

---

# Adaptação em um Sistema Educacional Hipermedia baseada na Classificação de Perfis de Usuários

Gisele Trentin da Silva<sup>1</sup>, Marta Costa Rosatelli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Informática e Estatística, Universidade Federal Santa Catarina INE-CTC, Cx.P. 476, Campus Universitário, Florianópolis-SC, 88040-900, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Católica de Santos R. Dr. Carvalho de Mendonça, 144, Santos-SP, 11070-906, Brasil

`gisele@inf.ufsc.br, rosatelli@unisantos.br`

**Resumo.** *Este artigo apresenta um sistema hipermedia adaptativo para um curso à distância baseado na Web. A arquitetura do sistema hipermedia adaptativo inclui três módulos principais: Módulo de Classificação, Módulo de Estudante e Módulo de Adaptação. O sistema classifica os estudantes em diferentes perfis através do método Nearest Neighbor (Vizinho Mais Próximo) utilizando os dados do usuário e os dados de uso do sistema pelo estudante. O sistema adapta a navegação no conteúdo por meio da técnica de ocultação e anotação de links. O artigo apresenta ainda a avaliação do sistema.*

**Abstract.** *This paper presents an adaptive hypermedia system for a Web-based distance course. The architecture of the adaptive hypermedia system includes three main modules: the Classification Module, the Student Module, and the Adaptation Module. The system classifies the students according to a set of pre-defined profiles using the Nearest Neighbor method and based on the user and usage data. The system adapts the navigation using the techniques of links hiding and annotation. The paper also presents the system evaluation.*

## 1. Introdução

Atualmente os ambientes virtuais de aprendizagem atingem uma grande diversidade de pessoas que estão se aperfeiçoando ou estão buscando novos conceitos, uma vez que a Educação a Distância (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*).

O principal aspecto que motivou este trabalho foi o número expressivo de estudantes que participam de cursos à distância e a maneira como geralmente o conteúdo de tais cursos é apresentado para todos os estudantes, a despeito da infinidade de aspectos que podem diferir nestes estudantes. Dentro do contexto da EAD o objetivo do trabalho é considerar os dados do usuário, o conhecimento prévio do estudante em relação ao domínio da aplicação e os dados de uso do sistema por estes estudantes, com o intuito de proporcionar uma melhor navegação no conteúdo. Sendo assim, este artigo apresenta um sistema hipermedia adaptativo para a EAD baseada na *Web*, levando em

---

consideração os perfis dos estudantes armazenados no Modelo de Estudante (Rosatelli & Tedesco, 2003).

A modelagem do sistema hipermídia adaptativo tomou como base a análise de um curso em particular a fim de considerar os dados do usuário e de interação com o sistema (Gaudioso & Boticario, 2002). Como consequência desta análise verificou-se que através da classificação dos estudantes seria possível adaptar a hipermídia em nível de navegação no conteúdo de acordo com perfis através das técnicas de ocultação e anotação de *links*. Desta forma, o sistema hipermídia adaptativo implementado facilita o trabalho dos tutores humanos que tipicamente dão suporte aos estudantes nos cursos à distância, uma vez que o próprio sistema classifica os estudantes segundo os perfis pré-definidos e adapta a navegação no conteúdo.

## 2. Classificação de Perfis

Esta seção descreve a Aprendizagem Baseada em Exemplos. Esta técnica de aprendizagem de máquina foi utilizada para a classificação dos perfis dos estudantes neste trabalho e foi escolhida devido ao aprendizado rápido, à possibilidade de aprender conceitos complexos e a capacidade de não perder a informação.

A Aprendizagem Baseada em Exemplos (*Instance-Based Learning*) (Mitchell, 1997) se baseia em exemplos que podem ser representados como pontos no espaço Euclidiano. A aprendizagem nos tipos de algoritmos que implementam esta técnica consiste em simplesmente armazenar os dados de treinamento apresentados. Quando um novo exemplo é apresentado, um conjunto de exemplos semelhantes é recuperado da memória e usado para classificar o novo exemplo. A vantagem deste tipo de aprendizagem é que em vez de estimar a função *target* (alvo) uma vez para todo o espaço de exemplos, esse método pode estimar a função localmente e diferentemente para cada exemplo novo a ser classificado.

O método *Nearest Neighbor* (NN) é um algoritmo baseado em exemplos para aproximação de valores reais ou valores discretos da função *target*, assumindo exemplos correspondentes a pontos em um espaço Euclidiano  $n$ -dimensional. O algoritmo NN assume que todos os exemplos correspondem a pontos dentro do espaço  $n$ -dimensional  $\mathcal{R}^n$  (Mitchell, 1997).

