

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
PROGRAMA MULTIDISCIPLINAR DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MODELAGEM COMPUTACIONAL DE CONHECIMENTO

Dissertação de Mestrado

**MODELO DE SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE
MATERIAIS DIDÁTICOS PARA AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM**

Márcio Robério da Costa Ferro

MACEIÓ
2010

Márcio Robério da Costa Ferro

**MODELO DE SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE
MATERIAIS DIDÁTICOS PARA AMBIENTES VIRTUAIS DE
APRENDIZAGEM**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em
Modelagem Computacional de Conhecimento na
Universidade Federal de Alagoas.

Orientador:
Prof. Dr. Fábio Paraguaçu Duarte da Costa

MACEIÓ
2010

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Lucia Lima do Nascimento

F395m Ferro, Márcio Robério da Costa.
Modelo de Sistema de Recomendação de Materiais Didáticos para Ambientes
Virtuais de Aprendizagem / Márcio Robério da Costa Ferro, 2010.
96 f. : il., tabs.

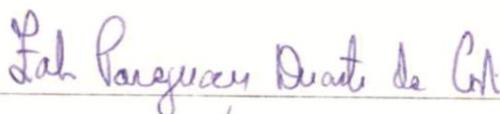
Orientador: Fábio Paraguaçu Duarte da Costa.
Dissertação (mestrado em Modelagem Computacional de Conhecimento) –
Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Computação. Maceió, 2010.

Bibliografia: f. 90-92.
Anexos: f. 93-96.

1. Sistema de Recomendação. 2. Ambiente Virtual de Aprendizagem. 3. Educação
a Distância. 4. Material Didático. I. Título.

CDU: 004:37.018.43

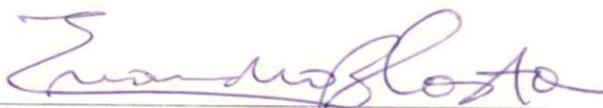
Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Modelagem Computacional de Conhecimento pelo Programa Multidisciplinar de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Conhecimento, da Universidade Federal de Alagoas, aprovada pela comissão examinadora que abaixo assina:



Prof. Dr. Fábio Paraguaçu Duarte da Costa

UFAL – Instituto de Computação

Orientador



Prof. Dr. Evandro de Barros Costa

UFAL – Instituto de Computação

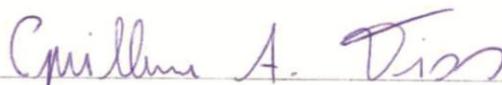
Examinador



Prof. Dr. Edison Francisco Valente

UFAL – Instituto Federal de Alagoas

Examinador



Prof. Dr. Guilherme Ataíde Dias

UFPB – Departamento de Ciência da Informação

Examinador

Maceió, novembro de 2010.

AGRADECIMENTOS

Escrever uma página de agradecimentos não é tão fácil quanto parece. O receio de esquecer alguém torna essa tarefa um pouco complicada, mas tentarei realizar essa tarefa de forma bem objetiva.

Inicio lembrando a Deus, justamente por todas as coisas boas que tem acontecido em minha vida. Agradeço aos meus pais, Cicero e Francisca, pessoas a quem devo essa conquista. Aos meus irmãos, Carlos, Marcelo e Aline, pois sempre estiveram a disposição para ajudar no que fosse preciso. A minha namorada Arianne, pelo seu carinho e paciência durante toda a realização deste trabalho.

Agradeço ao Professor Fabio Paraguaçu, pessoa quem me proporcionou diversas oportunidades na área acadêmica, além da sua orientação nesta pesquisa. Agradeço também ao Professor Edison Valente, por ter me ajudado constantemente e significativamente em todas as fases deste trabalho. Ao meu amigo Sóstenes, pelo grande apoio e incentivo desde o início do mestrado. A amiga Angela, colega de mestrado, pelas horas de estudo em conjunto, e por toda sua atenção durante a pesquisa aqui abordada.

Agradeço aos tutores do curso Formatação de Trabalho Científico Davy Baia, Rafael Barros e Abud Nascimento. Aos meus colegas de mestrado, Marcelo, Kleber, Fábio Romeiro, Rosangela e Elvys, a todos os professores do programa de Mestrado em Modelagem Computacional de Conhecimento, e, à Universidade Federal de Alagoas em geral. Agradeço também ao amigo Breno Jacinto.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho.

RESUMO

Sistemas de Recomendação são utilizados por várias empresas que atuam em comércio eletrônico para sugerir itens aos seus clientes, de forma personalizada. Para alcançar essa finalidade, esses sistemas analisam o perfil dos usuários, por meio dos seus dados pessoais ou pelas suas interações com o ambiente computacional. Ambientes Virtuais de Aprendizagem, por sua vez, são ambientes computacionais, usados no processo de ensino-aprendizagem na educação a distância, e tem como objetivo intermediar as interações entre seus usuários, tais como professores e alunos. Nesses ambientes geralmente são armazenados materiais didáticos utilizados nos cursos, tais como documentos de texto, apostilas, e até mesmo arquivos de áudio e vídeo. Com o passar do tempo, o número de materiais didáticos tende a crescer, tornando-se importante a existência de uma ferramenta que faça recomendações personalizadas aos usuários do ambiente. Diante desses conceitos, este trabalho aborda a criação de um modelo de sistema de recomendação de materiais didáticos, a ser utilizado em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, de forma a sugerir, aos usuários, materiais didáticos compatíveis com o seu perfil. Será abordada também a criação de uma arquitetura de sistema de recomendação, utilizada na implementação de um módulo de sistema computacional, para testar e verificar o funcionamento do modelo, assim como do algoritmo gerador de recomendações. Por fim, o trabalho aborda a realização do experimento com alunos de um curso de extensão, onde foram identificados os resultados referentes às recomendações geradas.

Palavras-Chave: Sistema de Recomendação, Ambiente Virtual de Aprendizagem, Educação a Distância, Material Didático.

ABSTRACT

Recommender Systems are used by many companies that operate e-commerce to suggest items to its customers in a customized way. To achieve this end, these systems analyze the profile of the users through their personal data or by its interaction with the computing environment. Virtual Learning Environments, in turn, are computational environments used in teaching and learning in distance education, and aims to mediate the interactions among their users, such as teachers and students. In these environments are usually stored teaching materials used in courses such as word processing documents, brochures, and even audio and video. Over time, the number of textbooks tends to grow, making it important to have a tool that makes customized recommendations for users of the environment. Given these concepts, this work addresses the creation of a recommender system model of instructional materials to be used in Virtual Learning Environments, in order to suggest to users, instructional materials consistent with their profile. The creation of a recommendation system architecture, used in implementing a computer system model, to test and verify its operation, as the algorithm for generating recommendations, will also be addressed. Finally, the paper addresses the experimental work with students in an extension course, where the results regarding the recommendations generated have been identified.

Key words: Recommender system, Virtual Learning Environments, E-Learning, Instructional Materials.

“Uma longa viagem começa
com um único passo”
Lao Tsé

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre AVA e Sistema de Recomendação.....	13
Figura 2 - Formação da Vizinhança	23
Figura 3 - Recomendação Híbrida	28
Figura 4 - Recursos de um AVA.....	32
Figura 5 - Recursos da disciplina Modelagem Do Conhecimento e da Interação em Ambientes de Aprendizagem Social, Ministrada Pelo Prof. Fábio Paraguaçu em 2008.	38
Figura 6 - Versão de Teste do Teleduc	41
Figura 7 - Acesso ao Acervo do Curso no e-ProInfo na versão teste do ambiente. ...	42
Figura 8 - Acesso ao Material do Curso no e-ProInfo na versão teste do ambiente. ...	43
Figura 9 - Arquitetura do Sistema de Recomendação.....	46
Figura 10 - Cruzamento das informações do Perfil do Usuário com o Perfil do Material Didático.....	49
Figura 11 - Modelo do componente Gerador de Recomendações Híbridas	50
Figura 12 - Caso de Uso em UML com as principais funcionalidades do AVA e Sistema de Recomendação	54
Figura 13 - Etapas do processo de geração de recomendações	63
Figura 14 - Modelo Conceitual do Banco de Dados do Protótipo.....	68
Figura 15 - Recomendação do Material Didático	70
Figura 16 - Configuração do Perfil do Usuário	71
Figura 17 - Envio e Configuração do Perfil do Material Didático	72
Figura 18 - A Biblioteca	73
Figura 19 - Visualização da Recomendação	74
Figura 20 - Avaliação da Recomendação	75
Figura 21 - Tela de download do material didático recomendado.....	76
Figura 22 - Tela de acompanhamento dos cálculos da geração da recomendação ..	77
Figura 23 - Tela extraída do ambiente Moodle, contendo a parte inicial do curso Formatação de Trabalhos Científicos.....	79
Figura 24 - Comentários postados pelos alunos ao final do curso	84
Figura 25 - Fórum de comentários sobre o curso.....	85
Figura 26 - Comentários de alunos	86
Figura 27 – Comentário de mais um aluno	86
Figura 28 - Mais dois comentários	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação de usuários em relação a livros de diversas áreas	24
Tabela 2 - Grau de similaridade dos usuários em relação ao usuário E.	25
Tabela 3 - Cálculo de Premeditação para cada usuário do exemplo dado	27
Tabela 4 - Dados sobre a utilização do Moodle até abril de 2010.....	38
Tabela 5 - Exemplo de áreas de estudo com os seus respectivos pesos	47
Tabela 6 - Continuação do Exemplo, com a indicação do ranking de cada item em relação ao Grau de Utilidade e ao Quantitativo.....	52
Tabela 7 - Resultado final, em que o item D obteve maior pontuação	52
Tabela 8 - Exemplo que mostra a relação entre Áreas e Subáreas	59
Tabela 9 - Relação Conceito x Quantidade de Avaliações	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de Sistemas de Recomendação	19
Quadro 2 – Exemplo: pesos de interesse do usuário de acordo com a área dos livros adquiridos.....	21
Quadro 3 - Consequências da escolha do valor da correlação	26
Quadro 4 - Comparativo entre os ambientes virtuais de aprendizagem.....	44
Quadro 5 - Descrição das funcionalidades apresentadas no Caso de Uso	55
Quadro 6 - Definição de Área e Subárea de Conhecimento	58
Quadro 7 - Consequências, no Perfil do Usuário, das ações de incluir e excluir Subáreas	58
Quadro 8 - Exemplo dos pesos iniciais das Áreas e Subáreas no Perfil do Usuário.	59
Quadro 9 - Características do Perfil do Material Didático.....	60
Quadro 10 - Exemplo dos pesos das Subáreas no Perfil do Usuário.....	61
Quadro 11 - Exemplo dos pesos das Subáreas no Perfil do Usuário após a aquisição de um Material Didático da Subárea 1	62
Quadro 12 - Conceitos disponíveis na avaliação da recomendação, com o seu respectivo valor de impacto no Perfil do Usuário	62
Quadro 13 - Definição dos dados que são gerados após cada etapa no processo de geração de recomendação.....	64
Quadro 14 - Modelo XML, produzido ao final da geração da recomendação	65
Quadro 15 - Exemplo da saída de uma recomendação de Mapa Conceitual	65
Quadro 16 - Exemplo de saída de um vídeo	66
Quadro 17 - Áreas e subáreas configuradas no sistema de recomendação.....	81
Quadro 18 - Informações obtidas ao final das atividades do curso	82
Quadro 19 - Observação do número de downloads realizado	83
Quadro 20 - Ranking de downloads por material didático obtido após o término do experimento.....	96

