:18:31	78
117588	1	00:43:32	43	111270	1	01:19:53	79
117838	1	00:44:25	44	112747	1	01:20:14	80
118493	1	00:45:58	45	114243	1	01:21:05	81
119189	1	00:46:03	46	115866	1	01:22:57	82
111017	1	00:46:19	46	118744	1	01:24:15	84
112661	1	00:47:38	47	118959	1	01:24:17	84
113784	1	00:47:41	47	119346	1	01:25:58	85
117275	1	00:49:06	49	119556	1	01:26:19	86
119166	1	00:49:07	49	110307	1	01:26:54	86
119173	1	00:49:45	49	110632	1	01:26:56	86
110755	1	00:50:10	50	117786	1	01:27:35	87

118428	1	01:29:18	89
119175	1	01:29:31	89
119248	1	01:34:21	94
117029	1	01:38:02	98
118892	1	01:39:13	99
119129	1	01:45:18	105
110155	1	01:45:37	105
111789	1	01:52:08	112
116526	1	01:54:45	114
112833	1	01:56:39	116
114373	1	01:57:38	117
118984	1	01:59:40	119
119441	1	02:02:55	122
119570	1	02:03:23	123
110600	1	02:08:03	128
113193	1	02:12:30	132
117825	1	02:28:07	148
118461	1	02:28:38	148
119188	1	02:30:31	150
119643	1	02:34:07	154
112623	1	02:38:59	158
113484	1	02:40:03	160
117169	1	02:53:16	173
119165	1	02:58:50	178

Total: 164 estudantes

Média= 55

Desvio padrão = 37

Média – desvio padrão = 19

Média + desvio padrão = 92

Se  $T < 19$  min então  $T =$  Curto (Avançado)

Se  $19 \leq T < 92$  então  $T =$  Médio

(Intermediário)

Se  $T \geq 92$  então  $T =$  Longo (Básico)

Id_aluno	Módulo	Tempo Total	Tempo min.				
113193	2	00:05:32	5	118652	2	00:36:26	36
117825	2	00:06:48	6	111263	2	00:36:54	36
118461	2	00:10:15	10	112720	2	00:36:56	36
119188	2	00:11:38	11	114237	2	00:37:08	37
119643	2	00:12:30	12	115737	2	00:37:09	37
112623	2	00:13:14	13	118690	2	00:37:18	37
113484	2	00:13:54	13	119332	2	00:38:12	38
117169	2	00:14:00	14	119499	2	00:38:24	38
119165	2	00:15:55	15	110615	2	00:38:27	38
110708	2	00:17:06	17	111012	2	00:39:02	39
111427	2	00:17:59	17	117751	2	00:39:29	39
111906	2	00:18:15	18	118422	2	00:41:05	41
116852	2	00:19:07	19	119247	2	00:41:10	41
117537	2	00:19:34	19	112488	2	00:41:50	41
117887	2	00:19:50	19	112969	2	00:42:25	42
118236	2	00:21:17	21	118239	2	00:42:35	42
118866	2	00:21:30	21	110139	2	00:43:03	43
119198	2	00:21:53	21	111669	2	00:43:23	43
119254	2	00:22:10	22	116494	2	00:43:30	43
119276	2	00:23:25	23	112751	2	00:44:32	44
112846	2	00:24:38	24	114316	2	00:44:35	44
117484	2	00:24:41	24	115868	2	00:44:49	44
119028	2	00:24:51	24	118982	2	00:45:39	45
111300	2	00:25:07	25	119440	2	00:46:11	46
117858	2	00:25:38	25	119567	2	00:47:11	47
118546	2	00:25:47	25	110536	2	00:49:03	49
119194	2	00:25:54	25	117801	2	00:49:12	49
111036	2	00:26:12	26	118439	2	00:49:44	49
112680	2	00:26:22	26	119176	2	00:49:51	49
113794	2	00:27:40	27	119635	2	00:50:23	50
117362	2	00:27:47	27	113311	2	00:50:55	50
119107	2	00:27:52	27	117120	2	00:51:21	51
119329	2	00:28:09	28	118901	2	00:51:42	51
119578	2	00:28:56	28	119144	2	00:52:09	52
110606	2	00:29:38	29	110163	2	00:52:21	52
110832	2	00:30:04	30	111320	2	00:52:29	52
112613	2	00:30:16	30	111817	2	00:52:34	52
117552	2	00:31:09	31	116739	2	00:53:08	53
117963	2	00:31:39	31	117865	2	00:53:11	53
118339	2	00:32:26	32	118219	2	00:53:23	53
119207	2	00:32:36	32	119275	2	00:54:24	54
119259	2	00:32:47	32	112842	2	00:54:33	54
119289	2	00:33:21	33	115489	2	00:55:02	55
112934	2	00:33:47	33	118996	2	00:55:44	55
117530	2	00:34:36	34	119450	2	00:56:43	56
118761	2	00:34:45	34	117838	2	00:56:45	56
119066	2	00:34:47	34	118493	2	00:56:55	56
119321	2	00:35:00	35	119189	2	00:57:26	57
109975	2	00:36:22	36	111017	2	00:57:32	57
116281	2	00:36:24	36	112661	2	00:57:42	57
				113784	2	00:58:15	58



