



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

Relatórios Técnicos
do Departamento de Informática Aplicada
da UNIRIO
n°0001/2007

**Personalização:
Um Estudo no Contexto de Aprendizagem**

**Edmar Welington Oliveira
Sean Wolfgang M. Siqueira**

Departamento de Informática Aplicada

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
Av. Pasteur, 458, Urca - CEP 22290-240
RIO DE JANEIRO – BRASIL

Personalização: Um Estudo no Contexto de Aprendizagem

Edmar Welington Oliveira Sean Wolfgang M. Siqueira
Depto de Informática Aplicada – Universidade Federal do Estado do Rio de
Janeiro (UNIRIO)
edmar.oliveira@uniriotec.br, sean@uniriotec.br

Abstract. Currently there is some difficulty in obtaining information that really meets the specific needs of users in conventional search systems. Regarding customization in terms of learning, one of the main problems is that students are treated uniformly. In this sense, the personalization plays an important role in that it provides mechanisms to deal with each student / user according to his characteristics, preferences, level of knowledge and so forth. This “survey” aims to elucidate some questions about personalization, seeking a greater emphasis on learning in terms of customization. Accordingly, the study also seeks to highlight some of the main works in this area.

Keywords: Personalization; Learning; Customization.

Resumo. Atualmente há uma certa dificuldade na obtenção de informações que realmente atendam às necessidades específicas dos usuários nos sistemas convencionais de busca. No que se refere à personalização em termos de aprendizagem, verifica-se que um dos principais problemas é que os alunos são tratados de maneira uniforme. Neste sentido, a personalização assume um papel importante na medida em que provê mecanismos para tratar cada aluno/usuário em função de suas características, preferências, nível de conhecimento, etc. Este estudo tem como objetivo elucidar algumas questões acerca de personalização, buscando uma ênfase maior em termos de personalização em aprendizagem. Neste sentido, o estudo procura, também, destacar alguns dos principais trabalhos da área.

Palavras-chave: Personalização; Aprendizagem; Adaptação.

* Trabalho parcialmente patrocinado pela FAPERJ.

Sumário

1	Introdução	6
1.1	Justificativa do estudo	6
1.2	Objetivos do estudo	7
1.3	Organização do estudo	7
2	Personalização: Conceituação e Aplicações	8
2.1	Personalização: conceitualização	8
2.1.1	Personalização em termos de conteúdo	9
2.1.2	Personalização em termos de usuário	9
2.1.3	Classificação das técnicas de personalização	10
2.1.3.1	On-line e Off-line	10
2.1.3.2	Lado cliente e lado servidor	11
2.1.3.3	Cliente-negócio	12
2.2	Questões envolvendo personalização	13
2.2.1	Privacidade e ética	13
2.2.1.1	Conceitos de privacidade e proteção de dados	13
2.2.1.2	Perspectiva histórica e legal	14
3	Estudos Acerca de Personalização	16
3.1	Introdução	16
3.2	Personalização de serviços com base em modelagem de usuários	16
3.2.1	Objetivos do estudo	17
3.2.2	Descrição do estudo	17
3.2.2.1	Modelo de personalização	17
3.2.3	Conclusões do estudo	21
3.3	Personalizando Conteúdo Web com Agentes de Conteúdo distribuídos	21
3.3.1	Objetivos do estudo	21
3.3.2	Descrição do estudo	22
3.3.3	Conclusões do estudo	23
3.4	Diagnosticando o Usuário para a Criação de Sistemas Personalizáveis	23
3.4.1	Objetivos do estudo	23
3.4.2	Descrição do estudo	24
3.4.2.1	Métodos para modelagem de usuário	24
3.4.3	Conclusões do trabalho	25
3.5	Personalização em Ambientes de Aprendizagem Distribuídos	25
3.5.1	Objetivos do estudo	26
3.5.2	Descrição do estudo	26
3.5.2.1	Caracterização da arquitetura de personalização	26
3.5.3	Conclusões do estudo	28
3.6	Agentes para Personalização de Aprendizagem	28
3.6.1	Objetivos do estudo	28
3.6.2	Descrição do estudo	28

3.6.2.1	Modelagem dos usuários	28
3.6.2.2	Uso do modelo de usuário	29
3.6.3	Conclusões do estudo	29
3.7	Ferramenta Adaptativa de Avaliação da Aprendizagem	29
3.7.1	Objetivo do estudo	29
3.7.2	Descrição do estudo	30
3.7.2.1	Ambientes computacionais de aprendizagem e adaptabilidade	30
3.7.2.2	Modelo para avaliações adaptativas	31
3.7.3	Conclusões do trabalho	32
4	Conclusões	32
	Referências Bibliográficas	33

1 Introdução

Este modelo de fascículo da série Relatórios Técnicos do DIA/UNIRIO objetiva fornecer aos autores interessados em publicar na série as orientações necessárias sobre o formato de apresentação dos trabalhos. Outros formatos poderão ser aceitos, desde que devidamente justificados e aceitos pelos editores, mantendo-se as regras para capa e folha de rosto. Para obter informações complementares, consulte as normas da ABNT ou em caso de dúvidas específicas sobre a série, consulte os editores.

A contagem das páginas, para efeito de numeração, deve começar a partir da primeira folha do trabalho (folha de rosto). A numeração das páginas preliminares - folha de rosto, até a folha anterior à primeira página do texto propriamente dito -, é feita em algarismos romanos, enquanto que as páginas do texto são numeradas com algarismos arábicos. Desse modo, o trabalho no Word deverá ser dividido em três partes:

É inegável a explosão do crescimento da quantidade de informações disponíveis. Particularmente na Internet, o armazenamento de dados se dá de forma cada vez mais intensa [ALBERT et al., 1999]. Tantos dados e novidades tornam o exercício da concentração cada vez mais importante e difícil. A tarefa de encontrar informações relevantes e úteis é trabalhosa, mesmo sabendo onde procurar e por onde começar.

O modelo de busca de informações na Web, como usado por muitas ferramentas de busca, não atende adequadamente às necessidades de um grande número de usuários, no que diz respeito ao requisito de achar rapidamente o que se procura, com eficácia e pouco esforço. Por eficácia, entende-se a capacidade dos mecanismos de busca de filtrar somente informações que sejam potencialmente relevantes às necessidades dos usuários. Pouco esforço significa que os resultados das buscas de informação sejam apresentados aos usuários de forma clara e precisa. Respostas que não fossem relevantes e claras deveriam indicar falha do sistema.

Um desafio a ser resolvido é, então, a mensuração da qualidade e da relevância das informações presentes na Web, de acordo com as particularidades de cada usuário. Uma informação que atenda aos critérios de busca de um determinado usuário não lhe é, necessariamente, uma informação relevante. O conceito de relevância não é, portanto, intrínseco à informação, mas dependente do usuário da informação. Considerando-se a heterogeneidade de habilidades, conhecimento e comportamento dos usuários na manipulação de sistemas computadorizados, torna-se crescente a necessidade do desenvolvimento de aplicações que simplifiquem o processo de busca por informações.

O crescente uso da Internet traz, cada vez mais, usuários leigos em informática ao uso das mais variadas ferramentas. Com isto, a usabilidade, isto é, a simplificação do modelo de interação usuário-sistema, através de uma interface simples e intuitiva, torna-se um requisito fundamental para as ferramentas que visem prover busca personalizada de informações. A personalização não deve restringir-se apenas à seleção das informações de interesse particular, mas também contemplar os diferentes comportamentos dos usuários no processo de busca.

1.1 Justificativa do estudo

A principal justificativa para o estudo das questões acerca de personalização advém da dificuldade atual dos sistemas convencionais de busca na obtenção de informações que realmente atendam às necessidades específicas dos usuários, num universo disperso e

heterogêneo como a Internet. No que se refere à personalização em termos de aprendizagem, verifica-se que um dos principais problemas do sistema de ensino e aprendizagem é que os alunos são tratados de maneira uniforme. Neste sentido, a personalização assume papel importante na medida em que provê mecanismos para tratar cada aluno/usuário em função de suas características, preferência, nível de conhecimento, etc.

1.2 Objetivos do estudo

Este estudo tem como objetivo elucidar algumas questões acerca de personalização, buscando uma ênfase maior em termos de personalização em aprendizagem (e-learning). Neste sentido, o estudo procura, também, destacar alguns dos principais trabalhos da área. Destaca-se aqui que, apesar da grande esforço em abordar vários estudos, a pesquisa aqui realizada não é exaustiva.

1.3 Organização do estudo

Este estudo se divide em três capítulos, além deste capítulo introdutório e referências bibliográficas.

Na seção 2 são apresentados alguns conceitos acerca de personalização. Na seção 3 são apresentados alguns dos principais estudos na área. Por fim, na seção 4 são apresentadas as conclusões do estudo.

2 Personalização: Conceituação e Aplicações

Segundo [Alves e Filgueiras, 2005], é inegável a explosão do crescimento da disponibilização de informações. Particularmente na Internet, o armazenamento de dados se dá de forma cada vez mais intensa. Tantos dados e novidades tornam o exercício da concentração cada vez mais importante e difícil. A tarefa de encontrar informações relevantes e úteis é trabalhosa, mesmo sabendo onde procurar e por onde começar. Por exemplo, durante um processo de busca na Internet, recebe-se uma enorme quantidade de conteúdo desnecessário, tornando esta experiência demorada e, muitas vezes, frustrante.

Ao se organizar o conteúdo de sites para publicação, é inevitável que as categorizações das informações estejam diretamente relacionadas à visão do autor do site sobre o assunto. Porém, cada pessoa possui visões diferentes, mesmo sobre temas comuns. Uma das vantagens da utilização da personalização é possibilitar que o usuário tenha preservado uma das melhores características da busca por informação: sua experiência individual e única. Para preservar essa experiência, é preciso estudos para identificar como compreender as preferências de um usuário sobre determinado conteúdo que está sendo procurado [Alves e Filgueiras, 2005].

2.1 Personalização: conceitualização

Segundo [Alves e Filgueiras, 2005], o conceito de personalização pode ser entendido de diferentes maneiras. Há divergências quanto a seu significado que, positivamente, acabam gerando aplicações diversas de um mesmo tema. Num primeiro grupo, encontram-se definições mais voltadas às características do usuário. Segundo [Mobasher *et al*, 2000] *apud* [Alves e Filgueiras, 2005], personalizar para a Web significa modificar a experiência do usuário de acordo com suas preferências. Portanto, um sistema que se preste a tal fim deve ser capaz de capturar padrões de comportamento e interesse por meio de transações Web potencialmente anônimas.