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
Contextualização e Problemática.....	12
Objetivo.....	14
Hipótese.....	14
Procedimentos Metodológicos	14
Organização do Trabalho.....	15
1. SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO	16
1.1. Recomendação Baseada no Conteúdo	20
1.2. Recomendação Baseada na Filtragem Colaborativa	22
1.3. Métodos de Recomendação Híbridos	28
1.4. Sistemas de Recomendação de materiais didáticos.....	29
2. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM E SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO	30
2.1. Educação a Distância	30
2.2 Ferramentas do AVA.....	32
2.2.1 Recursos de Informação e Documentação.....	32
2.2.2 Recursos de Comunicação.....	33
2.2.3 Recursos de Gerenciamento Pedagógico e Administrativo	34
2.2.4 Recursos de Produção	35
2.3 Usuários.....	36
2.4 Alguns Ambientes Virtuais de Aprendizagem	37
2.4.1. Moodle	37
2.4.2. TelEduc.....	39
2.4.3. e-ProInfo	41
2.5 Armazenamento de Material Didático nos AVA	43
2.6 Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem	44
3. ARQUITETURA DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO PARA AVA.....	46
3.1. Arquitetura do Sistema de Recomendação.....	46
3.1.1. Perfil do Usuário	47
3.1.2. Avaliação/Feedback.....	48
3.1.3. Monitoramento de Aquisições.....	48

3.1.4. Perfil do Material Didático	49
3.1.5. Gerador de Recomendações Híbridas.....	49
3.2. Funcionalidades disponíveis aos usuários do AVA.....	53
4. MÓDULO DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO	56
4.1. Entrada	56
4.1.1. Identificação Direta do Perfil do Usuário	57
4.1.2. Envio de um novo Material Didático para o AVA	59
4.1.3. Aquisição de um material didático pelo usuário	61
4.1.4. Avaliação da Recomendação	62
4.2. Função Lógica e Dados	63
4.3. Saída.....	64
5. IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROTÓTIPO.....	67
5.1. Tecnologias Utilizadas	67
5.2. Modelo do Banco de Dados do Protótipo.....	68
5.3. O Algoritmo de Recomendação	69
5.4. Telas	69
5.4.1. O Bloco no Ambiente Moodle	69
5.4.2. Perfil do Usuário	70
5.4.3. Perfil do Material Didático	72
5.4.4. Biblioteca	73
5.4.5. As Recomendações.....	74
5.4.6. Avaliação da Recomendação	75
5.5. Testes e Observação	76
6. EXPERIMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO	78
6.1. O Curso.....	78
6.2. Resultados	81
6.3. Análise dos Resultados em relação ao Modelo de Recomendação Híbrido ...	83
6.4. Depoimento dos alunos	84
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
7.1. Trabalhos Futuros	89
REFERÊNCIAS.....	90
ANEXO A – Ranking de downloads dos materiais didáticos.....	93

INTRODUÇÃO

Segundo dados da literatura, a educação a distância no Brasil tem crescido bastante nos últimos anos, sendo notória a sua importância para a sociedade mediante a criação de cursos, nessa modalidade, pelas universidades federais.

Por intermédio da leitura do Decreto Nº 5.622¹, de 19 de dezembro de 2005, o Presidente da República define e caracteriza a educação a distância no país, ao mesmo tempo em que “a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação”. O decreto deixa claro, também, que essa modalidade de ensino pode ser utilizada em vários níveis e modalidades educacionais, que incluem cursos de educação básica, nível médio e ensino superior, em programas de graduação, especialização, mestrado e doutorado.

O reflexo desse decreto está na grande quantidade de cursos de graduação e especialização que são oferecidos hoje por várias instituições de ensino em todo o país. Esse novo cenário da educação no Brasil provavelmente possibilita que várias pessoas realizem cursos a distância, organizando seus próprios horários de estudos, além de facilitar o intercâmbio de alunos em diversas instituições.

Contextualização e Problemática

Há poucos anos, muitas universidades federais brasileiras começaram a ofertar cursos de graduação na modalidade a distância. Na Universidade Federal de Alagoas - UFAL, por exemplo, o curso de Sistemas de Informação, que é oferecido na modalidade a distância, tem atraído alunos de várias cidades do interior do estado. Esses alunos podem realizar o curso sem a necessidade de frequentar um ambiente físico diariamente, além de, muitas vezes, poder conciliar as atividades profissionais com o horário pessoal de estudos.

¹ Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5622.htm#art37. Acessado em 02 de fevereiro de 2010.

Os cursos de graduação a distância oferecidos pela Universidade Federal de Alagoas, assim como outras universidades federais, são mediados por um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), que segundo Almeida (2003), são ambientes computacionais que permitem integrar diversas mídias, e podem ser utilizados no suporte a educação a distância on-line. Eles permitem que os alunos interajam com as suas ferramentas, busquem os materiais didáticos postados pelos professores, e realizem tarefas que fazem parte do processo de ensino-aprendizagem a distância.

Os alunos de um curso a distância podem, além de realizar suas tarefas, utilizar o Ambiente Virtual de Aprendizagem para procurar material didático. Seja para estudar um determinado assunto de disciplina, seja para complementar os seus estudos, um AVA pode tornar-se bastante interessante quando oferece aos alunos um amplo repositório de material didático.

Entretanto, na medida em que a quantidade de material didático cresce em um Ambiente Virtual de Aprendizagem, torna-se necessário projetar alguma ferramenta facilitadora para ajudar o usuário a encontrar os que satisfaçam aos seus interesses, suas necessidades e preferências. Assim, que modelo permite a geração de sugestões personalizadas de materiais didáticos, em um Ambiente Virtual de Aprendizagem, tendo como base o perfil de cada aluno?

Diante dessa problemática, a criação de um Modelo de Sistema de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem será discutida ao longo deste trabalho.

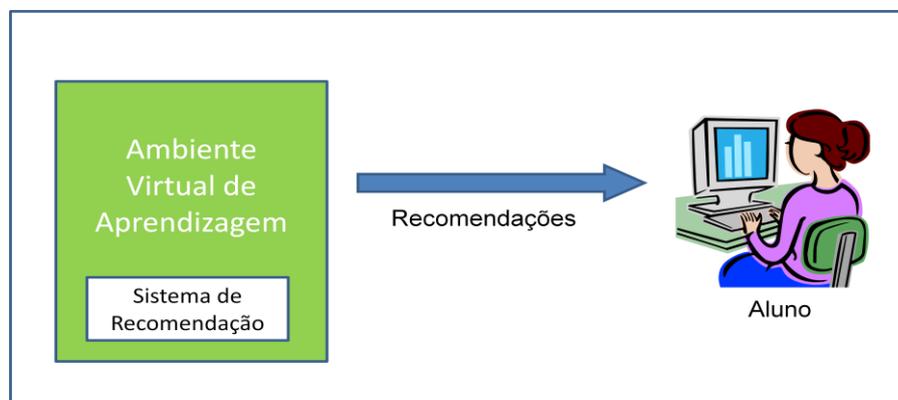


Figura 1 - Relação entre AVA e Sistema de Recomendação

Objetivo

O objetivo deste trabalho é propor um Modelo de Sistema de Recomendação de Materiais Didáticos para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, tendo como base o perfil do aluno, conduzindo aos seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver o Modelo gerador de Recomendações;
- Definir a arquitetura de um Sistema de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem;
- Implementar um Protótipo de Sistema de Recomendação para um Ambiente Virtual de Aprendizagem.
- Realizar experimento com o protótipo do Módulo de Sistema de Recomendação

Hipótese

A aplicação de um Sistema de Recomendação em um Ambiente Virtual de Aprendizagem pode sugerir recomendações de materiais didáticos com características que satisfaçam aos interesses de estudos dos alunos.

Procedimentos Metodológicos

De acordo com a classificação feita por Gil (1999) este trabalho pode ser categorizado da seguinte forma:

- Do ponto de vista dos objetivos, uma pesquisa exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema;
- Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, uma pesquisa bibliográfica, pois é elaborada a partir de materiais já publicados: livros e artigos científicos.

Para elaboração do trabalho, foi desenvolvida a pesquisa bibliográfica, para a obtenção de maior conhecimento sobre as técnicas utilizadas em Sistemas de Recomendação e sobre os Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Em seguida, foi definido o modelo gerador de recomendações, além de uma arquitetura de um

módulo de Sistema de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

Foi tomada a decisão de implementar um protótipo, na forma de um módulo do ambiente Moodle, configurado e publicado na internet no domínio www.ambientemoodle.com.br, com a finalidade de observar e analisar as recomendações que foram sugeridas aos alunos.