Id_aluno	Módulo	Tempo Total	Tempo min.				
117029	3	00:05:50	5	119289	3	00:35:40	35
118892	3	00:06:33	6	112934	3	00:35:44	35
119129	3	00:06:43	6	117530	3	00:36:52	36
119497	3	00:10:33	10	118761	3	00:37:01	37
110155	3	00:12:36	12	119066	3	00:37:07	37
111789	3	00:12:54	12	119321	3	00:37:12	37
116526	3	00:13:56	13	109975	3	00:38:01	38
112833	3	00:14:45	14	116281	3	00:38:56	38
114373	3	00:14:47	14	118652	3	00:39:25	39
118984	3	00:15:23	15	111263	3	00:40:06	40
119441	3	00:15:26	15	112720	3	00:41:40	41
113193	3	00:15:32	15	114237	3	00:41:40	41
117825	3	00:15:53	15	115737	3	00:42:40	42
118461	3	00:15:55	15	118690	3	00:42:44	42
119188	3	00:17:10	17	119332	3	00:42:55	42
119643	3	00:17:27	17	119499	3	00:43:39	43
112623	3	00:19:14	19	117751	3	00:44:38	44
113484	3	00:19:18	19	118422	3	00:45:33	45
117169	3	00:19:43	19	119247	3	00:45:38	45
119165	3	00:20:41	20	112488	3	00:46:32	46
110708	3	00:21:33	21	112969	3	00:47:29	47
111427	3	00:21:55	21	110139	3	00:47:46	47
111906	3	00:24:05	24	111669	3	00:48:20	48
116852	3	00:24:27	24	116494	3	00:48:39	48
117537	3	00:25:03	25	110615	3	00:48:51	48
117887	3	00:25:06	25	112751	3	00:50:27	50
118866	3	00:25:49	25	114316	3	00:50:31	50
119198	3	00:26:39	26	118982	3	00:50:34	50
119254	3	00:26:59	26	119440	3	00:50:36	50
119276	3	00:27:28	27	119567	3	00:50:58	50
112846	3	00:27:44	27	110536	3	00:51:39	51
117484	3	00:28:02	28	117801	3	00:53:29	53
119028	3	00:28:47	28	118439	3	00:54:29	54
117858	3	00:28:55	28	119176	3	00:54:40	54
118546	3	00:29:06	29	119635	3	00:57:25	57
119194	3	00:29:09	29	113311	3	00:57:39	57
111036	3	00:29:29	29	117120	3	00:58:51	58
112680	3	00:30:00	30	119144	3	00:59:50	59
113794	3	00:30:04	30	110163	3	01:00:36	60
117362	3	00:30:27	30	111320	3	01:02:27	62
119107	3	00:30:51	30	111817	3	01:02:56	62
119329	3	00:31:14	31	116739	3	01:03:04	63
110606	3	00:31:38	31	117865	3	01:03:51	63
110832	3	00:31:46	31	118219	3	01:05:22	65
112613	3	00:31:47	31	119275	3	01:05:50	65
117552	3	00:31:59	31	112842	3	01:06:36	66
117963	3	00:32:36	32	115489	3	01:07:02	67
118339	3	00:32:50	32	118996	3	01:07:10	67
119207	3	00:33:39	33	119450	3	01:07:44	67
119259	3	00:35:19	35	117838	3	01:08:18	68
				118493	3	01:08:28	68