Outro grupo se volta ao conteúdo: [Sae-Tang e Esichaikul, 2001] *apud* [Alves e Filgueiras, 2005] afirmam, numa definição mais simplista, que personalização é a ferramenta utilizada por comerciantes para adaptar os sites e anunciar seus produtos. Observa-se também que se deve procurar abstrair as estruturas de um site para representar a combinação do próprio site com os processos de negócio. Entretanto, não basta que o conteúdo de um Web site esteja organizado e bem estruturado hierarquicamente, já que as experiências obtidas mostram que isso não atende inteiramente ao usuário.

Finalmente, há o grupo de definições que procuram mesclar as características do usuário às informações disponíveis num sistema. Conforme [Eirinaki *et al*, 2004] *apud* [Alves e Filgueiras, 2005], entende-se por personalização qualquer ação que adapta informações para o usuário. Isso é utilizado combinando o comportamento do usuário com a estrutura do conteúdo de um site. Mas apesar de definições diferentes, o principal objetivo de personalizar é trazer ao usuário informações relevantes a este.

De acordo com [Alves, 2005], para se implementar o conceito de personalização, são necessárias técnicas específicas, de acordo com a ênfase desejada. De uma forma geral, alguns fatores importantes a se considerar são (também ilustrado na figura 2.1):

- Modelo do usuário: definição das características relevantes sobre o usuário, tanto do ponto de vista dos fatos (quem é o usuário) como das transações (o que o usuário faz). Desta forma é possível obter o perfil do usuário.
- Modelo do conteúdo: definição da estruturação do conteúdo, bem como a relação entre seus significados (textos relacionados, assuntos similares, etc.).
- Integração usuário-conteúdo: ao se unir as características do usuário e as do conteúdo, encontra-se a caracterização do direcionamento de conteúdo, que é a essência da personalização. Ou seja, ao unir o perfil do usuário com a estrutura de conteúdo, é possível relacionar as preferências do usuário ao conteúdo disponível. A partir disso pode-se prover seus próximos passos e recomendar conteúdo.

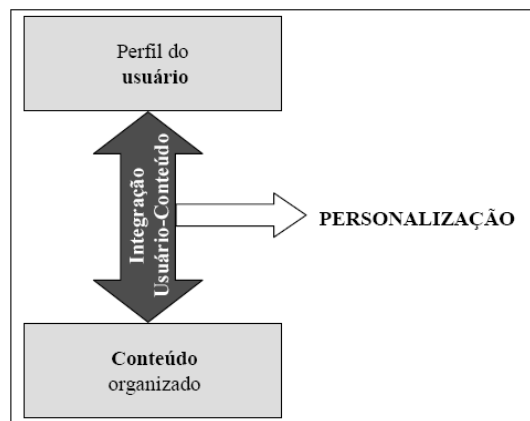


Figura 2.1 – Utilização dos fatores de personalização [Alves, 2005]

2.1.1 Personalização em termos de conteúdo

Para as técnicas de personalização baseadas em conteúdo, é preciso contar com a organização do conteúdo a ser disponibilizado. Se essa condição não for atendida, a ênfase dessa implementação deverá estar voltada a mecanismos de busca e mineração de dados. Neste aspecto, a mineração de dados encontra relação com personalização por dois caminhos: extração de informações sobre o conteúdo ou sobre o usuário [Alves, 2005].

[Yu, 1999] *apud* [Alves, 2005] estabelece regras e algoritmos para extrair informações do conteúdo a ser direcionado, para depois cruzar essas informações com perfis de usuário. [Sundaresan e Yi, 2000] *apud* [Alves, 2005] também fazem estudos matemáticos de como relacionar as informações encontradas de forma caótica e arranjá-las de forma lógica, de acordo com os requisitos do usuário. [Aggarwal e Yu, 1999] *apud* [Alves, 2005] discutem a organização do conteúdo através das técnicas de personalização.

2.1.2 Personalização em termos de usuário

As técnicas de personalização voltadas para a identificação e caracterização do usuário são implementadas seguindo três tarefas, conforme a Figura 2.2.

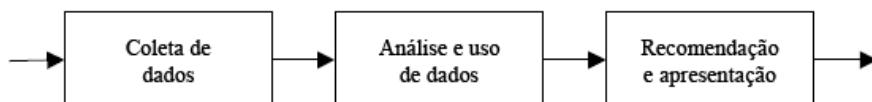


Figura 2.2- Tarefas necessárias para implementação do conceito de personalização [Alves, 2005]

- **Coleta de dados:** pode ser feita de forma implícita (sem conhecimento do usuário) ou explícita (com conhecimento e consentimento do usuário). As informações capturadas sobre o usuário e sua navegação correspondem ao principal material para se trabalhar. Esse levantamento pode ser feito de maneira estática (em modo off-line, ao se analisar o log de um Web server) ou dinâmica (em modo on-line, simultaneamente com a navegação do usuário).
- **Análise e uso de dados:** depois de feita a coleta, deve-se aplicar técnicas de tratamento, para que se possam extrair as informações necessárias sobre o usuário, estabelecendo seu perfil e as relações com o conteúdo. Essa análise é implementada através de técnicas que, em sua maioria, capturam o padrão de navegação do usuário, ou seja, a seqüência de páginas acessadas para alcançar determinada informação. A vantagem é que não se demanda que o usuário insira diretamente informações sobre si. Porém, é preciso que o usuário acesse por várias vezes o sistema, até que este seja capaz de reconhecê-lo e de recomendar conteúdo.
- **Recomendação e apresentação:** segundo [Pednault, 2000] *apud* [Alves, 2005], “a verdadeira personalização implica não somente em adaptar o conteúdo ao indivíduo, mas também comunicar o conteúdo com a máxima eficiência”. Portanto, com os elementos apresentados na Figura 2.2, o sistema deve ser capaz de relacionar o conteúdo ao usuário e selecionar a informação que será apresentada como resposta. A essa escolha se dá o nome de recomendação.

2.1.3 Classificação das técnicas de personalização

Segundo [Alves, 2005], as técnicas de personalização propõem distintas maneiras de combinar os fatores de personalização, ou ainda quais utilizar. As subseções seguintes apresentam formas de classifica tais técnicas.

2.1.3.1 On-line e Off-line

Uma forma de caracterizar as técnicas de personalização é apresentada por [Murugesan e Ramanathan, 2001] *apud* [Alves, 2005] e é resumida na figura 2.3.

<ul style="list-style-type: none"> • e-mail • seqüência de acesso (<i>click stream</i>) • <i>cookies</i> • perfil estático 	único usuário	grupo de usuários	<ul style="list-style-type: none"> • blocos de dados (<i>data clusters</i>) • medidas de similaridade
	<ul style="list-style-type: none"> • notificações por e-mail • cumprimentos pessoais • seleções de <i>links</i> • seleções de estrutura 	• filtro colaborativo	
<i>superficial</i>	<i>online & offline</i>	<i>online</i>	<i>superficial</i>
<i>profunda</i>	<i>online</i>	<i>online</i>	<i>profunda</i>
<ul style="list-style-type: none"> • regras de negócio • gestão de conteúdo • base de conhecimento • algoritmos • perfil dinâmico • redes neurais • mineração de dados (<i>data mining</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • predições baseadas em regras • filtro de conteúdo • agentes inteligentes (IA) • agentes de memória 	• métodos combinados	<ul style="list-style-type: none"> • combinação de tecnologias

Figura 2.3 – Técnica para personalização na Web (adaptada de [Murugesan e Ramanathan, 2001])

Segundo [Alves, 2005], é possível separar a técnica on-line e off-line, além das aproximações de análise mais superficial ou mais profunda. Alguns autores dividem as técnicas de personalização em profunda e superficial. A aplicação superficial é mais simples, pois trabalha com padrões estáticos e pré-definidos. Por exemplo, definem-se a priori perfis e regras que são aplicadas para recomendação de conteúdo. Já a aplicação profunda leva em conta fatores dinâmicos. Por exemplo, as preferências de um usuário vão mudando conforme o tempo, portanto é necessário que o sistema seja capaz de perceber essas alterações e calibrar as suas regras internas.

Quanto à classificação off-line, são consideradas, por exemplo, os newsletters ou e-mails enviados por sites de comércio eletrônico, recomendando produtos aos usuários. Da mesma forma que na aplicação superficial, são utilizadas regras pré-definidas. Os cálculos para personalização são todos realizados de maneira assíncrona aos acessos do usuário. A aplicação on-line leva em conta a necessidade de responder dinamicamente aos acessos dos usuários, portanto os cálculos para recomendação são feitos em tempo real [Alves, 2005].

2.1.3.2 Lado cliente e lado servidor

Outra forma de caracterizar as técnicas de personalização é com relação ao local em que se dá o processamento dos dados. A técnica lado do cliente (client-side) consiste em dar ferramentas ao usuário para que este, a partir de seu próprio esforço, seja capaz de adaptar a interface com um sistema. A maioria dos sistemas desenvolvidos com essa técnica exige que o usuário seja mais experiente. A técnica lado do servidor (server-side), por sua vez, deixa transparente ao usuário todo o processamento necessário para personalizar a apresentação de conteúdo, sendo utilizada pela maior parte dos sistemas pesquisados. A tabela 2.1 resume as vantagens e desvantagens de cada técnica.

Técnica	Vantagens	Desvantagens
Lado do cliente (<i>Client-side</i>)	maior flexibilidade, principalmente quanto à capacidade de processamento, já que não sobrecarrega o servidor.	o usuário precisa conhecer e, principalmente, utilizar uma ferramenta a mais, retirando a simplicidade da interface <i>web</i> .
Lado do servidor (<i>Server-side</i>)	maior integração direta entre o conteúdo e o usuário, além de maior controle, do ponto de vista do administrador do sistema, sobre os resultados obtidos.	carga sobre o servidor, devido à maior necessidade de processamento das requisições, além da captura de informações e apresentação direcionada.

Tabela 2.1 – Comparação entre as classificações lado cliente e lado servidor de personalização [Alves, 2005]

2.1.3.3 Cliente-negócio

Outra classificação foi apresentada por [Sae-Tang e Esichaikul, 2001] *apud* [Alves, 2005], resumida na Figura 2.4. Destaca-se a separação pelo escopo da divisão das tecnologias: voltadas ao cliente – onde se buscam maiores informações sobre o perfil e padrões de navegação do usuário – e voltadas ao negócio – onde se deseja modelar e implementar os processos de negócio tais como são, ou seja, voltado ao conteúdo.