Por fim, para experimentar o protótipo, foi criado um curso de extensão, disponibilizado para alunos de perfis heterogêneos, ou seja, estudantes de várias áreas de conhecimento. Esse curso, denominado Formação de Trabalhos Científicos, teve como público alguns alunos concluintes de cursos de graduação e pós-graduação, e foi oferecido na modalidade à distância, com a carga horária de 20 horas.

Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

- No **Capítulo 01** são abordados os principais conceitos sobre Sistemas de Recomendação, assim como algumas técnicas de recomendação;
- No **Capítulo 02** são abordados conceitos sobre Ambientes Virtuais de Aprendizagem, assim como as suas funcionalidades;
- No **Capítulo 03** é apresentada a proposta de uma Arquitetura de Sistema de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, abordando uma visão geral sobre a arquitetura do sistema;
- No **Capítulo 04** é definido o Módulo de Sistema de Recomendação, sob a arquitetura proposta no capítulo anterior;
- No **Capítulo 05** é apresentado o Protótipo do Módulo do Sistema de Recomendação;
- No **Capítulo 06** são discutidos os resultados do experimento do protótipo desenvolvido.

1. SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

A grande quantidade de informação em meio digital às vezes atrapalha as pessoas que estão à procura de informações sobre um determinado tema. Essa dificuldade se agrava quando o usuário tem pouca ou nenhuma experiência sobre o que está sendo pesquisado (Cazella e Reategui, 2006).

Muitos usuários que acessam sites para comprar produtos pela Internet certamente já passaram pelo seguinte problema: a quantidade de itens a venda é tão grande que se torna complicado encontrar o que realmente é procurado. Essa sobrecarga de informações dificulta o usuário durante a sua pesquisa, tornando-se necessária a utilização de técnicas as quais permitam auxiliar os usuários a encontrar aquilo que está sendo procurado.

O estudo de Sistemas de Recomendação tem por interesse desenvolver modelos para reduzir o *overload*² de informações que um usuário recebe ao procurar algum produto, por intermédio da recomendação personalizadas, com base no perfil do usuário (Adomavicius e Tuzhilin, 2005).

Sistemas de Recomendação são utilizados por muitas empresas atuantes em *e-commerce*, para recomendar produtos aos seus clientes/usuários. O objetivo, além de reduzir o *overload* cognitivo, é, também, aumentar o número de vendas e, conseqüentemente, o lucro dessas empresas. Tais sistemas utilizam técnicas de modelagem de conhecimento para gerar recomendações de produtos que satisfaçam às preferências dos usuários (Sarwar *et al.*, 2000). São sistemas que produzem recomendações personalizadas, sendo útil para os usuários no sentido de guiá-los na busca de informações e proporcionar indicações de produtos baseadas no perfil de cada usuário (Burke, 2002).

Em 1999, por exemplo, a empresa Amazon.com³ já possuía um sistema de recomendação em que os clientes informavam previamente as suas preferências,

² *Overload* significa sobrecarga de informações que um usuário recebe ao procurar um produto (Adomavicius e Tuzhilin, 2005)

³ www.amazon.com

⁴ Algoritmos do próximo

⁵ Conteúdo em formato digital usado na web para permitir que os usuários naveguem entre as páginas. Esse conteúdo pode englobar textos, imagens e sons.

⁶ Há outros usuários, como por exemplo o tutor, que será abordado mais adiante.

em termos de categoria e gênero de produtos disponíveis na loja virtual, permitindo a geração de recomendações de produtos, personalizada para cada cliente (Schafer et al., 1999). O sistema possuía uma tela com um formulário, onde cada usuário informava diretamente quais eram as categorias e gêneros de produtos de seu interesse, o que permitia à loja virtual recomendar produtos com base categorias e gêneros de cada usuário.

Diante do quadro apresentado acima, um dos desafios dessa área de estudo está em selecionar alguns itens para serem recomendados aos usuários, em um conjunto variado de itens que pode variar entre centenas ou milhares de unidades, de modo a satisfazer as preferências de cada usuário. Para ficar mais claro a dimensão desse problema, suponha-se que C seja o conjunto de usuários de uma determinada loja virtual, e que S seja o número de itens que essa loja disponibiliza para venda, que podem incluir livros, revistas, filmes, roupas, dentre outros. Então, o produto cartesiano de $C \times S$ pode ser um conjunto de combinações bem extenso. Um sistema de recomendação deve selecionar e mostrar para os usuários produtos que satisfaçam aos seus gostos, ou seja, produtos os quais estejam de acordo com seus perfis, reduzindo assim o *overload* cognitivo (Manouselis e Costopoulou, 2008).

Sistemas de recomendação buscam, também, otimizar a quantidade de produtos recomendada ao usuário. Para conseguir realizar essa tarefa, esses sistemas necessitam de informações sobre seus usuários e sobre os itens que serão recomendados, fator necessário para o cálculo do grau de utilidade de cada produto para um determinado usuário. O grau de utilidade u de um item $c \in C$ indica o quanto esse item irá satisfazer, ou não, aos gostos de um determinado usuário $s \in S$. Assim, um sistema de recomendação procura selecionar e recomendar a um determinado usuário apenas produtos que possuam os maiores graus de utilidade para este usuário. Adomavicius e Tuzhilin (2005) formalizou esse problema como:

$$\forall c \in C, \quad s'_c = \max_{s \in S} u(c, s)$$

Em que, para todo usuário c , pertencente ao conjunto de usuários C , um sistema de recomendação tenha como objetivo recomendar apenas os produtos s' o qual, para

um determinado usuário c , maximize a função de utilidade $u(c,s)$, ou seja, possua um valor elevado de utilidade em relação aos demais produtos.

Schafer et al. (1999) definiram que os sistemas de recomendação podem ser classificados quanto a forma em que as recomendações são geradas:

- **Recomendação não personalizada:** nesse tipo de sistema de recomendação, são consideradas as aquisições ou avaliações de um produto por um conjunto de usuários, de forma que um produto bem requisitado é indicado para outros usuários. O perfil do usuário não é levado em consideração, apenas a avaliação dos produtos. Logo, um produto bem avaliado por um conjunto de usuários, será alvo de recomendação para outros usuários.
- **Recomendação baseada nas características dos itens:** nesse tipo de sistema de recomendação é levado em consideração o perfil do usuário. O sistema de recomendação possui meios de efetuar a coleta de informações sobre as características dos usuários, que são usadas na hora de gerar as recomendações. As recomendações são feitas a partir das características dos usuários, ou seja, apenas são recomendados itens que possuam as características informadas pelo usuário.
- **Recomendação baseada na correlação entre os itens:** nesse tipo de sistema de recomendação a interação do usuário com o ambiente é analisada. Itens são recomendados de acordo com a sua correlação com outros itens já adquiridos anteriormente. Logo, o histórico das aquisições do usuário é utilizado para a geração de novas recomendações. Isso significa que, se um item com a característica X foi adquirido anteriormente, recomendações de outros itens com a mesma característica X são geradas.
- **Recomendação baseada na correlação entre as pessoas:** nesse tipo de sistema de recomendação são analisados grupos de usuários com as mesmas preferências. Se usuário adquirir um produto e avaliá-lo como bom, a recomendação desse mesmo produto será feita aos outros membros do grupo.

Percebe-se, diante desses tipos de sistemas de recomendação, que o perfil do usuário é muitas vezes utilizado na geração de recomendações, além do perfil do item, que consiste no conjunto de características de cada item.

Necessário para a geração de recomendações	Tipos de Sistema de Recomendação			
	Não personalizada	Baseada nas características dos itens	Baseada na correlação entre os itens	Baseada na correlação entre as pessoas
Histórico de aquisições dos usuários	Sim	Não	Sim	Sim
Perfil do Item	Não	Sim	Sim	Não
Perfil do Usuário	Não	Sim	Não	Não
Formação de grupos de usuários com perfis semelhantes	Não	Não	Não	Sim

Quadro 1 - Tipos de Sistemas de Recomendação

Classificação de Schafer et al (1999)

Outra forma de classificação de Sistemas de Recomendação foi definida por Adomavicius e Tuzhilin (2005), e Balabanovic e Shoham (1997), em que tais sistemas são classificados como:

- Sistemas de recomendação baseado no conteúdo: nesse tipo de sistema os usuários recebem recomendações de itens com características similares às de outros itens adquiridos no passado. Logo, o histórico de aquisições de itens deve ser levado em consideração para a geração de novas recomendações.
- Sistemas de recomendação baseado na filtragem colaborativa: nesse tipo de sistema os usuários recebem recomendações com base nas preferências de outros usuários que possuem perfis semelhantes.
- Sistemas de recomendação híbridos: esse tipo de sistema utiliza técnicas de recomendação baseada no conteúdo, com técnicas de recomendação baseada na filtragem colaborativa.

Percebe-se a aproximação de classificação feita por Adomavicius e Tuzhilin (2005) e Balabanovic e Shoham (1997), com a classificação feita por Shafer et al (1999). A principal diferença está na presença dos sistemas de recomendação híbrida, que, por suas características, permite a uma grande possibilidade de derivações de sistemas de recomendação.

As próximas sessões abordarão três classificações de sistemas de recomendação citadas, de forma a detalhar o funcionamento de cada uma delas.

1.1. Recomendação Baseada no Conteúdo

Nesse tipo de recomendação é analisado o histórico da interação entre usuário e ambiente, com o objetivo de se obter quais produtos foram adquiridos pelos usuários no passado (Felfernig e Burke, 2008).

Trata-se de uma técnica de recomendação que fornece geração de recomendações de acordo com histórico de cada usuário. Logo, um usuário adquirente de um item com determinada característica, poderá receber futuramente a recomendação de outros itens com essa mesma característica. Exemplificando essa situação, caso um usuário tenha adquirido em uma loja virtual de venda de livros um exemplar de Programação de Computadores, o sistema de recomendação irá analisar quais dos livros disponíveis possuem essa mesma característica, de forma que um livro de Programação para Dispositivos Móveis também possa ser objeto de uma futura recomendação.