119189	3	01:08:37	68
111017	3	01:09:31	69
112661	3	01:11:30	71
113784	3	01:12:52	72
117275	3	01:13:17	73
119166	3	01:14:44	74
110755	3	01:16:56	76
111947	3	01:17:08	77
117550	3	01:17:21	77
117961	3	01:18:24	78
118241	3	01:19:32	79
119204	3	01:21:09	81
119256	3	01:24:06	84
119279	3	01:25:05	85
112920	3	01:32:40	92
117504	3	01:33:19	93
119044	3	01:35:20	95
119290	3	01:39:23	99
116020	3	01:39:26	99
118620	3	01:40:11	100
118811	3	01:42:09	102
119196	3	01:45:17	105
111076	3	01:46:06	106
112499	3	01:46:27	106
112711	3	01:49:48	109
114208	3	01:50:40	110
117447	3	01:51:22	111
118666	3	01:51:23	111
119331	3	01:51:24	111
110613	3	01:55:47	115
110891	3	01:59:47	119
117706	3	02:02:36	122
118042	3	02:07:38	127
118391	3	02:11:26	131
119239	3	02:12:37	132
119271	3	02:14:50	134
112963	3	02:15:02	135
119326	3	02:26:32	146
110125	3	02:31:09	151
111627	3	02:31:43	151
116446	3	02:33:18	153
112747	3	02:34:43	154
114243	3	02:36:02	156
115866	3	02:55:32	175

Total: 145 estudantes

Média= 58

Desvio padrão = 39

Média – desvio padrão = 19

Média + desvio padrão = 97

Se  $T < 19$  então  $T =$  Curto (Avançado)

Se  $19 \leq T < 97$  então  $T =$  Médio

(Intermediário)

Se  $T \geq 97$  então  $T =$  Longo (Avançado)

Id_aluno	Módulo	Tempo Total	Tempo min.				
				119329	4	00:34:50	34
116446	4	00:06:00	6	110606	4	00:34:57	34
112747	4	00:06:15	6	110832	4	00:35:07	35
114243	4	00:08:32	8	112613	4	00:36:02	36
115866	4	00:09:38	9	117963	4	00:36:11	36
118959	4	00:10:26	10	118339	4	00:36:18	36
119346	4	00:10:53	10	119207	4	00:36:19	36
119556	4	00:13:29	13	119259	4	00:36:48	36
110307	4	00:13:50	13	119289	4	00:37:42	37
117786	4	00:14:25	14	110615	4	00:37:45	37
118428	4	00:14:58	14	112934	4	00:37:49	37
119175	4	00:15:05	15	117530	4	00:38:05	38
117029	4	00:15:23	15	118761	4	00:39:32	39
118892	4	00:16:02	16	119321	4	00:39:51	39
119129	4	00:16:43	16	109975	4	00:39:53	39
110155	4	00:17:25	17	116281	4	00:40:09	40
111789	4	00:18:58	18	118652	4	00:41:31	41
116526	4	00:19:20	19	111263	4	00:41:32	41
112833	4	00:19:27	19	112720	4	00:42:45	42
114373	4	00:19:28	19	114237	4	00:43:11	43
118984	4	00:19:43	19	115737	4	00:43:35	43
119441	4	00:20:36	20	118690	4	00:43:40	43
113193	4	00:21:07	21	119332	4	00:43:47	43
117825	4	00:21:55	21	119499	4	00:44:05	44
118461	4	00:22:21	22	117751	4	00:44:37	44
119188	4	00:23:29	23	118422	4	00:44:56	44
119643	4	00:23:30	23	119247	4	00:46:12	46
112623	4	00:24:27	24	112969	4	00:46:21	46
113484	4	00:24:32	24	110139	4	00:47:29	47
117169	4	00:24:48	24	111669	4	00:47:54	47
119165	4	00:24:50	24	116494	4	00:48:45	48
110708	4	00:24:53	24	112751	4	00:48:48	48
111427	4	00:25:22	25	114316	4	00:48:50	48
111906	4	00:25:32	25	118982	4	00:50:58	50
116852	4	00:25:37	25	119440	4	00:51:16	51
117537	4	00:26:03	26	119567	4	00:52:47	52
117887	4	00:26:06	26	110536	4	00:52:49	52
118866	4	00:26:24	26	117801	4	00:53:29	53
119198	4	00:27:07	27	118439	4	00:56:12	56
119254	4	00:27:10	27	119176	4	00:57:26	57
119276	4	00:27:41	27	119635	4	00:58:47	58
112846	4	00:28:24	28	113311	4	01:01:30	61
117484	4	00:28:41	28	117120	4	01:04:02	64
119028	4	00:29:44	29	119144	4	01:06:39	66
118546	4	00:29:49	29	111320	4	01:08:13	68
119194	4	00:30:04	30	111817	4	01:08:53	68
111036	4	00:30:17	30	116739	4	01:08:56	68
112680	4	00:32:25	32	117865	4	01:09:54	69
113794	4	00:33:11	33	118219	4	01:11:43	71
117362	4	00:33:32	33	119275	4	01:12:46	72
119107	4	00:34:26	34	112842	4	01:13:14	73