Neste trabalho o vizinho mais próximo de um exemplo é definido por meio da distância Euclidiana, uma vez que para atributos numéricos, como é o caso do sistema modelado, o uso desta distância é o mais indicado. Neste contexto, 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 (1):

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

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.

---

### 3. Sistemas de Hiperímia Adaptativa

Sistemas que utilizam hiperímia possibilitam a apresentação do conteúdo através de diversas mídias (hipertexto, vídeo, imagens, etc.) permitindo o acesso não linear às informações. Muitos sistemas hiperímia em ambientes educacionais ou de EAD apresentam boa qualidade nas mídias e 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 hiperímia com os Sistemas Tutores Inteligentes (Self, 1999) possibilitou contornar o problema da desorientação navegacional que geralmente ocorre em sistemas hiperímia, através dos Sistemas de Hiperímia Adaptativa (SHA) (Brusilovsky, 1996).

A Hiperímia Adaptativa (HA) possibilita a organização dos ambientes hiperímia, 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 (Palazzo, 2002).

Como o espaço adaptativo nos SHA é restrito e limitado, a adaptação ocorre tipicamente em dois níveis: apresentação adaptativa e navegação adaptativa. Apresentação adaptativa ocorre em nível de adaptação de conteúdo enquanto a navegação adaptativa ocorre em nível de adaptação de *links*.

As técnicas de HA 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. Dentre as cinco técnicas de navegação adaptativa existentes – orientação direta, ordenação de *links*, ocultação de *links*, anotação de *links*, geração de *links*, adaptação de mapas – foram utilizadas no sistema adaptativo apresentado neste artigo as técnicas de ocultação e anotação de *links*.

A ocultação de *links* consiste em mostrar somente os enlaces importantes. Os princípios usados para decidir quais enlaces são importantes e quais não são dependem de cada sistema. Em hiperímia aplicada à educação é comum a ocultação de *links* que ainda não estão prontos para serem aprendidos.

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 educacionais que utilizam anotação adaptativa de *links* distinguem três níveis de conhecimento do usuário sobre o nodo: não-conhecido, em estudo e aprendido.

### 4. Sistema Educacional Hiperímia (SEDHI)

O interesse em modelar um 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. Sendo assim, 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, o IPGN (Iniciando um Pequeno Grande Negócio). O IPGN dá suporte a um curso em um domínio específico, no caso, Empreendedorismo, e é oferecido gratuitamente para os interessados pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) Nacional. O conteúdo do curso é organizado em cinco módulos divididos em capítulos, tópicos e subtópicos. Em cada um destes módulos o estudante pode acessar um conjunto de recursos de apoio, a saber: “Glossário”, “Dica do Professor” e “Mergulhe Fundo”.

O ambiente analisado serve de base para o sistema detalhado neste artigo 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. Além disso, a opção por esse sistema se deu em função de que o sistema dispõe de uma grande base de dados para análise e extração de informações; o curso tem um grande número de estudantes inscritos; os estudantes apresentam uma grande heterogeneidade de conhecimento; o conteúdo é apresentado de forma estática e da disponibilidade dos dados de interação dos estudantes com o sistema.

Sendo assim, foi desenvolvido o SEDHI (Sistema Educacional Hipermissão). O sistema faz a classificação dos usuários em 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*.

#### 4.1. Arquitetura

O SEDHI possui como características principais: classificar os estudantes em três tipos de perfis pré-definidos baseados nos dados individuais e os dados de interação destes estudantes com o sistema; inicializar e atualizar o Modelo de Estudante a cada interação do estudante com o sistema e adaptar a navegação no conteúdo conforme o perfil do estudante contido no Modelo de Estudante. A Figura 1 mostra a arquitetura do sistema cujos principais componentes são descritos a seguir (veja seções 4.2, 4.3 e 4.4).

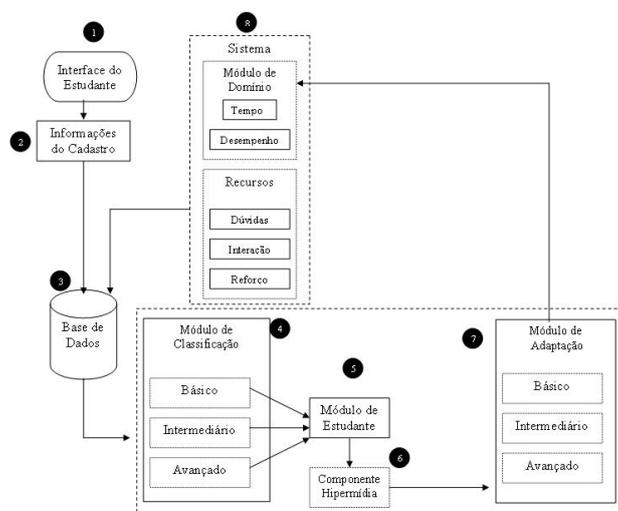


Figure 1. Arquitetura do SEDHI

## 4.2. Módulo de Classificação

O SEDHI considera um conjunto de atributo-valor 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 por sua vez são similares aos recursos de outros sistemas deste tipo. A Tabela 1 apresenta o classificador com o conjunto atributo-valor e seus respectivos perfis.