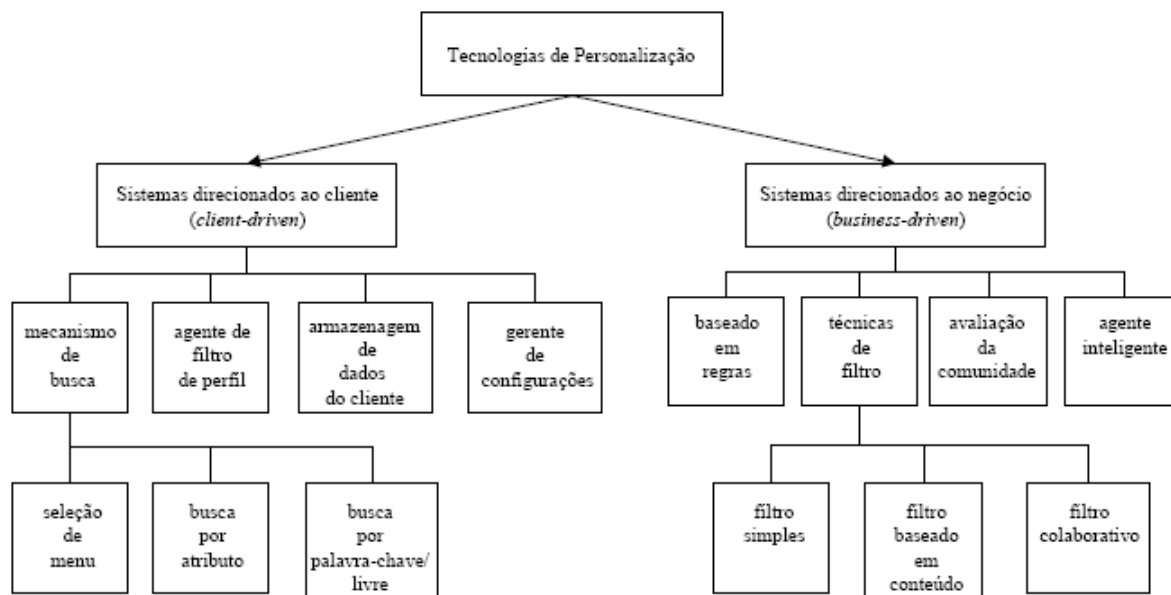


Figura 2.4 – Tecnologias utilizadas para personalização, aplicadas especificamente para comércio eletrônico (adaptada de [Sae-Tang e Esichaikul, 2001])

Segundo [Alves, 2005], a partir deste esquema, mais voltado para comércio eletrônico, é possível novamente fazer uma analogia entre a valorização do conteúdo (negócio) e do usuário (cliente). Conforme é feita a escolha da modelagem da informação, deve-se

escolher uma ou mais tecnologias coerentes, que possam atender aos requisitos e tratar adequadamente os dados disponíveis.

2.2 Questões envolvendo personalização

Para [Alves, 2005], alguns assuntos são apresentados freqüentemente como preocupações quando se trata de personalização. Isso se deve ao fato de se tratar de informações sobre o usuário. Esses dados devem trafegar pela Internet de modo seguro e sempre ser utilizados com conhecimento e consentimento do usuário. Esses temas devem ser levados em conta ao especificar um sistema de personalização, pois interferem na percepção do usuário quanto à confiança que pode depositar em um site e, em nenhuma hipótese, o usuário pode se sentir invadido ou desrespeitado.

2.2.1 Privacidade e ética

Para [Milagres, 2004], a privacidade ou sigilo é uma preocupação antiga, principalmente, de cientistas sociais, filósofos e advogados. Com o desenvolvimento de soluções de tecnologia da informação e de comunicação, as ameaças à privacidade pessoal aumentaram, especialmente no escopo do que se convencionou chamar Sociedade da Informação.

O uso de informações pessoais pode ser considerado desde benéfico em algumas situações, até criminoso em outras, dependendo de duas aplicações e do ponto de vista. Apesar do direito à privacidade ser reconhecido pela Declaração Universal dos Direitos Humanos das Nações Unidas, constituições nacionais, tratados regionais e códigos de ética profissional, a sua garantia deve ser um requisito na sociedade da informação. Segundo [Fischer-Hübner, 2001] *apud* [Milagres, 2004], a proteção da privacidade pode ser feita de algumas formas:

- Leis de proteção de dados e privacidade, sancionadas pelos governos;
- Controle de práticas de acesso a informação através de códigos profissionais de conduta;
- Uso de tecnologias de controle de privacidade pessoal;
- Conscientização de consumidores e profissionais de tecnologia da informação e comunicação com relação à privacidade.

2.2.1.1 Conceitos de privacidade e proteção de dados

A Internet e suas aplicações são geralmente vistas como ferramentas de acesso a informações por seus usuários. Paralelamente à facilidade que adiciona à vida de seus usuários em atividades que antigamente eram restritas a sistemas não conectados à rede, a Internet permite acesso quase irrestrito a informações pessoais de qualquer pessoa que já possua seus dados em sistemas on-line. A captura e o processamento de tais informações por aplicações que têm como objetivo a personalização e a adaptação de conteúdo on-line permitem serviços de melhor qualidade e eficiência, enquanto que o uso de informações pessoais para roubo de identidade e mineração de dados não são alternativas aceitas pelos usuários [Milagres, 2004].

Por ser um conceito abstrato e relativo a opiniões pessoais e a contextos de aplicação, há diversas definições que podem ser aplicadas a privacidade e proteção de dados. Há situações, por exemplo, onde uma invasão de privacidade para uma pessoa

pode não ser considerada como tal para outra. Assim, o conceito a ser adotado deve estar relacionado à diferenciação entre o que as pessoas podem ou não ver e conhecer [Milagres, 2004]. Na figura 2.5 é destacado um modelo definido por [Abelson *et al.*, 1998], que ilustra o balanceamento de informações pessoais para uma personalização de serviços, caracterizando a natureza abstrata do conceito de privacidade pessoal.

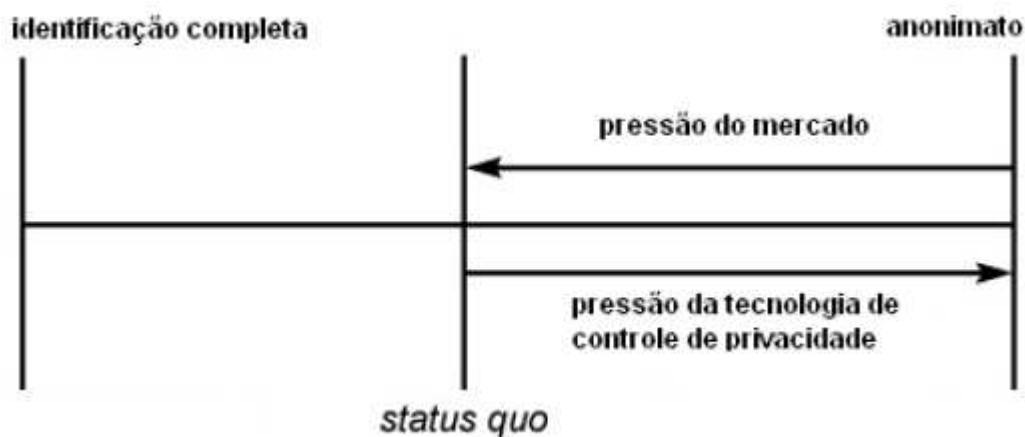


Figura 2.5 – Balanceamento de privacidade para personalização (adaptação de [Abelson *et al.*, 1998])

Acompanhando o desenvolvimento tecnológico e a computação cada vez mais presente no cotidiano, as pessoas tendem a perder a privacidade de maneira proporcional a intensificação do uso da tecnologia. Exemplos de perda de privacidade na sociedade moderna incluem sistemas de vigilância e controle de acesso físico, compras efetuadas com o cartão de crédito ou pagamento automatizado em pedágios [Milagres, 2004]. Ainda segundo [Milagres, 2004], em geral, o conceito de privacidade ou sigilo pode ser dividido em três aspectos:

- Territorial: proteção da área física próxima a uma pessoa, por exemplo, sua residência, trabalho ou áreas públicas;
- Pessoal: proteção pessoal contra interferência em excesso, por exemplo, na realização de testes toxicológicos ou na violação do senso moral;
- De informações: controle de condição e forma de acesso, armazenamento, processamento e disseminação de informações pessoais.

As informações pessoais são qualquer tipo de informação relativa às circunstâncias pessoais e materiais de uma pessoa identificada ou identificável. A proteção dos dados é a proteção de privacidade pessoal e é somente uma parte do conceito global de privacidade [Milagres, 2004].

2.2.1.2 Perspectiva histórica e legal

O interesse por privacidade e formas de garantia de sua proteção cresceu nas décadas de 60 e 70 com o advento de tecnologias da informação. Com a necessidade de regulamentação de uso de informações pessoais, seja na forma eletrônica ou não, governos de diversos países realizaram esforços com o objetivo de protegerem o direito de privacidade dos cidadãos.

Desde 2000, duas entidades – EPIC (Eletronic Privacy Information Center) e Privacy International – organizaram um relatório periódico de análise da legislação que trata de privacidade. Na edição de 2003 da pesquisa, foram avaliados 56 países e alguns dos resultados são destacados a seguir [Milagres, 2004]:

- Na União Européia e Oceania, há um rígido conjunto de leis que regula o acesso a informações pessoais. Em 1981 foi aprovada a Convenção 108 (Convention for the protection of individuals with regards to automatic processing of personal data) que trata de limitações de acesso a dados pessoais na coleta, processamento e armazenamento por membros do setor público ou privado;
- No continente africano, somente a África do Sul iniciou um processo de legislação para tratamento de privacidade pessoal;
- O artigo quinto da Constituição do Brasil de 1988 dá a todos os cidadãos o direito da privacidade. Em 1999, foi proposto um projeto de lei que dispõe sobre os crimes de informação, dentre eles, os que incluem a coleta, processamento e distribuição de informação de forma ilegal.