115489	4	01:13:23	73
118996	4	01:13:49	73
119450	4	01:14:59	74
117838	4	01:16:22	76
118493	4	01:16:54	76
119189	4	01:16:59	76
111017	4	01:17:04	77
112661	4	01:18:24	78
113784	4	01:19:32	79
117275	4	01:20:40	80
119166	4	01:24:30	84
110755	4	01:24:44	84
111947	4	01:25:08	85
117550	4	01:28:31	88
117961	4	01:37:22	97
118241	4	01:39:55	99
119204	4	01:40:23	100
119256	4	01:42:37	102
119279	4	01:45:01	105
112920	4	01:46:27	106
117504	4	01:47:25	107
119044	4	01:50:37	110
119290	4	01:53:00	113
116020	4	01:55:59	115
118620	4	01:56:29	116
111076	4	01:57:11	117
112499	4	01:57:33	117
112711	4	02:17:00	137
114208	4	02:17:09	137
118666	4	02:19:28	139
119331	4	02:29:19	149
110613	4	02:30:58	150
110891	4	02:38:57	158
117706	4	02:42:21	162
118042	4	02:50:36	170
118391	4	02:56:14	176

Total: 137 estudantes

Média = 54

Desvio padrão = 39

Média - desvio padrão = 16

Média + desvio padrão = 93

Se  $T < 16$  então  $T =$  Curto (Avançado)

Se  $16 \leq T < 93$  então  $T =$  Médio

(Intermediário)

Se  $T \geq 93$  então  $T =$  Longo (Básico)