**Tabela 1. Classificador**

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

A similaridade entre o estado atual dos estudantes e os três exemplos do classificador (Básico, Intermediário e Avançado) é calculada por meio do método 1-NN, conforme apresentado nas equações (2), (3) e (4) na Tabela 2. O perfil do estudante é classificado pela menor distância entre  $d(x,b)$ ,  $d(x,i)$  e  $d(x,a)$ .

**Tabela 2. Cálculo da Similaridade**

Distância_Básico -> $d(x,b)$ :	Distância_Intermediário-> $d(x,i)$ :	Distância_Avançado -> $d(x,a)$ :
(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	(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	(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

## 4.3. Módulo do Estudante

Quando o estudante efetua *logon* pela primeira vez no sistema, o Modelo de Estudante é inicializado a partir das informações sobre o estudante fornecidas pelo mesmo e 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 Hiperímídia 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, utilizando-se as técnicas de ocultação e anotação de *links*.

Para o perfil “Básico” são mantidos todos os *links* do conteúdo inicialmente previstos. Neste perfil nenhum *link* é desabilitado, pois se considera que o estudante necessita da totalidade do conteúdo modelado originalmente no domínio para a compreensão deste. No perfil “Intermediário” é desabilitado o *link* “Glossário” e são habilitados somente os *links* “Dica do Professor” e “Mergulhe Fundo”. Para o perfil “Avançado” são desabilitados todos os *links* para os recursos de apoio, 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 é 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. A anotação é apresentada em forma de cores diferentes para os três níveis de conhecimento e apresentará 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.

## 5. Avaliação do SEDHI

Esta seção apresenta como o protótipo foi avaliado. Foram utilizados cinco estudantes escolhidos aleatoriamente para fazer a avaliação do protótipo. Nesta avaliação os estudantes tinham um tempo limitado para navegar no ambiente e no conteúdo. O término do curso foi considerado quando este tempo se encerrasse. Para efeito de demonstração, a seguir apresentamos a classificação de três estudantes nos perfis Básico, Intermediário e Avançado e respectiva adaptação provida pelo sistema. Ressalta-se que os valores das variáveis consideradas no classificador foram normalizados.

### 5.1. Perfil Básico

No final do curso, o estudante considerado se encontrava no Módulo 4 do conteúdo com Tempo considerado Médio de 60 minutos e 62 segundos. Conforme a normalização feita, a variável tem valor 2. O número de mensagens enviadas pelo estudante para o Tira-dúvidas (TD) foi de 6 mensagens e a variável tem valor 3. O número de mensagens enviadas para a Lista de Discussão (LD) foi de 2 mensagens e o valor da variável é 2. O número de acessos do estudante ao FAQ foi de 30 acessos e o valor da variável é 3. O número de acertos nos exercícios foi zero (0) e a variável tem valor 3 e, finalmente, o número de participações em cursos à distância na *Web* foi zero (0) e a variável tem valor 3.

A Figura 2 mostra como os valores dos atributos foram processados e registrados no Módulo de Classificação e como foi executado o cálculo da similaridade utilizando a distância Euclidiana.

```
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
SimAvancado sqrt ( 1^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 ) = 4.2426406871193
1
```

**Figura 2. Módulo de Classificação para o exemplo do Nível Básico**

Nesse caso, o estudante foi classificado no perfil Básico (valor 1), porque pelo cálculo da similaridade apresentado na seção 4.2 este perfil apresentou a menor distância do estudante considerado dentre os três exemplos do classificador .

A Figura 3 apresenta a adaptação da navegação no conteúdo para o perfil Básico utilizando a técnica de anotação de *links*.

Nesse caso, o estudante concluiu o curso 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.

Módulo 4: Conceção dos Produtos... > Capítulo 1: Conceção dos produtos...