Sistemas de recomendação baseados no conteúdo - *Content-Based Methods* tentam premeditar o grau de utilidade de um determinado produto para um determinado usuário, com base em seu passado. A utilidade $u(c, s)$ de um produto s para um usuário c tem seu cálculo baseado na utilidade $u(c, s_i)$, tal que s_i são os itens pertencentes ao conjunto S , adquiridos em algum momento do passado (Adomavicius e Tuzhilin, 2005). Ou seja, para que uma recomendação seja feita, são comparadas as características dos itens já adquiridos com o item alvo de uma possível recomendação.

Para serem feitas as recomendações dos itens, é necessária a existência de uma base de dados que contenha informações relativas às características dos produtos a serem recomendados. Além disso, o perfil do usuário também é necessário, já que essa técnica de recomendação baseia-se na realização do cruzamento das características do produto com o perfil do usuário, o qual é construído a partir da análise do histórico de suas aquisições anteriores (Felfernig et al., 2008).

Trata-se de uma técnica que, definida por Shafer et al (1999), é geradora de recomendações baseadas na correlação entre os itens. Para que isso aconteça, essa técnica deve possuir meios de construir o perfil do usuário conforme as suas interações, ou seja, de acordo com as características dos produtos que ele adquire com o passar do tempo. Adomavicius e Tuzhilin (2005) definiram que um modo de se construir esse perfil é armazenar um vetor de pesos, onde cada peso representa uma característica do produto.

Para exemplificar essa forma de construção do perfil do usuário, suponha que uma livraria virtual possua livros da área de medicina, direito, matemática e computação, e que o usuário A tenha adquirido ao longo do tempo cinco livros de computação, dois livros de matemática e um livro de direito, conforme o quadro a seguir:

Área	Histórico de livros adquiridos	Total
Computação	Programação de Computadores	5
	Introdução à Teoria da Computação	
	Sistemas Operacionais Modernos	
	Algoritmos em linguagem C	
	Introdução à Ciência da Computação	
Direito	Direito Digital	1
Matemática	Cálculo	2
	Álgebra Linear	
Medicina	<<nenhum>>	0

Quadro 2 – Exemplo: pesos de interesse do usuário de acordo com a área dos livros adquiridos

Conforme os dados apresentados, um sistema de recomendação baseado no conteúdo pode usar o número total de livros de cada área para representar o peso de cada característica do produto para o usuário em questão, ou seja,

$pesos_{usuário}(computação, direito, matemática, medicina)$ corresponderia a $pesos_A(5,1,2,0)$, o que permite ao sistema de recomendação identificar que a área de maior preferência do usuário é a área de computação, seguida da área de matemática e, logo após, a área de direito. Dessa forma, cabe ao sistema de recomendação, com base no conteúdo, analisar quais livros que deverão ser recomendados, tomando-se como base essas informações.

Essa abordagem, de geração de recomendações, possui uma limitação, de não poder gerar “surpresas” para o usuário, ou seja, não recomendar um produto que em um determinado momento esteja sendo bastante procurado por outros usuários. Para o usuário, do exemplo anterior, que em seu histórico de aquisições apresenta o total 0 (zero) para livros da área de medicina, a recomendação de um livro dessa área provavelmente não seria gerada, já que o grau de utilidade $c(A, “algum_livro_da_área_de_saúde”)$ é igual a zero.

Essa limitação reduz as chances do sistema de recomendação identificar novas características do usuário, já que novidades não são oferecidas, mesmo que seja um item em “moda” entre os usuários, ou um item que outros usuários com as mesmas características tenham adquirido ultimamente.

A próxima sessão irá abordar a recomendação baseada na filtragem colaborativa, permitindo que recomendações sejam criadas após a análise do perfil de usuários, com características semelhantes, num processo de geração de recomendações em que a correlação pessoa-pessoa seja levada em consideração.

1.2. Recomendação Baseada na Filtragem Colaborativa

Segundo Berkonsky et al (2008), a Filtragem Colaborativa é uma das mais conhecidas técnicas para premeditar e gerar recomendações, e o seu algoritmo consiste em montar uma matriz de pontuações, onde as linhas representam os usuários e as colunas os itens, de modo que sejam identificados grupos de usuários com as pontuações aproximadas, ou seja, sejam identificados grupos de usuários com perfis semelhantes.

Sistemas de Recomendação, os quais utilizam-se dessa abordagem, tentam premeditar o interesse de uma pessoa em relação a novos itens, baseando-se nas

recomendações feitas para outras pessoas com gostos similares (Ansari, Essegaier e Kohli, 1999). É uma abordagem de sistemas de recomendação o qual, assim como Schafer et al (1999) definiram, leva em consideração a correlação pessoa-pessoa.

O problema pode ser formulado com uma matriz de usuários x itens, onde cada célula da matriz armazena o grau de utilidade $u(c, s)$ do item s em relação a um usuário c . Esse poderá ser obtido pela avaliação do usuário em relação ao item recomendado. O trabalho está em premeditar essa utilidade para as células vazias, ou seja, premeditar a utilidade de um item para um usuário (Manouselis e Costopoulou, 2008), permitindo ao sistema de recomendação avaliar o grau de utilidade e, assim, decidir se o item será recomendado ou não.

A técnica de Filtragem Colaborativa tenta premeditar a utilidade $u(c, s)$ do item para o usuário, com base na utilidade do mesmo produto para um conjunto de usuários $c_i \in S$ possuidores das mesmas características do usuário em questão. Uma das tarefas do sistema é identificar os grupos de usuários com características semelhantes, chamados de grupos de pares ou grupos de vizinhos, processo esse chamado de geração da vizinhança (Sarwar *et al.*, 2000). Esses grupos devem conter indivíduos com interesses ou comportamentos comuns (Cazzela *et al.*, 2010).

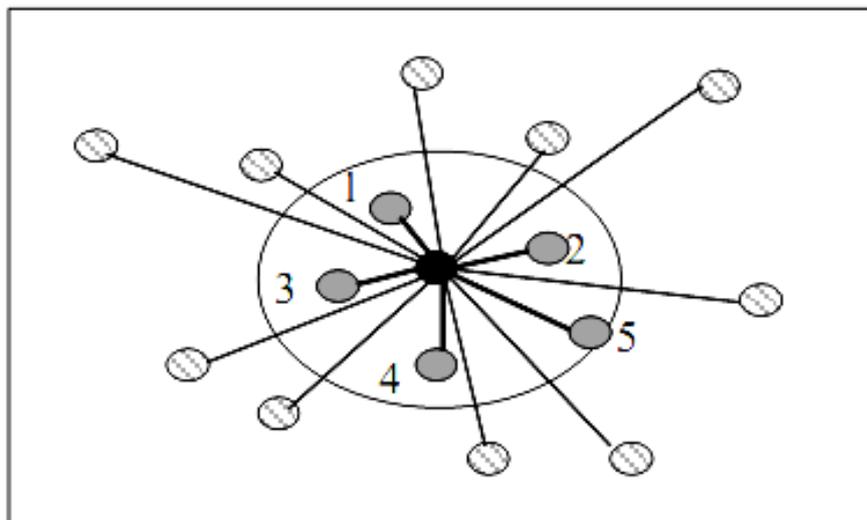


Figura 2 - Formação da Vizinhança

Fonte: (Sarwar *et al.*, 2000, p. 2)

No processo de geração da vizinhança, o objetivo é identificar quais usuários são mais próximos a um determinado usuário. A figura mostra os vizinhos mais

próximos do usuário representado no círculo central, com preenchimento preto, de forma que somente cinco foram selecionados como vizinhos, ou seja, cinco possuem características de perfis bem parecidas.

Herlocker (2000) definiu que, para efetuar recomendações nessa abordagem, três passos devem ser seguidos:

1. Calcular o grau de similaridade de todos os usuários em relação à um determinado usuário.
2. Selecionar um subconjunto de usuários com similaridades de pesos mais altas.
3. Normalizar as avaliações e computar a predição dos produtos para o usuário.

Para tornar mais fácil a compreensão sobre essa técnica, foi construída a tabela abaixo, a qual possui dados fictícios de uma loja virtual de venda de livros também fictícia. Cada célula representa o grau de utilidade de um livro adquirido por um determinado usuário, com números entre 0 e 10. Algumas células estão vazias, indicando que o usuário ainda não adquiriu tal produto podendo o sistema de recomendação indicar esse produto ao usuário.

Tabela 1 - Avaliação de usuários em relação a livros de diversas áreas

Usuário	Programação em Java	Contabilidade Financeira	Direito Constitucional	Anatomia	Inteligência Artificial
A	1		9	2	2
B	5	5	4		8
C	10	3	5	2	9
D	6		9	1	6
E	9	?	?	2	?

Na tabela 1, apenas os livros Programação em Java e Anatomia possuem avaliação do usuário E. Então, para ser gerada uma recomendação dos livros não avaliados ao mesmo usuário, o sistema de recomendação precisaria premeditar o grau de utilidade de cada livro para esse usuário, tarefa que pode ser feita com o

uso de algoritmos, conhecidos como *user-base nearest neighbor algorithms*⁴ (Schafer et al., 2007), que analisam a similaridade de perfis entre os usuários.

Avaliando a tabela, visualmente, fica claro que o usuário E possui certa similaridade com o usuário C, pois ambos avaliaram alguns livros com pontuações bem próximas. Porém, o sistema de recomendação precisa de métodos que permitam efetuar essa verificação, com o objetivo de premeditar o grau de utilidade do livro Inteligência Artificial para o usuário E. Herlocker (2000) definiu que para se encontrar a premeditação pode-se utilizar a correlação de Pearson:

$$w_{a,u} = \frac{\sum_{i=1}^m [(r_{a,i} - \bar{r}_a)(r_{u,i} - \bar{r}_u)]}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{a,i} - \bar{r}_a)^2 \sum_{i=1}^m (r_{u,i} - \bar{r}_u)^2}}$$

A aplicação dessa equação indica o valor da correlação do usuário a em relação ao usuário u , representado por $w_{a,u}$. As variáveis $r_{a,i}$ e $r_{u,i}$ indicam a avaliação do item i para o usuário a e u , respectivamente; \bar{r}_a e \bar{r}_u indicam a média de todas as avaliações do usuário a e u , para os produtos por eles avaliados. Os resultados encontrados podem variar entre -1 e 1.