Id_aluno	Módulo	Tempo Total	Tempo min.				
				119198	5	00:38:56	38
112711	5	00:04:48	4	119254	5	00:38:57	38
114208	5	00:06:46	6	119276	5	00:39:08	39
118666	5	00:07:19	7	112846	5	00:39:18	39
119331	5	00:08:15	8	117484	5	00:39:31	39
110613	5	00:10:10	10	119028	5	00:40:44	40
110891	5	00:12:08	12	118546	5	00:40:57	40
117706	5	00:13:49	13	119194	5	00:41:59	41
118042	5	00:14:16	14	111036	5	00:42:33	42
118391	5	00:14:17	14	112680	5	00:42:48	42
119239	5	00:14:25	14	113794	5	00:43:00	43
119271	5	00:14:30	14	117362	5	00:43:53	43
112963	5	00:15:23	15	119107	5	00:46:14	46
110125	5	00:16:06	16	119329	5	00:47:10	47
111627	5	00:16:39	16	110606	5	00:47:32	47
116446	5	00:16:46	16	110832	5	00:47:36	47
112747	5	00:17:04	17	112613	5	00:51:38	51
114243	5	00:18:01	18	117963	5	00:52:59	52
115866	5	00:19:47	19	118339	5	00:53:55	53
118959	5	00:20:00	20	119207	5	00:54:20	54
119346	5	00:21:15	21	119259	5	00:54:28	54
119556	5	00:21:34	21	112934	5	00:56:00	56
110307	5	00:22:22	22	117530	5	00:56:44	56
117786	5	00:23:29	23	119321	5	00:57:23	57
118428	5	00:23:30	23	109975	5	00:57:26	57
119175	5	00:23:59	23	116281	5	00:57:27	57
117029	5	00:24:33	24	111263	5	00:58:47	58
118892	5	00:24:58	24	112720	5	00:58:59	58
119129	5	00:25:13	25	114237	5	01:01:31	61
110155	5	00:26:04	26	115737	5	01:05:50	65
111789	5	00:26:05	26	118690	5	01:06:34	66
116526	5	00:26:20	26	119332	5	01:07:21	67
112833	5	00:26:29	26	119499	5	01:08:31	68
114373	5	00:27:07	27	110615	5	01:11:38	71
118984	5	00:28:18	28	117751	5	01:11:53	71
119441	5	00:29:33	29	118422	5	01:11:54	71
117825	5	00:30:04	30	119247	5	01:13:44	73
118461	5	00:30:36	30	112969	5	01:14:08	74
119188	5	00:30:43	30	110139	5	01:14:54	74
119643	5	00:30:45	30	111669	5	01:15:02	75
112623	5	00:32:22	32	116494	5	01:15:07	75
113484	5	00:33:24	33	112751	5	01:15:51	75
117169	5	00:33:27	33	114316	5	01:17:14	77
119165	5	00:33:33	33	118982	5	01:17:36	77
110708	5	00:33:34	33	119440	5	01:18:06	78
111427	5	00:33:48	33	119567	5	01:18:24	78
111906	5	00:33:56	33	110536	5	01:19:00	79
116852	5	00:34:52	34	117801	5	01:19:32	79
117537	5	00:36:19	36	118439	5	01:19:45	79
117887	5	00:38:00	38	119176	5	01:24:30	84
118866	5	00:38:47	38	119635	5	01:24:34	84

113311	5	01:24:37	84	Total: 128 estudantes
117120	5	01:26:55	86	Média = 57
119144	5	01:28:37	88	Desvio padrão = 82
111320	5	01:32:02	92	Média – desvio padrão = 24
111817	5	01:33:52	93	Média + desvio padrão = 139
116739	5	01:35:25	95	Se $T < 24$ então $T =$ Curto (Avançado)
117865	5	01:39:16	99	Se $24 \leq T < 139$ então $T =$ Médio
118219	5	01:40:53	100	(Intermediário)
119275	5	01:41:14	101	Se $T \geq 139$ então $T =$ Longo (Básico)
112842	5	01:42:57	102	
115489	5	01:46:27	106	
118996	5	01:47:25	107	
119450	5	01:48:23	108	
117838	5	01:50:01	110	
118493	5	01:50:16	110	
119189	5	01:58:22	118	
111017	5	02:03:19	123	
112661	5	02:04:40	124	
113784	5	02:05:00	125	
117275	5	02:13:02	133	
119166	5	02:15:47	135	
110755	5	02:19:33	139	
111947	5	02:24:39	144	
117550	5	02:29:10	149	
117961	5	02:31:27	151	
118241	5	02:49:31	169	
119204	5	02:54:31	174	

**Atributo Dúvidas:**

Id_aluno	Nº de Dúvidas
110307	1
119643	1
110755	1
117858	1
111320	1
117961	1
118811	1
111947	1
112963	1
113794	1
119166	1
119113	1
119188	1
119198	1
119321	1
117120	1
117504	1
117537	1
119499	1
118892	2
116446	2
111627	3
118241	3
118959	3
118984	3
114237	3
114373	3
117550	4
111906	4
119326	4
116020	6
119346	6
115737	8