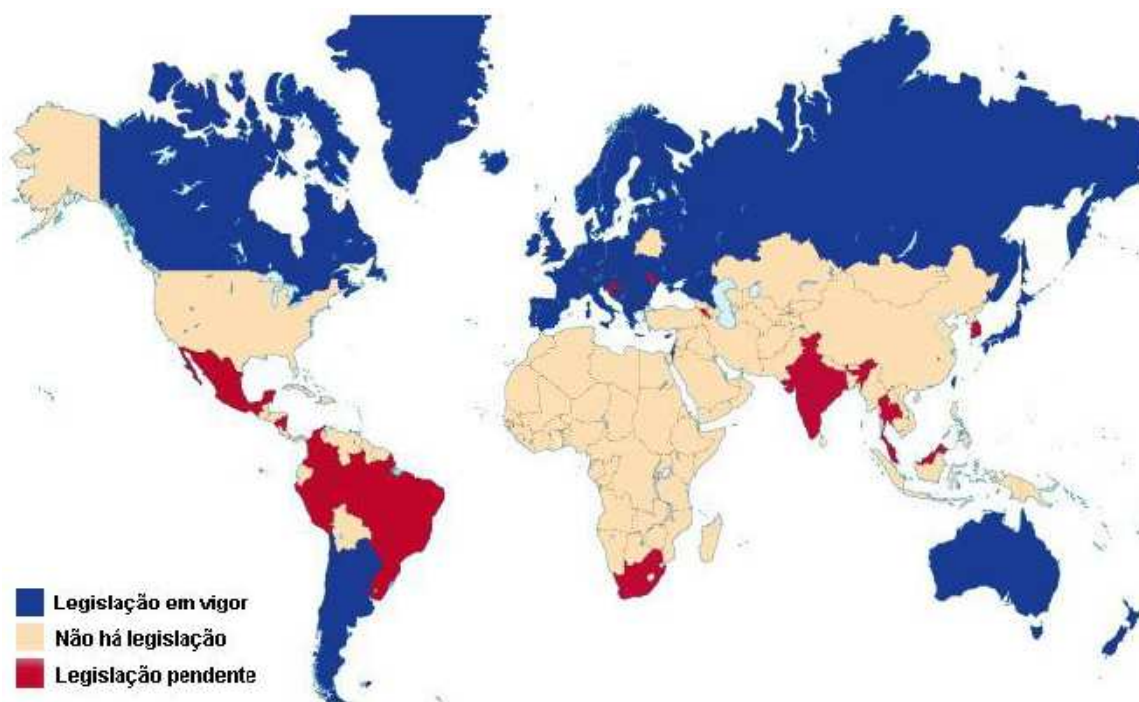


Figura 2.6 – O mapa mundial das leis de proteção de privacidade [Laurant *et al*, 2003] *apud* [Milagres, 2004]

3 Estudos Acerca de Personalização

3.1 Introdução

Este capítulo apresenta alguns dos principais estudos acerca de personalização.

3.2 Personalização de serviços com base em modelagem de usuários

Para [Santos *et al*, 2006], aprender é um ato cognitivo que envolve a aquisição de conhecimento e competências por parte de um aluno. Este ato é, em grande parte, uma experiência pessoal que pode ser realizada individualmente ou em grupo. No entanto, o sucesso dessa aprendizagem depende das capacidades cognitivas do aluno, ou seja, da forma como a informação é armazenada e processada. Nesta área, os estudos científicos revelam a existência de diversos perfis cognitivos, o que torna a generalização do processo de aprendizagem não adequada para a maioria dos alunos. É necessária assim, uma personalização do processo de aprendizagem, ou seja, adaptar o processo de aprendizagem a cada aluno.

Desde o final da década de 70, pesquisadores têm se preocupado com a construção de sistemas personalizáveis, capazes de adaptar seu comportamento e funcionalidade às necessidades de seus usuários. Deste modo, a pesquisa em modelagem de usuário (MU), resulta de trabalhos teóricos e experiências práticas desenvolvidas nas áreas tradicionais de Inteligência Artificial, especialmente Sistemas Tutores Inteligentes e Sistemas de Diálogo em Linguagem Natural, e de Interação Humano-Computador [Rosatelli e Tedesco, 2001].

Um modelo de usuário é uma representação explícita de propriedades de um usuário em particular, que permite que um sistema adapte diversos aspectos de seus desempenhos e de suas funcionalidades às necessidades individuais deste usuário. A preocupação inicial das pesquisas neste campo era a de construir modelos que representassem a capacidade cognitiva do estudante de maneira mais completa possível. Estes modelos, tipicamente baseados em regras, eram bastante explícitos e sofisticados, o que levou a um problema de eficiência (o esforço computacional utilizado para realizar as inferências não compensava os resultados em termos de adaptação). Além disto, a maior parte dos modelos, embora razoavelmente bem sucedidos, dependiam da análise de vários protocolos de utilização do sistema, tarefa tediosa e de custo alto, muitas vezes dependente da presença de um número significativo de participantes em experimentos de usabilidade [Rosatelli e Tedesco, 2001].

Assim, ao longo do tempo outras técnicas de MU foram sendo investigadas e foi-se optando por modelos menores, mais adaptados aos domínios de aplicação dos sistemas. Além disso, com a ênfase na construção de sistemas colaborativos, a construção de modelos do usuário tem se preocupado também em construir modelos que possam ser integrados a outros, para sugestão de formação de grupos efetivos de usuários [Rosatelli e Tedesco, 2001].

Nos dias atuais a MU tem tido grande impacto em desenvolvimentos recentes de áreas como filtragem de informação, sistemas de recomendação de produtos e serviços, comércio eletrônico, auxílio ao aprendizado on-line, auxílio à colaboração entre usuários e agentes de interface. De fato, a explosão da utilização do computador tem

exacerbado a necessidade de sistemas que se adaptem aos usuários [Rosatelli e Tedesco, 2001].

3.2.1 Objetivos do estudo

O projeto PERSONA, apresentado por [Santos *et al*, 2006], tem como principal objetivo o aumento de eficácia da formação de alunos no âmbito de cursos lecionados na plataforma FORMARE [Formare, 1994]. Segundo os autores, este objetivo é alcançado através da personalização e customização do FORMARE para cada aluno.

3.2.2 Descrição do estudo

Segundo [Santos *et al*, 2006], uma perspectiva de estudo sobre a personalização tem que considerar duas idéias chave: o utilizador como um aluno, e as abordagens de modelagem de utilizadores baseadas em sistemas Web. Numa primeira fase do projeto, segundo os autores, foram investigadas várias abordagens de diversas áreas, tais como:

- Sistemas de apoio ao desenvolvimento de conteúdos;
- Modelagem do utilizador;
- Sistemas Web adaptativos para o ensino;
- Hipermídia adaptativa;
- Sistemas tutores inteligentes;
- Ontologias para sistemas de e-learning.

Para cada uma das áreas consideradas, foi estudado um conjunto de trabalhos relevantes. Após a elaboração do estado da arte em relação à personalização de sistemas e-learning e áreas afins, os autores passaram para a fase de modelagem do sistema PERSONA. A abordagem proposta foca na elaboração de um “modelo” de aluno que vai definir o conjunto de dados que o sistema pode conhecer acerca deste.

3.2.2.1 Modelo de personalização

Esta seção faz a descrição da proposta descrita por [Santos *et al*, 2006] para a modelagem do aluno. A caracterização da abordagem é feita com o pressuposto da existência de um modelo de aluno que vai definir o conjunto de dados que o sistema pode conhecer sobre este. Esta informação pode vir de várias fontes: do próprio aluno, da interação entre o aluno e o sistema, do tutor, ou do administrador

O modelo do aluno é composto por dois tipos de dados. Os dados que não se alteram ao longo da interação entre o aluno e o sistema (chamados de modelo estático) e os dados que são alterados através da interação entre aluno e o sistema (que se designa por modelo dinâmico), podendo mudar ao longo da sessão. O modelo estático é composto por cinco sub-modelos (chamados de perfis) [Santos *et al*, 2006]:

- Perfil pessoal
- Perfil de personalidade
- Perfil cognitivo

- Perfil pedagógico
- Perfil de preferências

Cada um destes modelos define um conjunto de atributos do aluno. O perfil pessoal contém informação biográfica sobre o aluno que facilmente pode ser obtida da ficha de inscrição do mesmo: [Santos *et al*, 2006]:

- Nome do aluno;
- Necessidades especiais de acessibilidade aos materiais por parte dos alunos;
- Designação da entidade à qual o aluno está associado;
- Atividades profissionais do aluno;
- Lista de qualificações, certificados e licenças do aluno;
- Informação sobre credenciais e acessos de segurança do aluno.

O perfil de personalidade pretende modelar um conjunto de características do aluno que representam o seu tipo de carácter. Estas características podem ser obtidas implicitamente através da interação aluno/sistema, ou através de testes de personalidade efetuados pelo aluno no início do curso [Santos *et al*, 2006]:

- Tipo de personalidade do aluno;
- Capacidades de concentração do aluno;
- Capacidades de trabalho em grupo do aluno;
- Capacidade de relacionamento com a comunidade escolar.

O perfil cognitivo do aluno pretende captar as características de processamento da informação e de raciocínio do aluno, que tenham influência no processo de aprendizagem. Para, além disso, devem ser características mensuráveis. Neste aspecto, o estilo cognitivo que é usado em vários trabalhos na área de modelagem de utilizadores é normalmente obtido através de testes de personalidade que podem ser de difícil implementação. A disponibilização deste atributo é interessante, pois permite estabelecer uma personalização de conteúdos mais adequada ao aluno. Características do perfil cognitivo [Santos *et al*, 2006]:

- Estilo cognitivo do aluno;
- Experiência do aluno na utilização do sistema;
- Experiência do aluno no uso de computadores.

O perfil pedagógico pode ser entendido como parte do perfil cognitivo, no entanto, optou-se por colocá-lo em separado, tendo em conta que o perfil cognitivo é mais genérico do que o pedagógico. Este perfil pretende descrever o estereótipo de comportamento em situações de aprendizagem do aluno. Para além de duas características de carácter intrinsecamente pessoais (o estilo e a abordagem de aprendizagem), são definidas duas características mais operacionais: se o curso é avaliado ou não, e como é feito o controle do percurso de aprendizagem. Características do perfil pedagógico [Santos *et al*, 2006]:

- Classificação do estilo de aprendizagem segundo a representação mental dominante que o aluno usa para lidar com a informação;
- Principal estratégia de aprendizagem usada pelo aluno;

- Lista de conceitos que se pretende que o aluno adquira;
- Define se o aluno está a ser avaliado ou não;
- Controlo do percurso de aprendizagem (ordem pela qual os conteúdos devem ser apresentados ao aluno), se é o aluno que controla esse percurso, ou se é o sistema, ou ainda um controlo partilhado.

O perfil de preferências descreve um conjunto de atributos que armazenam as preferências do aluno relativamente à customização do sistema. Existem, neste perfil, alguns atributos que são definidos pelo administrador, os quais estabelecem permissões ao aluno. As características utilizadas são [Santos *et al*, 2006]:

- Formato de apresentação dos conteúdos preferido pelo aluno;
- Língua preferida pelo aluno para a apresentação dos conteúdos;
- Personalização ou não do aspecto gráfico do sistema;
- Personalização ou não dos comandos do sistema;
- Existência ou não de um espaço reservado para as notas do aluno;
- Volume do som do áudio desejado;
- Velocidade de apresentação de conteúdos;
- Existência ou não de legendas com os conteúdos de som, caso estes estejam preparados para o efeito.

Dentro do modelo dinâmico do aluno existe o perfil de desempenho e o perfil de conhecimento do aluno. O perfil de desempenho descreve o comportamento do aluno relativamente à sua performance atual. Este modelo vai sendo atualizado à medida que o aluno vai utilizando o sistema, sendo que os dados para este modelo são obtidos implicitamente através da interação do aluno com o sistema. Estes dados são [Santos *et al*, 2006]:

- Nível de motivação e autoconfiança do aluno para a aprendizagem;
- Capacidade do aluno de formalizar e compreender conceitos abstratos;
- Nível de desempenho global do aluno para a aprendizagem;
- Índice que representa o nível de esforço do aluno no curso;
- Histórico de resultados de exercícios, testes, questionários, e outras interações entre aluno e sistema.