Os produtos e serviços que fazem a diferença

**Estratégias de negócio mais utilizadas:**

[Clique aqui para fazer download do arquivo deste módulo](#)

(Palestrante) - Dentre as diferentes formas de agir para atingir um objetivo destacam-se:

1. A **estratégia de inovação**, na qual os produtos devem conter características inovadoras, pioneiras, condizentes com as expectativas do tipo de cliente a ser atendido;
2. A **estratégia de excelência operacional**, na qual a linha de produtos deve ser padronizada, ter preços baixos e estar disponível de acordo com a conveniência dos clientes;
3. A **estratégia da adequação ao cliente**, que pressupõe a oferta de produtos, serviços e atendimento personalizados, como se tivessem "a cara dos clientes".

Figura 3. Anotação de links - Nível Básico

## 5.2. Perfil Intermediário

No final do curso, o estudante considerado se encontrava no Módulo 5 do conteúdo com Tempo de 5 minutos e 87 segundos (considerado Curto). Conforme a normalização feita 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 o valor da variável é 2. O número de acessos do estudante ao FAQ foi de um acesso e o valor da variável é 1. O número de acertos nos exercícios foi zero (0) e a variável tem valor 3 e, finalmente, o número de participações em cursos à distância na *Web* foi 1 e a variável tem valor 2.

A Figura 4 mostra como os valores dos atributos foram processados e registrados no Módulo de Classificação e como foi executado o cálculo da similaridade utilizando a distância Euclidiana.

```

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 4. Módulo de Classificação para o exemplo do nível Intermediário**

Nesse caso, 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 5 demonstra a adaptação da navegação no conteúdo para o perfil Intermediário utilizando a técnica de anotação de *links*.

The screenshot shows a course navigation interface. On the left is a sidebar with a tree view of modules and chapters. The main content area displays 'Módulo 5: Análise Financeira...' and a 'Síntese do Capítulo' section. A table in the main content area is highlighted with a red border, containing information about investment types.

<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.

**Figura 5. Anotação de links - Nível Intermediário**

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).

### 5.3. Perfil Avançado

No final do curso, o estudante considerado se encontrava no Módulo 5 do conteúdo com Tempo considerado Curto de 12 minutos e 65 segundos. Conforme a normalização feita a variável tem valor 1. O número de mensagens enviadas pelo estudante para o Tira-dúvidas (TD) foi de 1 mensagem e a variável tem valor 1. O número de mensagens enviadas para a Lista de Discussão (LD) foi de 4 mensagens e o valor da variável é 1. O número de acessos do estudante ao FAQ foi de um acesso e o valor da variável é 1. O

estudante acertou um exercício e a variável tem valor 3 e, finalmente, o número de participações em cursos à distância na *Web* foi de 4 e a variável tem valor 1.

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

```

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 6. Módulo de Classificação para o exemplo do nível Avançado**

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 7 demonstra a adaptação da navegação no conteúdo para o perfil Avançado utilizando a técnica de anotação de *links*.

Módulo 5: Análise Financeira... > Capítulo 1: Análise financeira...  
 O primeiro passo: determinando o montante do investimento  
**Síntese do Capítulo**

<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 7. Anotação de links - Nível Avançado**

Nesse caso, o estudante se encontrava 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).

## 6. Conclusão

Este artigo apresentou um sistema hipermídia adaptativo para cursos à distância na *Web*. O sistema faz a classificação dos perfis de usuários e usa técnicas de Hipermídia Adaptativa para prover a adaptação da navegação no conteúdo. Os aspectos considerados na classificação incorporam os dados de uso do sistema pelos estudantes,

---

o que vêm se tornando cada vez mais relevante para os sistemas educacionais baseados na Web (Gaudioso & Boticario, 2003).

A aplicação do protótipo no curso IPGN 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 os usuários como a modelagem proposta funcionaria em um curso real. Como trabalhos futuros pretende-se avaliar o grau de satisfação do estudante e a eficiência em termos de aprendizagem da adaptação provida pelo sistema.

## **7. Referências Bibliográficas**

Brusilovsky, P. (1996) “Methods and techniques of adaptive hypermedia”, In User Modeling and User Adapted Interaction, 6(2-3), p. 2-129.

Gaudioso, E., Boticario, J. G. (2002) “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.

Gaudioso, E., Boticario, J. G. (2003) “Towards web-based adaptive learning communities”, In U. Hoppe, F. Verdejo, and J. Kay (Eds.), Artificial Intelligence in Education, pp.237-244, Amsterdam.

Mitchell, T. M., Machine Learning, The McGraw-Hill Companies, 1997.

Palazzo, L. A. M. (2002) “Sistemas de Hipermídia Adaptativa”, In Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), Florianópolis.

Rosatelli, M. C., Tedesco, P. A. (2003) “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 MCI, Vol. VIII, p. 153-201, Porto Alegre.

SEBRAE Nacional (2003) “Iniciando um Pequeno Grande Negócio”, <http://ipgn.iea.com.br>, Março.

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