Total: 33 estudantes

Média = 2

Desvio padrão = 2

Média – desvio padrão = 0

Média + desvio padrão = 4

**Atributo Interação:**

Id_aluno	Nº de Mensagens
110125	1
113784	1
119204	1
110613	1
110615	1
117963	1
110708	1
119259	1
110755	1
118241	1
118439	1
119290	1
116494	1
118493	1
119329	1
119332	1
111669	1
117169	1
111817	1
117275	1
111947	1
117362	1
119107	1
112016	1
117484	1
112747	1
117530	1
119176	1
112846	2
117801	2
119194	2
110600	2
117838	2
113794	2
117865	2
119207	2
114373	2
119256	2
118042	2
115737	2
119275	2
110891	2
111627	2
118984	2
119028	2
119144	2
119175	2
116852	3
118690	3

117120	3
118959	3
119499	3
112751	3
111320	4
115489	5
116020	5
111076	5
117504	5

Total: 58 estudantes

Média = 2

Desvio padrão = 1

Média – Desvio Padrão = 1

Média + Desvio Padrão = 3

**Atributo Reforço:**

Id_aluno	Nº de Acessos
----------	---------------

112623	1
116446	1
119176	1
119567	1
110155	1
116852	1
117029	1
111017	1
117169	1
118873	1
111076	1
114208	1
117533	1
119279	1
114316	1
111947	1
117887	1
115868	1
109975	2
110755	2
118690	2
112920	2
119254	2
112963	2
119107	2
117786	2
119331	2
119332	2
119346	2
110125	3
110163	3
116526	3
111906	3
119499	4
112747	4
119247	4
118761	4
118984	4
111669	4
119189	5
117447	5
118042	6
118181	6
116494	6
112751	6
110891	6
115737	6
119165	6
119256	7

119271	7
119326	7
112499	7
118241	9
119144	9
119166	9
112842	10
111036	10
118959	10
119129	10
118666	11
117120	11
113784	11
111320	11
119204	12
113794	12
115489	14
118892	15
111627	15
112833	18
118439	20
119175	23
119290	26
117537	38
114373	42
112613	43
119259	43
117961	44
111817	46
117801	47
119198	52
116020	57
117484	60

Total: 82 estudantes

Média = 11

Desvio padrão = 15

Média – desvio padrão = 4

Média + desvio padrão = 26

<b>Atributo Desempenho:</b>			112747	17	16
<b>Id_aluno</b>	<b>Nº de exercícios realizados</b>	<b>Nº de acertos nos exercícios</b>	112751	17	16
			112833	17	14
109975	17	15	112842	17	14
110125	17	16	112846	17	15
110139	17	16	112920	17	14
110155	17	14	112934	17	12
110163	4	4	112963	17	16
110307	17	13	112969	17	13
110536	17	15	113112	0	0
110600	1	1	113156	0	0
110606	17	15	113193	9	9
110613	17	17	113311	17	17
110615	17	15	113484	17	15
110632	0	0	113784	17	16
110671	0	0	113794	17	15
110708	17	16	114168	0	0
110755	17	16	114208	14	11
110832	17	17	114237	17	17
110891	17	14	114243	17	17
110894	0	0	114316	17	15
111012	2	2	114373	17	14
111017	17	14	115489	17	16
111036	17	16	115628	1	1
111076	17	16	115737	17	16
111263	17	12	115866	17	15
111270	2	1	115868	2	2
111300	2	2	115913	0	0
111313	0	0	116020	17	12
111320	17	15	116281	17	15
111427	17	14	116446	17	13
111461	0	0	116494	17	17
111525	1	1	116526	17	12
111627	17	15	116684	0	0
111669	17	16	116739	17	17
111789	17	17	116852	17	13
111817	17	17	116952	2	2
111906	17	17	116969	0	0
111947	17	15	117029	17	16
112016	0	0	117120	17	14
112159	0	0	117169	17	15
112488	7	6	117247	0	0
112499	10	10	117275	17	13
112613	17	13	117362	17	16
112622	2	2	117447	4	4
112623	17	13	117458	0	0
112659	0	0	117484	17	15
112661	17	15	117504	17	16
112680	17	10	117530	17	15
112711	17	14	117533	2	2
112720	17	7	117537	17	13