O perfil de conhecimento descreve os conhecimentos e competências do aluno relevantes para o curso sendo frequentado. Outra informação importante é o progresso que o aluno demonstra relativamente aos objetivos propostos pelo curso. Existe ainda informação sobre as colaborações que o aluno mantém no decorrer do curso, de forma a se poder saber mais sobre a interação do aluno com outros colegas e/ou atores do sistema. Este modelo é também obtido implicitamente através da interação aluno/sistema, sendo atualizado à medida que o aluno vai avançando no curso. As características do perfil de conhecimento são [Santos *et al*, 2006]:

- Lista de conceitos do domínio de aprendizagem;
- Informação sobre mensagens trocadas pelo aluno que permitem inferir sobre a colaboração ativa do aluno;

- Progresso do aluno ao longo do curso, em termos de conhecimentos adquiridos em relação aos objetivos.

Segundo [Santos *et al*, 2006], a abordagem proposta consiste na personalização do sistema de e-learning com base em dois eixos de atuação: adaptação de conteúdos ao aluno, e adaptação da navegação às necessidades do aluno. A adaptação de conteúdos pode ser feita com base na adaptação on-line dos conteúdos textuais. Isto passa pela modificação de um texto de forma a ir de encontro às necessidades do aluno. Por exemplo, acrescentar texto explicativo (adicionar um exemplo de forma a ilustrar o conceito), caso o aluno ainda não tenha tomado conhecimento dos conceitos descritos no texto. Outro método de atuação a este nível é a escolha e apresentação ao aluno de uma determinada versão do conteúdo consoante as características do aluno (se é um aluno verbal apresenta-se texto, se é visual apresenta-se uma figura, ou se é sinestésico apresenta-se um exemplo com um exercício de aplicação).

A adaptação do percurso de aprendizagem do aluno (adaptação da navegação) passa pela escolha dos links a serem apresentados ao aluno. Basicamente o sistema tenta orientar a navegação do aluno de forma a tentar evitar conceitos para os quais os pressupostos ainda não estão todos aprendidos, ou então evita conceitos que já tenham sido bem aprendidos. Relativamente à implementação destas duas formas de adaptação, pode ser feito de duas maneiras: personalização off-line e personalização on-line.

A personalização off-line, ilustrada na figura 3.1, incide sobre a construção dos conteúdos através da análise dos dados recolhidos da interação entre o aluno e o sistema, para depois aconselhar a equipa de desenvolvimento dos conteúdos sobre qual a melhor forma de construir estes conteúdos.

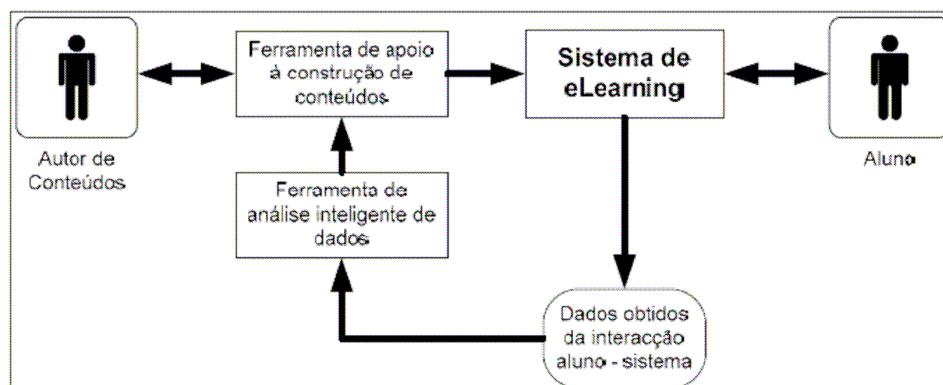


Figura 3.1 – Arquitetura para a vertente off-line [Santos *et al*, 2006]

A vertente on-line da personalização do sistema, ilustrada na figura 3.2, baseia-se na adaptação da navegação e dos conteúdos apresentados ao aluno durante a utilização do sistema. Para isso o sistema monitoriza constantemente o comportamento do aluno de forma a tentar identificar o estado do aluno, decidindo em cada caso qual a melhor opção a tomar quanto à adaptação do sistema ao aluno.

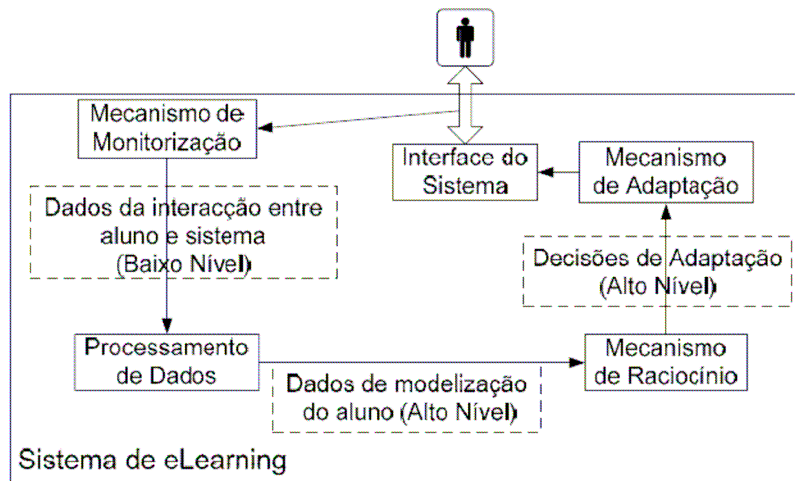


Figura 3.2 – Arquitetura para a vertente *on-line* [Santos *et al*, 2006]

3.2.3 Conclusões do estudo

Numa sociedade do conhecimento, as empresas e instituições investem cada vez mais na formação dos seus colaboradores, enquanto que as instituições de ensino procuram novos públicos alvos. Com a utilização massiva da Internet, o conceito de ensino à distância trouxe um novo modelo de aprendizagem, que necessita de uma nova visão sobre os processos educativos. No entanto, com a existência de diversos perfis cognitivos, a generalização do processo de aprendizagem torna-se muitas vezes não adequada para a maioria dos alunos. Assim, é necessário, adaptar o processo de aprendizagem a cada aluno.

3.3 Personalizando Conteúdo Web com Agentes de Conteúdo distribuídos

Atualmente, uma relação construída entre clientes e empresas é fator fundamental para o crescimento destas. A palavra da vez é fidelização, onde não importa mais a quantidade de clientes que uma empresa possui, e sim a capacidade desta atrair novos clientes, mantendo os já conquistados. Cada vez mais as empresas procuram conhecer seus clientes, saber de suas preferências e, desta forma, personalizar o atendimento. Em termos de Web, tal fidelização se baseia na utilização de recursos para personalizar o conteúdo dos sites, de maneira que o visitante tenha acesso rápido aos assuntos de seu interesse [Wild *et al*, 2001].

3.3.1 Objetivos do estudo

O objetivo do estudo é a implementação de um site de notícias com conteúdo dinâmico, que receba seus visitantes e, conforme a interação com estes, constrói um site personalizado com a ajuda de um conjunto de agentes que interagem com um agente responsável pela interação com o usuário. De uma forma geral, o estudo compreende um estudo de caso baseado em uma arquitetura que visa facilitar o processo de desenvolvimento de sistemas para estudo e exploração de técnicas para personalização de conteúdo, estudar diversas maneiras de comunicação entre os agentes, entre outras facilidades [Wild *et al*, 2001].

3.3.2 Descrição do estudo

Segundo [Wild *et al*, 2001], personalização de conteúdo se refere a combinação de tecnologia com informações previamente fornecidas pelo cliente para auxiliar nas interações entre um negócio e cada cliente. Conforme o que for fornecido pelo cliente, as interações se alteram no sentido de adaptar o negócio às necessidades do cliente, fazendo com que ele tenha acesso a produtos que reflitam melhor suas necessidades e expectativas.

Com relação à arquitetura proposta pelos autores, o principal objetivo é facilitar o desenvolvimento e exploração de técnicas de personalização de conteúdo e também a comunicação entre os agentes, assim como formas para recuperação de informações (formas como os agentes de notícia recuperam as notícias). Na figura 3.3 é ilustrada a arquitetura proposta.

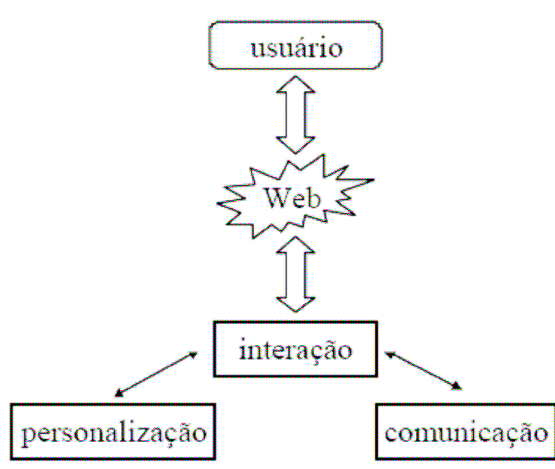


Figura 3.3 – Representação da arquitetura proposta [Wild *et al*, 2001]

A arquitetura proposta foi definida em função de três camadas:

- Interação com o usuário: esta camada tem a funcionalidade de prover a comunicação entre a arquitetura e o usuário do site. Devem-se receber as requisições dos usuários e responder conforme o tipo de interação implementada. Esta camada também é responsável pela interação com o usuário em off-line, com a possibilidade de envio de e-mails para celulares, com o uso de mensagens curtas.
- Personalização de conteúdo: sempre que o site estiver pedindo conteúdo personalizado a camada de interação com o usuário entra em contato com a camada de personalização para conseguir recomendações para o usuário que está acessando o site.
- Comunicação entre agentes de conteúdo: após a camada de interação receber da camada de personalização as informações sobre recomendações, é momento de esta entrar em contato com a camada de comunicação, para que esta contate os agentes necessários para montar o conteúdo dinâmico do site.

Dentro da implementação do projeto, procurou-se, sempre, fazer uso de estruturas de dados padronizadas, que pudessem facilitar o desenvolvimento e a exploração da arquitetura proposta. Algumas interfaces foram desenvolvidas para contemplar este objetivo, dentre elas [Wild *et al*, 2001]:

- Agente personalizador de conteúdo: implementa um método padrão, invocado pelo componente que faz a interação com o usuário para obter notícias que o mesmo possa ter interesse em ver. O resultado desta interação é repassado ao agente de comunicação.
- Agente de comunicação: responsáveis pela comunicação com os agentes de notícias para recuperar as notícias armazenadas por eles.
- Agentes de notícias: retornam um número de notícias requisitadas pelo agente de interação com o usuário, seguindo uma prioridade de notícias (importância das notícias) também passada pelo agente de interação com o usuário. Uma característica importante aqui, todo agente jornalista tem que classificar suas notícias por importância, para facilitar a busca dos agentes com o qual este interage.