O cálculo para encontrar a correlação entre o usuário A e E:

$$w_{E,A} = \frac{\sum_{i=1}^5 [(r_{E,i} - \bar{r}_E)(r_{A,i} - \bar{r}_A)]}{\sqrt{\sum_{i=1}^5 (r_{E,i} - \bar{r}_E)^2 \sum_{i=1}^5 (r_{A,i} - \bar{r}_A)^2}} = -0,242$$

E, assim, após efetuar o mesmo cálculo para todos os outros usuários, os seguintes dados são encontrados:

Tabela 2 - Grau de similaridade dos usuários em relação ao usuário E.

Representação da etapa 1 definida por Herlocker (2000).

Usuário	Similaridade
A	-0,242

⁴ Algoritmos do próximo

B	-1,000
C	0,998
D	0,788

De acordo com a tabela 2, o grupo de vizinhos mais próximos pode ser identificado como o grupo de usuários que possuem maior similaridade, ou seja, maiores $W_{a,u}$. Entretanto, torna-se necessário a escolha de W_{corte} que será usado para identificar quais são os usuários que serão considerados como os mais próximos. Usando o exemplo anterior e atribuindo $W_{corte} = 0,6$, fica claro que apenas os usuários C e D podem ser considerados como os usuários similares ao E, já que $W_{E,C} = 0,998$ e $W_{E,D} = 0,788$. A escolha desse valor repercutirá no número de usuários que serão considerados similares, já que, quanto maior o valor de W_{corte} , menor será o número de usuários com padrões similares, ao mesmo tempo em que, quanto menor o valor de W_{corte} , maior será o número de usuários similares.

Valor da correlação	Consequência
W_{corte} mais próximo de 1	Mais próximos serão os perfis dos usuários Menor o número de usuários por grupo de vizinhos
W_{corte} mais distante de 1	Possibilidade de existir perfis de usuários não tão próximos em um grupo de vizinhos Maior o número de usuários por grupo de vizinhos

Quadro 3 - Consequências da escolha do valor da correlação

A próxima etapa consiste em definir quais produtos serão recomendados. Segundo Cazella (2006), o cálculo de predição de um produto para um determinado usuário pode ser feito com a equação abaixo:

$$p_{a,i} = \bar{r}_a + \frac{\sum_{u=1}^n [(r_{u,i} - \bar{r}_u) * w_{a,u}]}{\sum_{u=1}^n w_{a,u}}$$

Essa equação calcula a premeditação $p_{a,i}$ do usuário a em relação ao produto i , levando em consideração o conjunto de usuários u que são vizinhos a a . Na

equação, \bar{r}_a e \bar{r}_u indicam a média das avaliações do usuário a e u respectivamente, enquanto que $w_{a,u}$ indica a similaridade do usuário u em relação ao usuário a . Para esse cálculo, somente os usuários com uma similaridade relativamente alta são considerados vizinhos e assim escolhidos para gerar as premeditações.

Para o exemplo da loja de livros, o valor $p_{a,i}$, em que o usuário E possui como vizinhos próximos A e D, os livros ainda não avaliados possuem como premeditação os valores:

Tabela 3 - Cálculo de Premeditação para cada usuário do exemplo dado

Livro (i)	$p_{E,i}$
Contabilidade Financeira	3,92
Direito Constitucional	6,58
Inteligência Artificial	7,51

De acordo com os dados da tabela 3, o livro Inteligência Artificial possui maior grau de premeditação em relação aos demais livros. Esse valor indica que, se E adquirir tal livro, ele provavelmente ficará satisfeito com a recomendação oferecida, já que o seu o valor da premeditação em relação aos outros livros foi maior.

Quanto maior a quantidade de informações sobre os usuários, mais preciso será o cálculo da premeditação de itens, permitindo ao sistema de recomendação atuar de forma mais eficiente. Um problema dos sistemas de recomendação baseados na filtragem colaborativa é tentar gerar recomendações sem a existência de muitas informações sobre os itens adquiridos no passado pelos usuários do sistema (Burke, 2002). Isso acontece normalmente com um novo usuário, tornando difícil para o sistema de recomendação compará-lo a outros usuários no processo de geração da vizinhança e, conseqüentemente, recomendar itens que satisfaça ao seu perfil.

Esse problema é conhecido como “Partida do Novo Usuário” (Cazella, 2006) ou *Cold Start User* (Schafer et al., 2007), e acontece quando o sistema de recomendação não possui informações suficientes sobre o usuário para gerar as recomendações.

Esses problemas podem ser resolvidos por várias técnicas, inclusive pela abordagem de Recomendação Híbrida, combinando duas ou mais técnicas de recomendações para recomendar itens aos usuários de um sistema.

1.3. Métodos de Recomendação Híbridos

Um sistema de recomendação híbrido é definido como um sistema que combina duas ou mais técnicas de recomendação para poder indicar itens aos usuários (Burke, 2002).

Donaldson (2007) definiu que Sistema de Recomendação Híbrido é aquele que combina a recomendação com base no passado dos usuários e a recomendação com base na colaboração dos usuários, ou seja, com base nas correlação item-item e na correlação pessoa-pessoa.

Essa abordagem favorece a possibilidade de um sistema recomendar produtos com base nas informações de cada usuário e com base nas informações de um conjunto de usuários, ampliando as chances de obter acertos em suas recomendações.

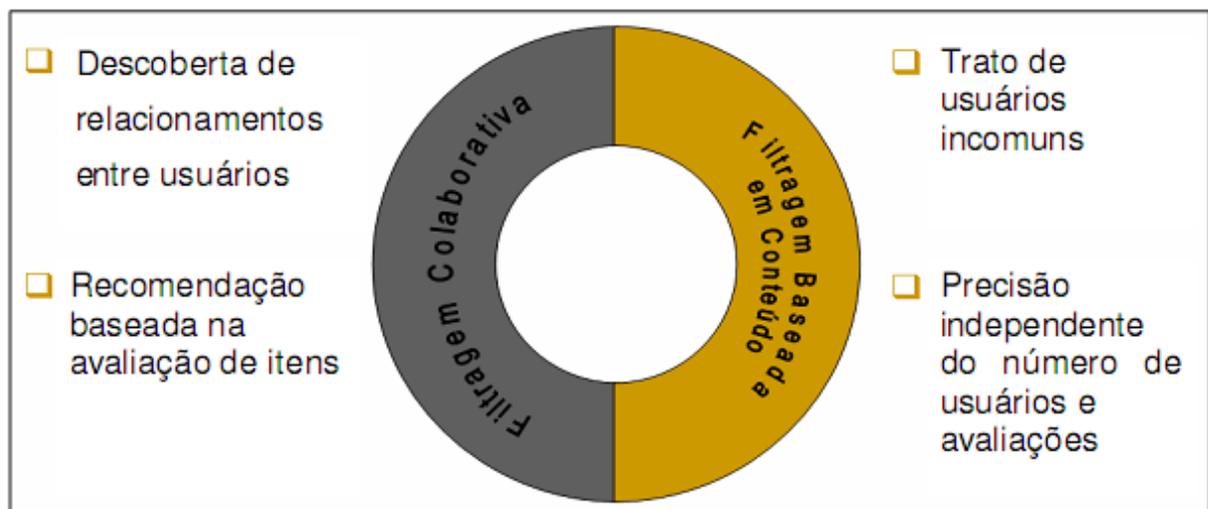


Figura 3 - Recomendação Híbrida

Fonte: Cazella (2006, p. 35)

Burke (2002) e Adomavicius e Tuzhilin (2005) definiram alguns modos de como se obter um sistema de recomendação híbrido. São eles:

- Implementando a recomendação com base no passado dos usuários e com base na colaboração dos usuários separadamente, combinando as pontuações das recomendações para gerar uma única recomendação;
- Realizando a escolha sobre o modo como a recomendação será feita, se baseada no conteúdo ou baseada na filtragem colaborativa. A escolha pode ser feita de forma aleatória, ou por critérios estipulados dentro do sistema.
- Gerando várias recomendações ao mesmo tempo, sendo que todas as técnicas de recomendação são utilizadas, o que permite ao usuário obter várias recomendações, geradas por diversas abordagens.
- Por meio da geração de recomendação em cascata, em que uma técnica é usada para selecionar alguns itens, que são avaliados por outra técnica de recomendação.
- Construindo um modelo unificado que incorpore ambas as abordagens de recomendação.

1.4. Sistemas de Recomendação de materiais didáticos

Um dos objetivos da implementação de um sistema de recomendação em uma loja virtual é obter maior número de vendas e, conseqüentemente, maior lucro para a empresa.

Na área da educação, um sistema de recomendação pode ser utilizado para gerar recomendações para os alunos, em que os itens recomendados podem ser artigos científicos, apostilas, vídeos, áudios, etc. Como já discutido, a recomendação é feita a partir das características do usuário, sendo neste caso, o aluno, utilizando o ambiente computacional para realizar os seus estudos.

O uso de sistemas de recomendação em ambientes virtuais de aprendizagem pode contribuir muito no processo de ensino-aprendizagem, já que os alunos poderão receber recomendações de materiais didáticos, os quais são geradas de acordo como perfil de cada usuário. Além de oferecer aos usuários recomendações de itens, o sistema de recomendação poderá contribuir para explorar mais o acervo de material didático existente, permitindo maior interação entre usuários e materiais didáticos.

2. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM E SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

Neste capítulo, serão abordados os conceitos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem - AVA, que são sistemas utilizados por diversas instituições de ensino para mediar a modalidade de ensino conhecida como Educação a Distância. Será discutido também o uso de Sistemas de Recomendação dentro desses ambientes, com o objetivo de recomendar materiais didáticos aos alunos de um AVA.

2.1. Educação a Distância

Nos últimos anos aumentou expressivamente o número de cursos realizados a distância, modalidade de ensino conhecida como Educação a Distância – EAD, que pode ser definida como uma modalidade de ensino alternativa, onde o processo de ensino pode ocorrer em tempos e espaços diferentes, porém vinculados a contextos e situações específicas (Magnavita, 2003).

A EAD é uma modalidade de ensino que ultrapassa o ambiente físico, permitindo aos alunos frequentarem instituições em qualquer local do país e do mundo. Um grande atrativo dessa modalidade está na possibilidade do aluno não ficar preso a horários; de poder estudar na hora mais viável, já que a presença física de professor e aluno pode já não existir com a rigorosidade de um curso totalmente presencial. Isso proporciona ao aluno uma grande liberdade de estudo, de montar seus horários e organizá-los de forma mais conveniente para conciliar os estudos com outras atividades.

Schlemmer (2005, p. 31) definiu que “educação a distância consiste em utilizar as tecnologias da Internet para propiciar um amplo conjunto de soluções que objetivam servir de suporte para que a aprendizagem ocorra”. De fato, a educação a distância já acontece no Brasil há alguns anos, através do rádio, TV e serviços de correios. Nos últimos anos a EAD ganhou como aliado a Internet, um meio de

comunicação bastante poderoso que permite a transmissão de hipertextos⁵ e vídeos, o que permitiu o desenvolvimento de Ambientes Virtuais de Aprendizagem – AVA -, que são plataformas web dotados de recursos que permitem a interação entre professor e aluno no processo educativo (Pereira et al., 2007).

Ambientes Virtuais de Aprendizagem são ambientes computacionais que “permitem integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos, apresentar informações de maneira organizada, desenvolver interações entre pessoas e objetos de conhecimento (...)” (Almeida, 2003, p.331). Em um AVA, os alunos podem ter acesso aos conteúdos didáticos do seu curso, seja em hipertexto, vídeos ou outro tipo de mídia, além de poder interagir com outros alunos e professores pelas diversas ferramentas que o ambiente pode oferecer. Conforme os autores Ribeiro e Mendonça definiram (2007, p. 4):

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) são softwares educacionais via Internet, destinados a apoiar as atividades de educação a distância. Esses softwares oferecem um conjunto de tecnologias de informação e comunicação, que permitem desenvolver as atividades no tempo, espaço e ritmo de cada participante.

Assim, entende-se que AVA são sistemas computacionais, dotados de recursos utilizados para permitir a interação entre os seus usuários no processo de ensino-aprendizagem em cursos online.

Se para os alunos de EAD é um grande atrativo estudar a hora que quiser e no local onde achar mais viável, para os professores a tarefa de lecionar nessa modalidade pode ser um grande desafio, visto que o aluno não está diariamente na sala de aula. Isso implica na necessidade do professor montar estratégias de ensino, utilizando as ferramentas que um Ambiente Virtual de Aprendizagem oferece, com o objetivo de facilitar a aprendizagem dos alunos. Para isso, torna-se necessário o conhecimento dos recursos disponíveis num AVA, além dos seus benefícios quando incluídos na estratégia de ensino que será adotada para o curso ou disciplina.

⁵ Conteúdo em formato digital usado na web para permitir que os usuários naveguem entre as páginas. Esse conteúdo pode englobar textos, imagens e sons.

2.2 Ferramentas do AVA

Um AVA pode possuir várias ferramentas. Alguns possuem mais recursos, porém outros são mais fáceis de usar, e assim a decisão de qual Ambiente Virtual de Aprendizagem usar deve ser realizada mediante a análise detalhada de suas ferramentas, sua usabilidade e ganho educacional.

Segundo Pereira (Pereira et al., 2007), os recursos dos AVA podem ser agrupados da seguinte forma: Recursos de Informação e Documentação, Recursos de Comunicação, Recursos de Gerenciamento Pedagógico e Administrativo e Recursos de Produção, que serão abordados a seguir.

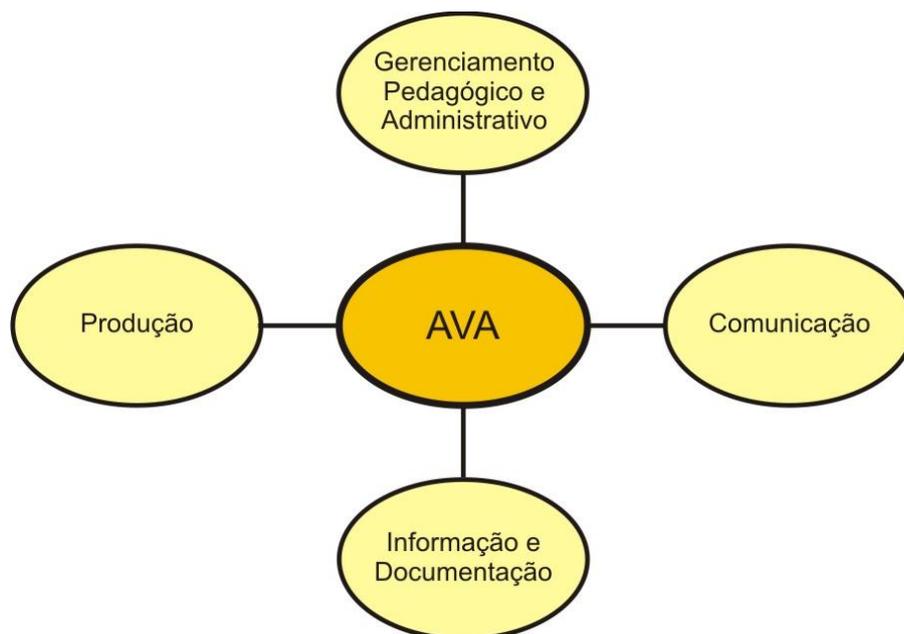


Figura 4 - Recursos de um AVA

Fonte: (Pereira et al., 2007, p. 10)

2.2.1 Recursos de Informação e Documentação

Recursos de Informação e Documentação são utilizados para disponibilizar os materiais didáticos e institucionais, além de permitir *download* e *upload* de arquivos. Nesses recursos os alunos podem visualizar e enviar para o AVA arquivos de texto, imagem, vídeo e som. São alguns desses recursos:

- Midiateca e Webteca: são recursos onde professores disponibilizam arquivos em diversos formatos, tais como arquivos de texto, áudio e som. Funcionam como uma biblioteca, permitindo que os alunos encontrem os conteúdos que irão usar durante os estudos das disciplinas do curso.
- Glossário: local onde os alunos postam e compartilham a descrição dos conceitos abordados na disciplina;
- Agenda: local onde todas as atividades e prazos de entrega de trabalhos ficam registrados para orientar os alunos em seus estudos;
- Portfólio ou Blog: local onde os alunos criam sua página web, possibilitando a inserção de informações pessoais e/ou acadêmicas;
- Catálogo de cursos: listagem de todos os cursos disponíveis no AVA;
- Quadro de Avisos: local onde avisos são postados e encaminhados para os alunos.

2.2.2 Recursos de Comunicação

Tratam-se dos recursos que permitem a comunicação entre os usuários do sistema, que são os alunos e professores⁶. Tais ferramentas são incluídas em uma disciplina com um objetivo específico, como por exemplo, incentivar a discussão entre os aprendizes e permitir que os alunos tirem suas dúvidas em relação aos conteúdos estudados.

São algumas das ferramentas de comunicação:

- Fórum: trata-se de um espaço aberto para discussões sobre um determinado assunto. Segundo Kratochwill e Silva (2008) “O fórum de discussão do AVA é um espaço de encontros, onde, por meio do discurso escrito, os textos se (re)significam, assim como a aprendizagem e o próprio pensamento”. Hammond (2000) afirma que as vantagens do uso de fóruns estão no fato das mensagens ficarem públicas e permanentes. Além disso, a comunicação é assíncrona⁷, permitindo ainda uma organização de idéias de forma cronológica e por assunto. Professores podem usar esse recurso para

⁶ Há outros usuários, como por exemplo o tutor, que será abordado mais adiante.

⁷ Modo de comunicação onde as pessoas participantes da troca de informações não precisam estar conectados ao mesmo momento; os participantes do fórum não precisam estar todos on-line para visualizar a responder ao fórum.

estimular a discussão entre os alunos acerca de um determinado assunto, onde cada aluno tem a possibilidade de visualizar o que já foi discutido e acrescentar a sua contribuição.

- Chat: ferramenta também conhecida como bate-papo, possui como principal característica o fato de ser uma ferramenta síncrona⁸. Um chat pode ter várias finalidades; pode ser o local de encontro dos estudantes para discutir algum trabalho, pode ser um local de encontro entre professor e alunos para um diálogo sobre a disciplina ou ainda o local utilizado para permitir a discussão acerca de um determinado assunto. No último caso, os participantes devem estar presentes ao mesmo tempo, o que difere do fórum, onde os participantes podem acessar as mensagens a qualquer momento para posteriormente acrescentar a sua contribuição.
- E-mail: local onde os usuários podem enviar emails. Trata-se de mais uma ferramenta assíncrona. Nesse local, as pessoas podem encaminhar mensagens diretamente para um usuário ou para um grupo de usuários, como por exemplo, um professor pode enviar um aviso para todos alunos da sua disciplina.

2.2.3 Recursos de Gerenciamento Pedagógico e Administrativo

Recursos de Gerenciamento Pedagógico e Administrativo são usados no gerenciamento das atividades dos alunos, além do gerenciamento de todos os usuários em geral. Do ponto de vista pedagógico, essas ferramentas permitem aos professores o acompanhamento dos alunos, das suas atividades realizadas, notas e todo o seu desenrolar durante o curso. Do ponto de vista administrativo, permitem o controle dos usuários do sistema, além do acesso aos *logs* gerados durante a utilização do sistema pelos alunos.