117550	17	16	119028	17	16
117552	6	5	119044	17	14
117588	1	0	119066	4	4
117706	17	12	119107	17	14
117751	17	13	119113	1	1
117786	17	11	119128	0	0
117801	17	16	119129	17	15
117825	17	16	119144	17	13
117838	17	14	119165	17	13
117858	6	5	119166	17	16
117865	17	15	119173	3	1
117887	17	15	119175	17	12
117961	17	17	119176	17	13
117963	17	15	119188	17	17
118042	17	15	119189	17	16
118128	0	0	119194	17	16
118181	0	0	119196	4	4
118219	17	17	119198	17	15
118236	3	3	119204	17	15
118239	2	2	119207	17	15
118241	17	16	119239	17	13
118326	1	1	119247	17	16
118339	17	17	119248	0	0
118391	13	13	119254	17	14
118422	16	13	119256	17	15
118428	17	16	119259	17	16
118439	17	15	119271	17	15
118461	17	9	119272	0	0
118493	17	14	119275	17	13
118525	0	0	119276	17	16
118546	17	17	119279	17	13
118620	17	17	119289	11	4
118652	9	8	119290	17	14
118666	17	16	119321	17	15
118690	17	17	119326	4	4
118692	0	0	119329	14	14
118744	6	6	119331	17	17
118761	10	9	119332	14	9
118779	0	0	119346	17	15
118787	0	0	119440	17	12
118811	5	5	119441	17	17
118866	17	11	119450	17	17
118873	3	3	119497	6	6
118892	17	12	119499	17	16
118901	2	2	119556	17	10
118915	0	0	119567	17	16
118959	17	17	119570	1	1
118982	14	13	119578	3	3
118984	17	15	119635	17	15
118985	0	0	119643	17	13
118996	17	8			