3.3.3 Conclusões do estudo

No cenário atual, empresas e clientes estão convergindo para uma maior interação. Neste sentido, a questão de personalização assume papel importante para o crescimento das empresas. Tal personalização (conteúdo, serviços, etc.) permite que usuários sejam atendidos em função de suas necessidades e preferências específicas.

Como forma de facilitar a execução da personalização, em particular de conteúdo, o estudo realizado por [Wild *et al*, 2001], promove a utilização de uma arquitetura baseada em agentes distribuídos para o desenvolvimento de um site de notícias com conteúdo dinâmico, que recebe seus visitantes e conforme a interação com estes constrói um site personalizado. Essa tarefa é realizada com a ajuda de um conjunto de agentes que interagem com um agente responsável pela interação com o usuário.

3.4 Diagnosticando o Usuário para a Criação de Sistemas Personalizáveis

Com o surgimento de sistemas cada vez mais complexos, cresce a demanda dos usuários por sistemas personalizáveis. De fato, personalizar a interação significa usar a informação sobre um usuário particular para que um sistema possa adaptar diversos aspectos de seu desempenho e de suas funcionalidades às necessidades individuais deste usuário. A personalização tem tido grande impacto em desenvolvimentos recentes de áreas como filtragem de informação, sistemas de recomendação de produtos e serviços, entre outras. Mais ainda, a incorporação do conceito de modelagem de usuário é fator importante no sentido de possibilitar a construção de sistemas adaptativos a custo viável. Neste sentido, segundo [Pohl, 1999] *apud* [Rosatelli e Tedesco, 2001], um sistema de modelo de usuário deve ter a capacidade de formar suposições sobre os usuários a partir de seu comportamento, representar e armazenar suas suposições, habilidade de inferir novas sentenças (ou suposições) a partir das existentes, possuir conhecimento suficiente para lidar com inconsistências entre as suposições e capacidade de fornecer as informações constantes do modelo para o sistema.

3.4.1 Objetivos do estudo

O estudo apresentado por [Rosatelli e Tedesco, 2001] aborda os fundamentos da área de modelagem de usuário - suas características, propriedades, métodos - que tornam possível criar um sistema personalizável, ou seja, um sistema que adapte a experiência

de interação para um usuário particular. Além disso, as principais aplicações dos modelos do usuário e também exemplos de sistemas adaptativos são apresentadas, incluindo desde os mais tradicionais da área de modelagem de usuário até aqueles desenvolvidos nos últimos anos para personalização na Web.

3.4.2 Descrição do estudo

Segundo [Rosatelli e Tedesco, 2001], uma das grandes motivações para se construir sistemas capazes de modelar seu usuário é a adaptabilidade que este tipo de informação pode prover para a aplicação em questão. Para tal, é necessário responder a uma série de perguntas, que não somente ajudam o projetista a compreender o que necessariamente deve modelar, mas também o auxiliam a decidir se o custo computacional de criar e manter um modelo compensa. Vale, no entanto, ressaltar que ao longo da história, os projetistas têm tendido a usar a intuição e/ou experiência na hora de decidir o que incluir no modelo do usuário e como representar estas informações. De fato, ainda não há uma metodologia consagrada para construção de sistemas de modelagem do usuário e tampouco para sistemas adaptativos.

Uma vez decidido que é válido incorporar um módulo de MU, é necessário definir que tipo de informação colocar no modelo. De acordo com [Jameson, 1999] *apud* [Rosatelli e Tedesco, 2001], as informações mais comuns são: características pessoais, interesses e preferências, habilidades, objetivos, crenças, padrões de Comportamento e contexto de Interação.

3.4.2.1 Métodos para modelagem de usuário

Segundo [Rosatelli e Tedesco, 2001], os modelos do usuário podem fazer uso de várias técnicas de IA, dentre as quais se podem destacar:

- Aprendizagem de máquina: uma dimensão na qual a aplicação de AM para MU pode ser analisada refere-se à modelagem de indivíduos ou grupos: enquanto muitas das aplicações existentes modelam usuários individuais, percebe-se que as aplicações emergentes estão relacionadas a modelos genéricos de comunidades de usuários, como por exemplo, na área de comércio eletrônico. Tais aplicações, onde o usuário realiza uma tarefa que envolve a seleção entre opções predefinidas repetidas vezes, parecem, a primeira vista, ideais para aplicar técnicas de AM à MU. Neste caso, as observações do comportamento do usuário gerariam um conjunto de exemplos de treinamento que seria utilizado por um componente de um sistema de AM para prever as ações futuras deste usuário.
- Modelos estatísticos preditivos: para realizar a tarefa de modelar um usuário, um sistema deve lidar com a incerteza referente a inferências feitas sobre um usuário na ausência de informações completas. A AM e o raciocínio sob incerteza geram uma variedade de técnicas que juntas formam o que se denomina modelos estatísticos preditivos, tais como Árvores de Decisão, Redes Neurais e Redes Bayesianas. O uso de modelos estatísticos preditivos para a MU é relativamente recente e foi estimulado pelas grandes quantidades de dados disponíveis eletronicamente e pelos avanços na AM.
- Técnicas para reconhecimento de planos: um aspecto importante da área de MU é saber quais os planos e objetivos do usuário. As técnicas de reconhecimento e de inferência de planos desempenham um papel fundamental nos

modelos de usuário. Estas técnicas são reconhecidamente úteis os sistemas adaptativos, mas por outro lado devem ser capazes de lidar com problemas tais como a ambigüidade, a robustez, os requisitos da representação do conhecimento do domínio e a eficiência. Basicamente, o reconhecimento de planos consiste em inferir os objetivos de outra pessoa ou agente e pelo menos uma parte dos planos dessa pessoa ou agente para atingir esses objetivos.

- Modelos baseados em lógica: a modelagem baseada em lógica considera que o modelo do usuário corresponde a um conjunto de suas crenças, e as representa de maneira diferenciada. A partir do modelo baseado em lógica, podem-se fazer inferências sobre o conteúdo destas crenças. As vantagens dessa abordagem são que crenças complexas são possíveis de ser representadas e que não é difícil computar as inferências lógicas da base de crenças. Nos modelos baseados em lógica, o que encontramos são sentenças que representam as crenças do sistema sobre as crenças do usuário.

Atualmente, com a demanda por sistemas personalizáveis, capazes de diminuir a carga cognitiva dos usuários, cada vez mais aplicações adaptativas podem ser encontradas. Dentre essas aplicações, cita-se, por exemplo, a modelagem de estudante. Em resumo, o modelo do estudante é uma representação qualitativa e parcial do conhecimento do estudante sobre um determinado domínio, e que possibilita ao sistema computacional explicar e prever (muitas vezes) o comportamento do estudante. Para tal, é preciso identificar relações entre o comportamento e o conhecimento prévio.

3.4.3 Conclusões do trabalho

No trabalho apresentado, [Rosatelli e Tedesco, 2001] procura mostrar que desde que o acesso à tecnologia começou a se expandir, a tendência da pesquisa (tanto acadêmica quanto comercial) foi a de buscar formas de construir sistemas computacionais mais simples de utilizar, que demandassem menos esforço da parte dos usuários. Em outras palavras, a idéia era construir sistemas que fossem capazes de se adaptar aos usuários e às suas necessidades particulares. Desta forma, os usuários não teriam mais que despende esforços para aprender a utilizar os sistemas, pois estes trabalhariam com o usuário em um esquema de cooperação – auxiliando-o a completar suas tarefas mais facilmente. Este tipo de preocupação ficou depois conhecido como “personalização”.

A tendência cada vez maior de personalização tem tido implicações em várias áreas, por exemplo, modelagem de estudante. Nesta área, o foco de investigação passou de buscar compor modelos completos da capacidade cognitiva do usuário (que muitas vezes se tornaram ineficientes) para a construção de modelos menores, construídos em tempo de execução por agentes inteligentes, e que podem ser vistos e negociados com o usuário.

Segundo as autoras, a tendência dos sistemas de MU é um tanto imprevisível, em função da constante evolução das tecnologias de hardware e software, etc. Por outro lado, a palavra de ordem é a personalização, que tem comprovado benefícios tanto para os usuários como para os provedores de serviços personalizados.

3.5 Personalização em Ambientes de Aprendizagem Distribuídos

Segundo [Dolog e Sintek, 2004], suporte personalizado para aprendizes tornou-se um tema muito importante, principalmente quando as atividades de e-learning são reali-

zadas sobre dinâmicas redes de informação. Ainda segundo os autores, personalizar a aprendizagem usando informações distribuídas em ambientes de aprendizagem dinâmicos e heterogênea é, ainda, uma tarefa não resolvida do ramo de e-learning.

3.5.1 Objetivos do estudo

O estudo apresentado por [Dolog e Sintek, 2004], procura mostrar como realizar um suporte de aprendizado personalizado em ambientes de aprendizagem distribuídos. Os autores propõem uma arquitetura baseada em serviços, cujo objetivo é o provimento de uma aprendizagem personalizada, onde a tarefa de personalização é realizada por vários serviços Web (Web services).

3.5.2 Descrição do estudo

Os autores destacam alguns dos problemas, no contexto de personalização, que forma a base de investigação para o estudo proposto. Dentre estes problemas, destacam-se:

- Como prover personalização, fazendo uso de repositórios de dados distribuídos;
- Como prover suporte aos aprendizes em função da identificação de seus perfis;
- Como integrar personalização com outras funcionalidades necessárias em termos de aprendizagem.

Neste sentido, o estudo apresentado descreve uma abordagem que provê funcionalidades em termos de personalização, baseado em serviços distribuídos. Os autores descrevem o uso de tecnologias de Web semântica visando a representação de conhecimento acerca dos recursos, aprendizes e serviços. Além disso, investiga-se o desenvolvimento de uma arquitetura que integra repositórios distribuídos de aprendizagem sem a necessidade de centralização de controle.

3.5.2.1 Caracterização da arquitetura de personalização

Segundo [Dolog e Sintek, 2004], o componente central da arquitetura de personalização é o assistente de aprendizagem pessoal (PLA - Personal Learning Assistant): um serviço que integra e utiliza outros serviços da arquitetura para encontrar recursos de aprendizagem, cursos, etc. apropriados para um usuário em particular.