São algumas das funcionalidades que esses recursos podem oferecer:

- Acesso a notas: local onde as notas das atividades realizadas pelos alunos são armazenadas.

⁸ Modo de comunicação onde os participantes precisam estar presentes ao mesmo tempo para ocorrer a troca de informações.

- Trabalhos e exercícios desenvolvidos: local onde pode ser realizado o acompanhamento das atividades feitas pelos alunos.
- Histórico dos conteúdos visualizados: local onde é possível visualizar o que cada aluno faz no sistema, o que ele acessa, quantas vezes entra no fórum e no chat, etc. Esses recursos são bem úteis pois permitem que identificar uma possível evasão no curso ou um desinteresse do aluno pela disciplina.

2.2.4 Recursos de Produção

Recursos de Produção permitem aos alunos visualizar e compartilhar atividades individuais e coletivas no AVA. Tais recursos podem ser utilizados nas disciplinas para promover a elaboração de atividades coletivas com os alunos. São algumas dessas ferramentas:

- Editor de texto coletivo: local onde textos podem ser criados e alterados pelos próprios alunos, proporcionando a discussão os conceitos abordados no texto, contribuindo para a aprendizagem dos alunos. Behar et al. (2005) afirmam que o editor de texto coletivo “propõe aos participantes uma relação linguística aberta pela reconstrução constante da palavra do outro, sendo possível a interferência entre os sujeitos envolvidos na escrita e na interpretação”. Esse processo de reconstrução possibilita aos alunos refletirem sobre as idéias postadas no texto, permitindo a sua modificação, num processo de cooperação entre dois ou mais indivíduos. Os editores de texto coletivos também são utilizados fora dos AVA como meio de elaboração de documentos por grupos de pessoas, a exemplo do Google Docs⁹, que permite a usuários de um grupo de usuários acessem um determinado texto, possibilitando que todos efetuem a sua contribuição na escrita do documento.
- Diários de resolução: local onde os alunos podem inserir a sua idéia sobre um determinado assunto, que será posteriormente analisada pelo professor responsável pela disciplina.

⁹ Disponível em <http://www.google.com/google-d-s/intl/pt-BR/tour1.html>

2.3 Usuários

Várias pessoas são envolvidas no processo de Ensino a Distância. Alunos e professores interagem nos ambiente virtual de aprendizagem, assim como outros tipos de usuários, que também fazem parte do processo de aprendizagem, seja diretamente ou indiretamente.

De acordo com Almeida (2003), esses usuários podem ser:

- Professores: são as pessoas responsáveis pela disciplina e pela elaboração e postagem de material didático para os alunos. Os professores geralmente determinam quais ferramentas serão utilizadas em sua disciplina, elaborando a sua estratégia de ensino perante o seu conteúdo. Os professores podem interagir com os alunos, propor novos temas nos fóruns, abrir chats, entre outras ações direcionadas a metodologia da sua disciplina, além de poder visualizar as notas dos alunos, relatórios de acesso e outras atividades administrativas.
- Tutores: são as pessoas que auxiliam os professores, principalmente no contato com os alunos. Geralmente acompanham as atividades realizadas pelos alunos, auxiliando-os nas dúvidas sobre o conteúdo abordado no material didático elaborado pelo professor. Os tutores possuem alguns privilégios de acesso ao AVA que permitem a visualização das atividades postadas pelos alunos, porém tais privilégios geralmente não ultrapassam os dos professores, já que um ou mais tutores auxiliam um professor na sua disciplina.
- Alunos: são as pessoas interessadas no curso e realizam as tarefas das disciplinas. Os alunos interagem com professores, tutores e entre si, utilizando as próprias ferramentas do ambiente, ao mesmo tempo em que verificam a disponibilidade de conteúdos e materiais didáticos da disciplina.

Esses não são os únicos tipos de usuários existentes nos AVA. Cada ambiente possui os seus tipos de usuários, sendo que os usuários apresentados já são suficientes para o propósito deste trabalho.

2.4 Alguns Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Atualmente há vários ambientes de aprendizagem que podem ser utilizados por Instituições de Ensino em seus cursos na modalidade a distância. Muitos dos ambientes são software livre¹⁰, o que possibilita às instituições customizarem o seu AVA, acrescentando novas funcionalidades.

A escolha de um AVA alinhado às necessidades da Instituição de Ensino tende a contribuir bastante com o sucesso dos seus cursos no ambiente, visto que as ferramentas e a metodologia em que o ambiente de aprendizagem foi construído possibilita aos professores preparar suas estratégias de ensino e avaliar os seus alunos de acordo com as diretrizes da instituição.

Nesse contexto, serão abordados alguns ambientes de aprendizagem, atualmente utilizados por várias instituições de ensino superior brasileiras, identificando as suas principais funcionalidades. Os ambientes a serem analisados são: Moodle, TelEduc e e-ProInfo.

2.4.1. Moodle

Moodle é um ambiente virtual de aprendizagem bastante utilizado pelas Universidades Federais em seus cursos de Educação a Distância. Trata-se de um ambiente com diversos recursos, onde cursos podem ser cadastrados, gerenciados e utilizados por seus usuários.

Desenvolvido pelo australiano Martin Dougiamas, o Moodle possui entre as suas ferramentas: agenda, fórum, correio, troca de mensagens, diário de bordo, blog, chat, envio de atividades, grupos e wiki.

A utilização do Moodle como ambiente de aprendizagem vem crescendo rapidamente. Segundo dados extraídos do site oficial do ambiente, até outubro de 2009, mais de 45000 sites já usam o ambiente de aprendizagem.

¹⁰ Software que pode ser usado, copiado, estudado e redistribuído sem restrições. O termo software livre também é conhecido como *open source*.

Tabela 4 - Dados sobre a utilização do Moodle até abril de 2010

Fonte: <http://moodle.org/stats/>, acessado em 18 de maio de 2010.

Indicador	Quantitativo
Sites registrados	49.196
Número de países	213
Cursos cadastrados	3.566.441
Número de usuários	34.997.118
Número de professores	1.248.916
Foruns Postados	54.979.423

O ambiente Moodle é atualmente utilizado pela Universidade Federal de Alagoas em seus cursos de Educação a Distância. Os cursos são cadastrados no ambiente virtual, com as suas respectivas disciplinas, sob o controle do professor e dos tutores. Os alunos acessam as disciplinas e realizam as atividades planejadas pelo professor da disciplina, sob acompanhamento dos tutores, que auxiliam os alunos nos fóruns de discussão, chats e trocas de mensagens.



The screenshot shows the MoodleUFAL website interface. At the top, there is a header with the logo of UFAL, the URL 'www.moodleufal.com.br', and the logo of EAD. Below the header is a navigation menu with the following items: 'EaD UFAL', 'Unidades Acadêmicas', 'Instituto de Computação - IC', 'MCIAAS', and 'Recursos'. A dropdown menu is open, showing a search bar labeled 'Seguir para...'. Below the search bar is a table with three columns: 'Tópico', 'Nome', and 'Sumário'. The table contains three rows of resources:

Tópico	Nome	Sumário
	Plano do Curso	Curso do Paragua
1	Visão Distribuída do Pensamento	Slides do Seminário do artigo Person-Plus - Uma visão distribuída do pensar e aprender - Perkins.
	A Distribuição de Recursos Culturais para o Pensamento	Slides do Seminário - Cognição Distribuída - Artigo - A Distribuição de Recursos Culturais para o Pensamento
	Práticas da Inteligência distribuída e Design para Educação	Slides Práticas da Inteligência distribuída e Design para Educação (Roy Pea) (Romeiro)

Figura 5 - Recursos da disciplina Modelagem Do Conhecimento e da Interação em Ambientes de Aprendizagem Social, Ministrada Pelo Prof. Fábio Paraguaçu em 2008.

Os professores da disciplina possuem a opção de configurar as ferramentas que serão disponibilizadas em suas disciplinas. Além disso, podem postar material didático, realizando o *upload* de arquivos. As seguintes ferramentas podem ser configurados pelos professores para auxiliar na construção dos cursos online:

- Blog: Local onde os usuários podem construir seu próprio Blog;
- Calendário: Ferramenta que apresenta as datas e com as suas respectivas atividades;
- Chats: Ferramenta que permite a conversa em tempo real entre os usuários;
- Escolha: Ferramenta onde questionários podem ser configurados e respondidos pelos alunos;
- Fóruns: Local que permite que tópicos sejam discutidos pelos alunos;
- Glossário: Local onde os alunos podem construir o significado de palavras de forma colaborativa;
- Recursos: Local onde os arquivos podem ser postados, para ser compartilhado entre os alunos. Artigos, textos, apostilas e outros materiais didáticos podem ser compartilhados nessa ferramenta;
- Tarefas: Local onde são listadas as tarefas que os alunos devem realizar;
- Perfil: Local onde os usuários podem descrever o seu perfil;
- Plano do Curso: Local onde os alunos podem visualizar o plano da disciplina.

2.4.2. TelEduc

De acordo com o site oficial¹¹, o TelEduc é “um ambiente para a criação, participação e administração de cursos na Web”. O TelEduc é um ambiente desenvolvido pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação e pelo Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas e, de acordo o seu próprio site oficial, dispõe de vários recursos, tais com chat, agenda, fórum de discussão, enquetes, etc. Trata-se de um ambiente que é parte integrante de uma dissertação de mestrado, e que funciona deste 1998.

¹¹ <http://www.teleduc.org.br/>

Ambos os locais de armazenamento de conteúdo didático funcionam como repositórios de informações que podem ser acessados pelos alunos dos cursos do ambiente.