Total: 200 estudiantes

## ANEXO 3

### AVALIAÇÃO DO CURSO

#### **Como avalia o conteúdo do Curso?**

105 - 80,15% Excelente

24 - 18,32% Bom

1 - 0,76% Regular

1 - 0,76% Ruim

#### **Encontrou dificuldade em algum dos módulos do Curso?**

77 - 58,78% Sim

54 - 41,22% Não

#### **Se assinalou sim na resposta anterior, favor indicar em que módulo:**

0 - 0,00% Módulo 1 - O Perfil do Empreendedor

3 - 3,90% Módulo 2 - Identificando Oportunidades de Negócios

6 - 7,79% Módulo 3 - Análise de Mercado

11 - 14,29% Módulo 4 - Concepção dos Produtos e Serviços

57 - 74,03% Módulo 5 - Análise Financeira

#### **Como avalia a linguagem utilizada no Curso?**

98 - 74,81% Excelente

33 - 25,19% Bom

0 - 0,00% Regular

0 - 0,00% Ruim

#### **Como avalia a aparência (layout) do Curso?**

95 - 72,52% Excelente

33 - 25,19% Bom

3 - 2,29% Regular

0 - 0,00% Ruim

#### **Como avalia a funcionalidade dos botões e atalhos?**

92 - 70,23% Excelente

35 - 26,72% Bom

4 - 3,05% Regular

0 - 0,00% Ruim

**Como avalia o Chat do Curso?**

18 - 13,74% Excelente

25 - 19,08% Bom

11 - 8,40% Regular

1 - 0,76% Ruim

76 - 58,02% Não participei

**Como avalia o mecanismo de avaliação utilizado no Curso?**

50 - 38,17% Excelente

59 - 45,04% Bom

22 - 16,79% Regular

0 - 0,00% Ruim

**Caso tenha usado o serviço de suporte técnico, como o avalia?**

20 - 15,27% Excelente

11 - 8,40% Bom

0 - 0,00% Regular

1 - 0,76% Ruim

99 - 75,57% Não utilizei o suporte técnico

**Como você avalia os serviços prestados pelo tutor no chat, tira-dúvidas, mural e interação via e-mail?**

92 - 70,23% Excelente

35 - 26,72% Bom

4 - 3,05% Regular

0 - 0,00% Ruim

**Elaborou o Plano de Negócios ao final do Curso?**

64 - 48,85% Sim

67 - 51,15% Não

**Se elaborou o Plano de Negócios, encontrou dificuldade para elaborá-lo?**

29 - 45,31% Sim

35 - 54,69% Não

**Pretende abrir um Negócio?**

10 - 7,63% Não

121 - 92,37% Sim. Formal: 101 - 77,10% Informal: 30 - 22,90%

**Tem interesse em participar de outros cursos do SEBRAE pela internet?**

130 - 99,24% Sim

1 - 0,76% Não

**Se tem interesse em participar de outros cursos do SEBRAE pela internet, favor indicar a área de interesse:**

23 - 17,69% Administração Geral

41 - 31,54% Marketing

9 - 6,92% Vendas

19 - 14,62% Administração Financeira

12 - 9,23% Recursos Humanos

6 - 4,62% Finanças

5 - 3,85% Produção

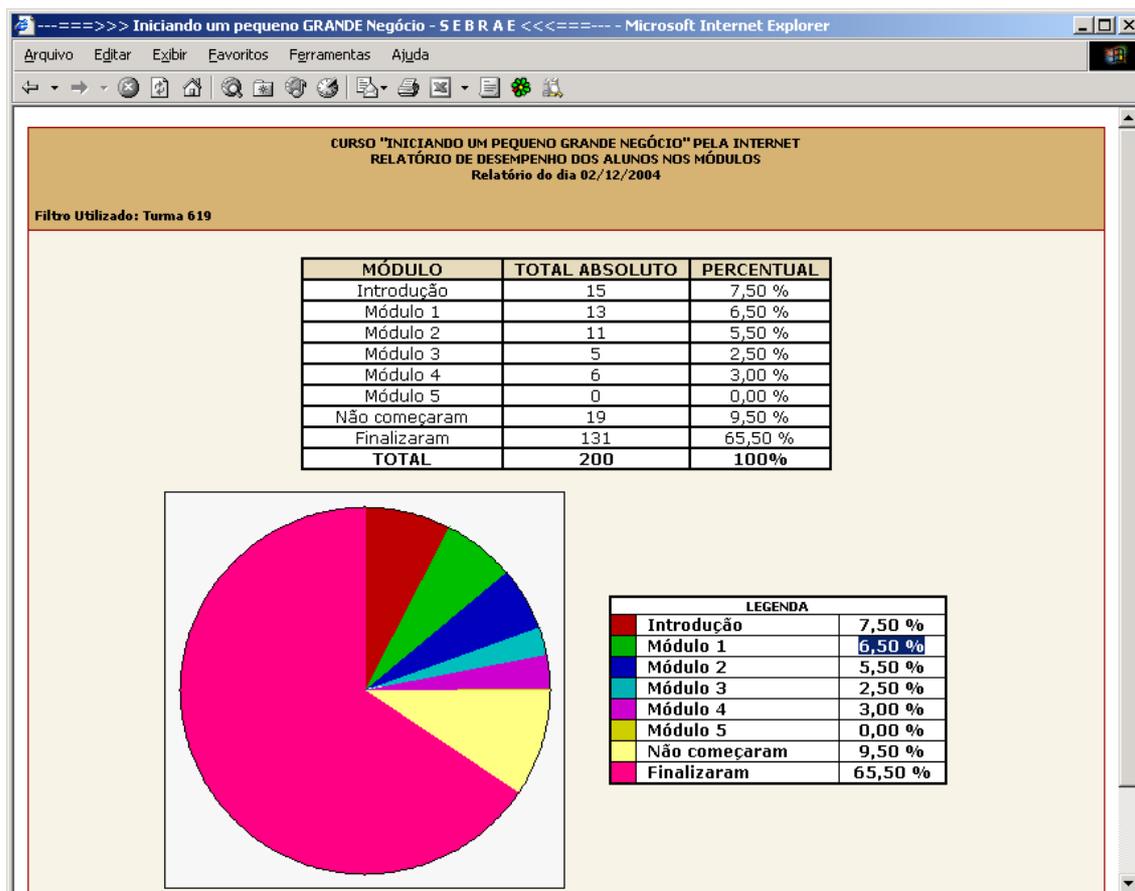
8 - 6,15% Administração de Pessoal

7 - 5,38% Outro

Fonte: Instituto de Estudos Avançados – IEA. Relatórios do curso IPGN, 2004.

## ANEXO 4

Desempenho dos estudantes nos módulos do conteúdo.



Fonte: Instituto de Estudos Avançados – IEA. Relatórios do curso IPGN, 2004.