A figura 3.4 ilustra a organização da arquitetura para personalização proposta no estudo. Como pode ser visualizado, o PLA corresponde ao componente central da arquitetura. Além disso, tal componente faz uso de metadados de usuário, utilizando as informações dos usuários descritas nestes para a realização das atividades de personalização. Os demais componentes da arquitetura são [Dolog e Sintek, 2001]:

- Componentes de interação com usuário (User Interaction Components): permite que a interação entre usuários e a arquitetura seja realizada através de diferentes dispositivos: PDA's, computadores pessoais, etc.
- Serviço de rescrita de consultas (Query Rewriting Service): permite que as consultas realizadas sejam reescritas, adicionando-se novas restrições baseadas nas preferências dos usuários.

- Serviços de recomendação (Recommendation Services): este componente provê informações acerca dos recursos de aprendizagem de acordo com as informações presentes nos perfis dos usuários.
- Serviço de geração de link (Link Generation Service): provê relações semânticas (personalizadas) para um dado recurso de acordo com as informações dos perfis de usuários. Tais relações podem ser utilizadas, dentre outras coisas, para informar o contexto de um recurso ou informar demais recursos relacionados a um dado recurso em particular. Este componente pode ainda ser utilizado para adicionar links e “ligar” informações para um determinado recurso.
- Serviço de ontologia (Ontology Service): possui uma ou várias ontologias, as quais são utilizadas para melhorar a eficiência de buscas. Como ontologias podem sofrer modificações ao longo do tempo, o serviço de ontologia deve ser capaz de aceitar atualizações, permitindo que consultas sejam realizadas com suporte das novas ontologias.
- Serviço de mapeamento (Mapping Service): permite o mapeamento entre diferentes ontologias. Desta forma, um conceito definido em uma determinada ontologia pode ser mapeado para outro, em outra ontologia. Da mesma forma que o componente de serviço de ontologia, este também deve suportar atualizações, a medida que as ontologias são modificadas.
- Serviço de repositório (Repository Service): provê acesso a qualquer tipo de repositório que esteja conectado a rede. Repositórios, neste estudo, podem ser arquivos simples, bancos de dados, etc.
- Serviço de informações (Annotations Service): provê informações/metadados acerca dos materiais de aprendizagem, constituindo-se em um componente útil na busca por recursos.

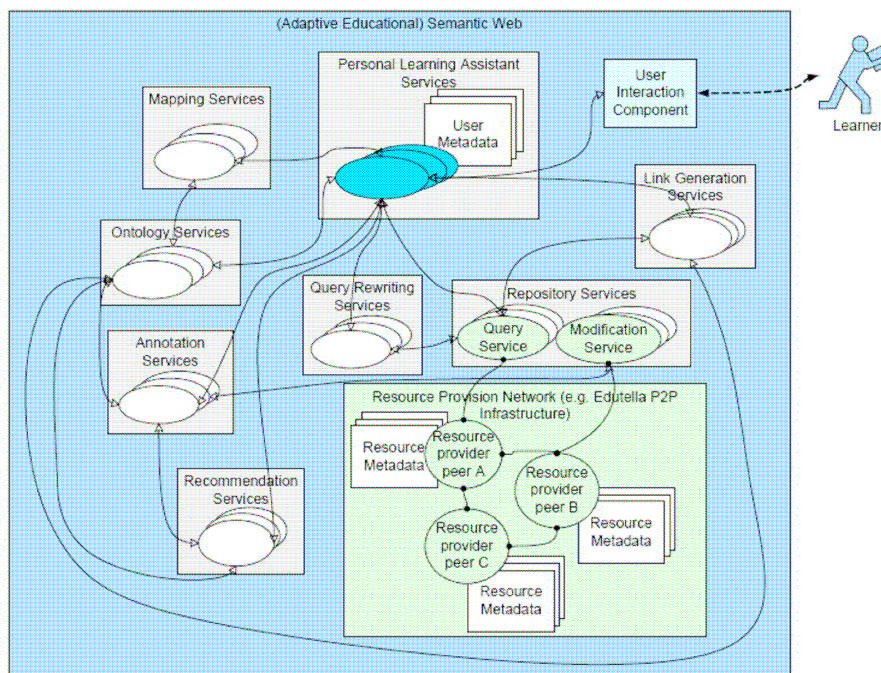


Figura 3.4 – Arquitetura para serviços de personalização [Dolog e Sintek, 2001]

3.5.3 Conclusões do estudo

Neste estudo, [Dolog e Sintek, 2004] procuram descrever uma abordagem para assimilar personalização na Web semântica, especificamente para a área de educação e aprendizagem. Neste sentido, o estudo procura mostrar com a questão de personalização pode ser atribuída a serviços Web com conceitos semânticos.

3.6 Agentes para Personalização de Aprendizagem

A utilização de agentes de software em processos de aprendizagem é um tema que começa a se tornar forte, principalmente ao se considerar o uso de personalização nestes processos. A idéia em torno deste tema é ter agentes que, munidos de modelos de usuário (pacotes de informações sobre determinado usuário: preferências, assuntos de interesses, grau de escolaridade, etc.), realizariam tarefas (buscas de recursos, por exemplo), antes voltadas para um público não específico, focadas em um determinado usuário. Resultados mais precisos e realização de tarefas em menos tempo são alguns dos benefícios obtidos com personalização. Mais ainda, a automação deste processo por meio de agentes é fator ainda mais interessante.

3.6.1 Objetivos do estudo

No trabalho apresentado por [Shi *et al*, 2002], os autores apresentam uma abordagem que utiliza a idéia de utilização de agentes inteligentes como forma de se conseguir aprendizado personalizado através de e-learning. Especificamente, os autores desenvolvem um esquema no qual o processo de aprendizagem deixa de ser responsabilidade de instrutores humanos para ser coordenado e dirigido por agentes de software. Estes agentes são equipados com um mecanismo de interpretação que entende o comportamento dos aprendizes dentro de um ambiente de aprendizagem.

3.6.2 Descrição do estudo

O ambiente de e-learning na qual o esquema é desenvolvido inclui um número definido de aprendizes humanos, o agente de coordenação e uma infra-estrutura de comunicação como a Internet, com um mecanismo de controle apropriado. Cada aprendiz possui certo grau de conhecimento, assim como um determinado potencial de aprendizagem. De acordo com [Shi *et al*, 2002], ambos os fatores contribuem decisivamente para o comportamento dos usuários. O agente interage com os usuários de forma a avaliar suas ações e, conseqüentemente, alcançar o objetivo da aprendizagem: personalização.

3.6.2.1 Modelagem dos usuários

O comportamento dos usuários dentro do ambiente de aprendizagem é representado através de um modelo de usuário. Este modelo contém informações acerca de avaliações para as quais os usuários são submetidos (em suma, estas avaliações correspondem ao processo de aprendizado sendo aplicado ao usuário). Estas avaliações servem de base para se conhecer o desempenho dos usuários em função de seus conhecimentos e, desta forma, promover meios de se realizar a personalização. Um algoritmo definido no estudo é utilizado como guia no processo de aprendizagem.

3.6.2.2 Uso do modelo de usuário

Segundo [Shi *et al*, 2002], a tarefa do agente de software de personalizar a aprendizagem é realizada, basicamente, explorando-se o desempenho dos usuários a medida que os mesmos são avaliados ao passarem por um processo de aprendizagem. Neste caso, este processo compreende um determinado curso, por sua vez contendo tópicos relacionados. Ao entrarem no ambiente de aprendizagem, um agente de supervisão realiza a tarefa de guiar os usuários através dos tópicos do curso e avalia o desempenho dos mesmos na medida em que são avaliados. Baseado no desempenho dos usuários, os agentes decidem para quais tópicos estes usuário devem ser direcionados, buscando evitar que os mesmos obtenham baixo desempenho.

Segundo os autores, um problema associado à abordagem é o fato da avaliação ser parcial, ou seja, os usuários são avaliados durante a realização da aprendizagem (não há uma avaliação de desempenho em termos gerais). Redirecionar um usuário para um tópico em função desempenho (e desta forma fugindo do fluxo normal de tópicos a visitar) não implica que o mesmo não poderia ter bom desempenho se continuasse no fluxo normal de tópicos.

3.6.3 Conclusões do estudo

O objetivo maior do estudo, segundo [Shi *et al*, 2002], é mostrar a praticabilidade da idéia de se modelar o comportamento de usuários pela interpretação proposta por agentes de software em ambientes de aprendizagem. Em suma, esta interpretação é realizada em função do desempenho dos usuários acerca da aprendizagem a eles submetida. Mas obstáculos são encontrados a medida que estes agentes definem a fluxo a ser seguido por cada usuário em função de seu desempenho durante o processo de aprendizagem.

3.7 Ferramenta Adaptativa de Avaliação da Aprendizagem

Segundo [Cura *et al*, 2004], um dos principais problemas do sistema de ensino e aprendizagem é que os alunos são tratados de maneira uniforme. Isto também ocorre no sistema de avaliação em que os alunos são avaliados e julgados sem que se leve em consideração o seu nível de conhecimentos prévios, ou seja, todos os alunos são avaliados da mesma maneira, independentes de possuir ou não os pré-requisitos necessários para a avaliação.

Por isso, identificar o nível de conhecimento atual do aprendiz é um fator importante para que se possa caminhar de forma eficaz para a adaptação no sistema de ensino-aprendizagem, quer seja nos conteúdos ou nas atividades instrucionais. Isto pode ser alcançado através de um processo de avaliação capaz de identificar o grau de conhecimento atual do aprendiz em cada tópico do conteúdo da disciplina. Ainda segundo os autores, diversas pesquisas têm indicado que é importante a identificação do conhecimento metacognitivo, ou seja, determinar o conhecimento que o aprendiz possui sobre o seu próprio conhecimento.

3.7.1 Objetivo do estudo

O trabalho apresentado por [Cura *et al*, 2004] tem por objetivo apresentar um modelo de adaptação da avaliação da aprendizagem baseado no perfil do aluno, representado pelo seu atual nível cognitivo e metacognitivo, e também possibilitar ao aluno a visua-

lização do seu desempenho baseado em índices gerados na avaliação. Pretende-se, com isto, suprir professor e aluno com uma nova dinâmica de avaliação que possa contribuir para melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

3.7.2 Descrição do estudo

Segundo [Cura *et al*, 2004], dentre os sistemas de ensino-aprendizagem destacam-se duas vertentes: o sistema presencial com uma grande quantidade de estudantes, ocasionando um processo de ensino-aprendizagem homogêneo, tornando-se difícil atender cada estudante de forma diferenciada, e os ambientes virtuais de aprendizagem, que apesar de permitirem tratamento mais personalizado apresentam no processo de avaliação, em sua maioria, uma seqüência pré-determinada de questões para todo e qualquer aprendiz, ao invés de possibilitar uma adaptação ao Nível de Aquisição de Conhecimentos (NAC) de cada aprendiz.

Neste sentido, o estudo apresenta a arquitetura de uma ferramenta adaptativa de avaliação da aprendizagem, capaz de fazer a seleção automática de questões com base no NAC do aprendiz, em cada item (conceito) de um domínio de conhecimento e também na situação metacognitiva do aprendiz, gerando uma avaliação personalizada. Além de gerar avaliações adaptativas, o modelo apresenta ao aluno informações que possibilitarão análises mais detalhadas sobre o seu desempenho metacognitivo com base na pré e pós-avaliação [Cura *et al*, 2004].

Os processos cognitivos são atividades que ocorrem na memória dos seres, envolvendo a codificação e o pensamento. No processo de pensamento, a cognição é descrita em termos de habilidade do aprendiz que realizam certos tipos de tarefa. No estudo apresentado, optou-se por utilizar, como média cognitiva, o Nível de Aquisição de Conhecimentos (NAC), como modelo de avaliação contínua da aprendizagem. O NAC é uma medida capaz de indicar o nível de conhecimento do aprendiz num determinado item (conceito) de um domínio de conhecimento. Apesar de ser um valor numérico, o NAC não deve ser encarado como uma nota, mas sim como uma forma de acompanhamento do aprendizado do aprendiz [Cura *et al*, 2004].

3.7.2.1 Ambientes computacionais de aprendizagem e adaptabilidade

No âmbito da pesquisa em Informática aplicada à Educação, atualmente, os sistemas tutores inteligentes (STI's) são as aplicações mais disseminadas. SIT's são sistemas que tem a capacidade de modelar o ensino, a aprendizagem, a comunicação e o domínio do conhecimento, e também devem modelar e raciocinar sobre o domínio do conhecimento do especialista e o entendimento do indivíduo sobre o domínio em questão, ou seja, envolve a composição de diversas disciplinas como psicologia, ciência cognitiva e inteligência artificial. Estes sistemas se baseiam em três tipos de conhecimentos [Cura *et al*, 2004]:

- Conhecimento que o sistema tem sobre os conteúdos a serem ensinados (especialista);
- Conhecimento sobre o conhecimento do aluno sobre este conteúdo (modelo do aluno);
- Conhecimento sobre a pedagogia das estratégias de ensino (tutor).

Mais ainda, os STI's podem ser acrescidos com uma funcionalidade fundamental para uma melhor qualidade no processo de ensino-aprendizagem: a adaptabilidade,

cujo objetivo é adaptar o conteúdo de um nó de informação do domínio da aplicação ao nível decorrente de conhecimento e outras características do usuário.

[Henze, 2000] *apud* [Cura *et al*, 2004], afirma que a personalização do sistema proporciona ao usuário uma visão e possibilidades de navegação individuais para a interação com o mesmo, usando o módulo do aluno para armazenar informações sobre seus conhecimentos, objetivos, experiências, a fim de adaptar o conteúdo a cada usuário individual conforme demonstrado na figura 3.5: informações obtidas do módulo do aluno alimentam o “componente de adaptação” e os resultados desta adaptação alimentam o Sistema de Avaliação; depois de realizar a avaliação as informações do aluno realimentam o módulo do aluno.

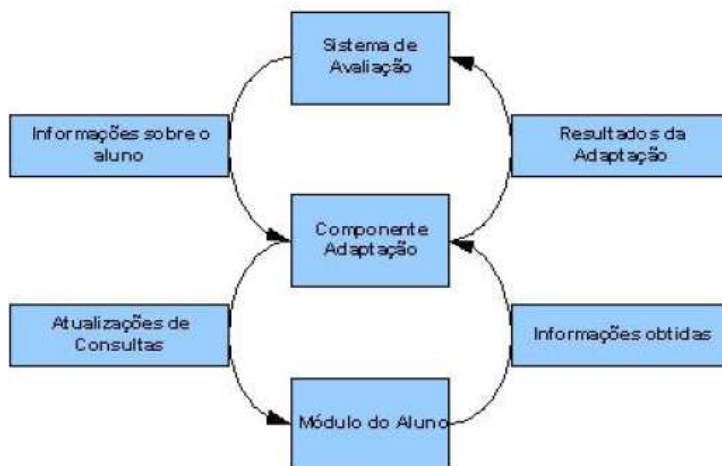


Figura 3.5 – Estrutura de Adaptação [Cura *et al*, 2004]

Segundo [Cura *et al*, 2004], para que a adaptabilidade seja possível, faz-se necessário uma adequada representação do conhecimento. Neste sentido, esta representação pode ser obtida através do uso de ontologias.

3.7.2.2 Modelo para avaliações adaptativas

Segundo [Cura *et al*, 2004], tão importante quanto à personalização do ensino, adaptado às condições de aprendizagem do aluno é a personalização da avaliação. O estudo apresentado pelos autores apresenta um modelo de adaptação de avaliação da aprendizagem baseado no perfil do aluno. A arquitetura proposta para a ferramenta adaptativa de avaliação é mostrada na figura 3.6.



Figura 3.6 – Arquitetura básica da ferramenta de avaliação [Cura *et al*, 2004]

No módulo do conhecimento está representado o conhecimento do domínio em questão através do uso de ontologias. Este módulo possibilita ao administrador (professor) inserir todos os tópicos do conteúdo da disciplina, que serão utilizados nas avaliações. O módulo do aprendiz contém o perfil atualizado do aprendiz, bem como o histórico de seu desempenho, ou seja, as medidas cognitivas e metacognitivas, as quais serão utilizadas pelo módulo de avaliação. O módulo do professor efetua o cadastro das unidades de avaliação (questões), informando os itens (conceitos) associados a cada unidade de avaliação. Cada avaliação pode ser composta de várias unidades de avaliação. Neste módulo, o professor pode também efetuar a correção das avaliações, além de visualizar o perfil do aprendiz. Já o módulo de avaliação tem como finalidade principal gerar avaliação adaptadas ao perfil do aprendiz, possibilitando um processo de avaliação contínua.

3.7.3 Conclusões do trabalho

As dificuldades que os alunos enfrentam no dia-a-dia acadêmico, no que diz respeito ao aprendizado, são agravadas pela pouca informação que os atuais sistemas de avaliação fornecem ao aluno. Mais do que definir aprovação ou reprovação, o sistema de avaliação deve ser o motor do processo de aprendizagem. Neste sentido, a proposta de um modelo para construção de uma ferramenta adaptativa de avaliação da aprendizagem, baseado no histórico do aluno, e representado pelo seu nível cognitivo e metacognitivo, representa um meio viável no sentido de promover a personalização de aprendizagem.

Uma vez de posse deste “modelo de conhecimento” do aprendiz, outras técnicas de personalização podem ser aplicadas, buscando oferecer ao aluno um caminho adequado ao seu nível de conhecimento, suas habilidades, preferências, etc.

4 Conclusões

Personalização, de um modo geral, é um tema de pesquisa ainda incipiente, apesar de sua extrema importância e necessidade. O modelo de recuperação de documentos utilizado pelas ferramentas convencionais de busca de informações na Web não atende adequadamente às necessidades de um grande número de usuários - efetividade na busca de informações, manutenção de perfil que os defina como consumidores de informação e a manutenção do histórico das consultas - que têm interesses específicos em determinadas áreas de pesquisa bibliográfica.

O requisito fundamental - efetividade na busca de informações - não é adequadamente resolvido pelas ferramentas de busca. Essas, normalmente, assumem políticas de busca genéricas, centradas na informação e seus atributos - números de acesso e ocorrências nas diversas páginas da Web -, sem considerar particularidades dos usuários. Em consequência, o seguinte cenário indesejável é uma constante: um usuário solicita um pequeno conjunto de documentos (muitas vezes, um único documento) de um determinado assunto; ao invés disto, ele recebe uma montanha de documentos que pouco ou nada tem a ver com o que foi solicitado, com muita sorte, e depois algum tempo perdido, ele poderá encontrar seu(s) documento(s).

No que se refere à personalização de aprendizagem (personalização aplicada a e-learning), verifica-se que muito ainda precisa ser feito. Estudos procuram aplicar personalização como forma de aumentar o nível de aproveitamento dos alunos nos cursos em que estes participam. Neste sentido, tecnologias como agentes de software são con-

sideradas, buscando tornar o processo de aprendizagem mais eficaz e automático, na medida em que direciona, para os alunos, recursos mais adequados para seus perfis (habilidade, conhecimento, interesse, etc.).

Diversas áreas de conhecimento (Inteligência Artificial, por exemplo), procuram de alguma forma, dar suporte ao processo de personalização. De uma forma geral, a comunidade científica reconhece os benefícios obtidos com a personalização. Mais ainda, em termos de negócios, este tema também agrega benefícios. Em termos de aprendizagem, o intuito dos estudos é fornecer ao aluno um suporte quanto ao processo de aprendizagem, disponibilizando materiais, cursos, informações relevantes, etc., baseado no perfil específico deste aluno, permitindo, então, um maior aproveitamento em termos de aprendizado.

Referências Bibliográficas

ALVES, C. R. C. Conceitos e Aplicação de Personalização na Navegação em Ambientes Web - Sistema Agro. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ALVES, C. R. C.; FILGUEIRAS, L. V. L. Avaliação Comparativa de Algoritmos de Personalização para Direcionamento de Conteúdo, In: Second Latin American Conference on Human-Computer Interaction, CLIHC, 2005.

CURA, C.; NUNES, D.; PINHEIRO, E.; BONANO, E.; MANDAJI, R.; OMAR, N. Uma Ferramenta Adaptativa de Avaliação da Aprendizagem Baseada no Perfil Cognitivo e Metacognitivo do Estudante, In: XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Amazonas, Manaus, Brasil, 2004.

DOLOG, P.; SINTEK, M. Personalization in Distributed e-Learning Environments, In: Proceedings of the Thirteen International World Wide Web Conference, New York, USA, 2004.

FORMARE, Formação em Rede, 1994. Disponível em <<http://www.formare.pt>>. Último acesso em 07 de Julho de 2007.

MILAGRES, F. G. Uso de Informações de Contexto em Segurança Computacional. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, Agosto, 2004.

ROSATELLI, M. C.; TEDESCO, P. A. Diagnosticando o Usuário para a Criação de Sistemas Personalizáveis, In: XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - III Jornada de Minicursos de Inteligência Artificial. Campinas, 2003.

SANTOS, A.; GOSMES, P.; ANTUNES, B.; RODRIGUES, L.; BARBEIRA, J. Persona, Personalização de Serviços com Base na Modelização Inteligente de Utilizadores, In: 1ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, Esposende, Portugal, June 2006.

SHI, H.; REVITHIS, S.; CHEN, S. S, An Agent Enabling Personalized Learning in e-Learning Environments, In: Proceedings of First International Joint conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 2002.

WILDT, D. F.; NAKAYAMA, L.; ALVARES, L. O. Personalizando Conteúdo Web com Agentes de Conteúdo distribuídos: Proposta de Arquitetura e Estudo de Caso, In: XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2001.