Esse ambiente possui as seguintes ferramentas:

- Agenda: página onde traz a programação do curso;
- Avaliações: Local onde há a lista de avaliações a serem realizadas pelos alunos;
- Material de Apoio: Local onde apresenta informações úteis sobre o curso;
- Leituras: Local onde os artigos relacionados ao curso são armazenados. Nesse local podem ser armazenadas sugestões de revistas, jornais, endereços da web, etc.;
- Perguntas Frequentes: Local onde possui resposta para as perguntas sobre o curso que são frequentemente questionadas;
- Enquete: Ferramenta para criação de enquetes;
- Parada Obrigatória: Local que possui materiais que visam desencadear reflexões e discussões entre os alunos do curso;
- Mural: Local onde os alunos podem deixar mensagens relacionadas ao curso;
- Fóruns de Discussão: Local que permite que tópicos sejam discutidos pelos alunos;
- Bate-Papo: Ferramenta que permite a conversa em tempo real entre os usuários;
- Correio: Ferramenta de correio eletrônico interno ao ambiente;
- Grupos: Local que permite a criação de grupos de pessoas para facilitar a distribuição de tarefas;
- Perfil: Local onde cada participante pode falar de si mesmo;
- Portfólio: Local onde os participantes podem armazenar textos e arquivos utilizados no curso. Trata-se de um local particular ao usuário, que pode ser compartilhado com os formadores ou participantes do curso;
- Acessos: Local onde é permitido verificar a frequência dos usuários do curso;
- Busca: Local que permite a realização de busca por todas as ferramentas do ambiente.

The screenshot shows the Teleduc website interface. At the top left is the Teleduc logo. The browser address bar shows 'mrcferro@gmail.com | Meus Cursos | Notificar | Ajuda | Voltar ao início'. The main content area is titled 'Teste do Ambiente' and contains a 'Leituras' section. The 'Leituras' section has a sub-section 'Raiz' and a table with the following data:

Leitura	Data
Curso: PET	10/08/2009
Agenda 0	10/08/2009

Figura 6 - Versão de Teste do Teleduc

Fonte: <http://www.teleduc.org.br/>, acessado em 18 de maio de 2010

2.4.3. e-ProInfo

Desenvolvido pela Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação, o e-ProInfo é definido, em seu próprio site oficial¹², como um ambiente virtual colaborativo de aprendizagem, que pode ser utilizado para mediar cursos a distância, assim como pode ser usado como ferramenta de apoio em cursos presenciais.

O e-ProInfo possui uma característica interessante: há a presença da Biblioteca no sistema, a qual permite que o aluno procure materiais didáticos referentes a todo o curso, no Acervo do Curso, ou procure materiais didáticos específicos ao seu projeto, em Material do Curso, conforme mostra as figuras 7 e 8, respectivamente. Todo material que é armazenado no ambiente possui, entre outras informações, o Tema e Subtema, que torna a pesquisa de materiais didáticos mais fácil.

Esse ambiente possui as seguintes ferramentas:

- Agenda: Local onde os alunos podem visualizar datas e prazos importantes;
- Atividades: Local que apresenta atividades a serem realizadas;

¹² <http://eproinfo.mec.gov.br/>

- Avaliações: Lista de avaliações disponíveis;
- Dinâmica do Curso: Local onde contém informações sobre a organização do curso;
- Fórum: Local que permite que tópicos sejam discutidos pelos alunos;
- Videoconferência: Ferramenta que permite a realização de videoconferência entre alunos e professores;
- Bate-papo: Ferramenta; que permite a conversa em tempo real entre os usuários;
- E-mail: Ferramenta de correio eletrônico interno ao ambiente;
- Quadro de Avisos: Local onde avisos podem ser postados pelos professores pra os seus alunos;
- Notícias: Local onde notícias são divulgadas aos alunos;
- Biblioteca: Local onde os materiais didáticos podem ser encontrados. O e-ProfInfo divide a Biblioteca em:
 - Acervo do Curso – local onde os alunos podem encontrar materiais didáticos sobre todos os cursos;
 - Material do Curso – Local onde os alunos podem encontrar materiais didáticos relacionados ao seu curso.

Acervo do Curso

Acervo
:: Ajuda::

Aqui você terá acesso aos **Materiais Bibliográficos, Referências, Textos, Artigos** ligados a temas e subtemas específicos do curso como um todo;

Lista Acervo

Busca:

Enviado Por:

Tema:

Subtema:

Tipo Arquivo:

Consultar

Figura 7 - Acesso ao Acervo do Curso no e-ProInfo na versão teste do ambiente.

Fonte: <http://eproinfo.mec.gov.br/>, acessado em 18 de maio de 2010.

Material do Curso Material do curso

[:: Ajuda ::](#)

Aqui você pode consultar **Materiais Bibliográficos, Referências, Textos, Artigos** ligados a temas e subtemas específicos ao seu projeto. Para isso, selecione o Tema e Subtema desejado e clique no botão Consultar;

Para se certificar do envio do arquivo, o sistema apresentará a seguinte mensagem: "Arquivo enviado com sucesso". Caso não haja esse retorno, comunique aos coordenadores do curso para que sejam tomadas as devidas providências.

Lista Acervo

Turma: geral

Tipo Material:

Busca:

Enviado Por:

Tema:

Subtema:

Figura 8 - Acesso ao Material do Curso no e-ProInfo na versão teste do ambiente.

Fonte: <http://eproinfo.mec.gov.br/>, acessado em 18 de maio de 2010.

2.5 Armazenamento de Material Didático nos AVA

Ambientes Virtuais de Aprendizagem, além das suas outras funcionalidades, possuem a funcionalidade de armazenar e permitir o gerenciamento de materiais didáticos eletrônicos, tais como vídeos, imagens, documentos de texto, etc.

Um material didático será definido para fins desse trabalho como todo material com conteúdo instrucional que pode contribuir na aprendizagem dos alunos de um curso a distância, usando a internet como mediadora do processo ensino-aprendizagem, sendo, portanto, disponibilizado no meio digital, pelo AVA. Ele pode ser um documento texto, uma imagem, um arquivo de áudio ou vídeo. Com a utilização diária de um ambiente, é normal haver o crescimento da quantidade de material didático que é postado pelos professores e tutores, o que torna um AVA um grande repositório de material didático.

Percebe-se que os três ambientes virtuais de aprendizagem possuem alguma ferramenta de armazenamento, gerenciamento e busca de material didático. Dessa forma, comparando os três ambientes, tem-se que:

AVA	Característica do armazenamento de material didático	Forma como o material é compartilhado entre os usuários
Moodle	O armazenamento do material didático é feito na ferramenta Recursos, que permite que o arquivo seja carregado no sistema, além de ser inserido um texto que refere-se à descrição do material didático.	O material é disponibilizado apenas para os usuários de cada curso, ou seja, não há o compartilhamento de materiais didáticos entre os cursos, sob a forma de uma única biblioteca virtual dentro do ambiente.
TelEduc	O compartilhamento do material didático é feito na ferramenta Leituras	O material é organizado por curso, que podem ser visualizados pelos seus respectivos alunos
e-ProInfo	O armazenamento de material didático é feito na Biblioteca, que é dividida em Acervo do Curso e Material do Curso. No Acervo do Curso, os alunos podem visualizar todos os arquivos dos cursos, enquanto que no Material do Curso os alunos visualizam apenas os arquivos referentes ao material específico do curso.	Através da área Material do Curso, na Biblioteca, os usuários podem visualizar todos os materiais didáticos do ambiente.

Quadro 4 - Comparativo entre os ambientes virtuais de aprendizagem

Uma característica importante e comum a todos os ambientes consiste em todos serem softwares livres.

Ao analisar o Quadro 4, verifica-se que ambiente e-ProInfo apresenta uma forma de gerenciamento de materiais didáticos mais completa, pois além do usuário poder procurar materiais didáticos de todo o curso em uma ferramenta que centraliza os recursos, a sua postagem é feita junto com o preenchimento de algumas informações, tais como tema e subtema.

2.6 Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Não basta apenas armazenar o material didático no AVA. É preciso que em um Ambiente Virtual de Aprendizagem existam técnicas para que o material didático seja facilmente encontrado pelos alunos, evitando assim o *overload cognitivo*, já

explicado anteriormente. Aos alunos deve ser fácil a tarefa de buscar artigos, apostilas vídeos e qualquer outro tipo de mídia que venha a facilitar e aprofundar o seu aprendizado.

Diante desse problema, um sistema de recomendação pode ajudar bastante os alunos, pois podem fornecer recomendações de materiais didáticos de acordo com o perfil de cada aluno. A estratégia de recomendar algum produto é muito utilizada pelas empresas que vendem produtos pela internet, e pode ser empregada na educação para facilitar a busca de material didático pelos alunos. Trata-se de uma área de estudo tão importante que a Netflix¹³, uma empresa norte-americana de locação de filmes, lançou em 2009 um concurso ¹⁴que oferecia US\$ 1 milhão para quem criasse um sistema de recomendação mais eficiente, onde a meta seria melhorar a performance da recomendação de produtos de seu site em pelo menos 10%.

Vários sistemas eletrônicos possuem hoje um sistema de recomendação para melhorar a pesquisa de produtos por parte dos usuários, tais como a Amazon.com (www.amazon.com), Google (www.google.com) e Submarino (www.submarino.com.br).

Um módulo de um sistema de recomendação em um ambiente virtual de aprendizagem pode contribuir bastante no processo de ensino-aprendizagem, pois, por meio da análise do perfil do usuário, é possível identificar quais são as áreas de estudo de interesse, mostrando sugestões de materiais didáticos relacionados às suas preferências, e, assim, despertando a curiosidade do aluno à leitura ou visualização do conteúdo do respectivo material.

Assim, este trabalho irá propor um sistema de recomendação para ambientes virtuais de aprendizagem, que poderá ser adotado para o desenvolvimento de um módulo dentro de um ambiente virtual de aprendizagem específico.

No próximo capítulo será apresentada uma arquitetura de um Sistema de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, além de serem discutidos os seus componentes e suas funcionalidades.

¹³ www.netflix.com

3. ARQUITETURA DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO PARA AVA

Segundo Tanenbaum e Steen (2007), uma arquitetura de software de sistema descreve como vários componentes de um software devem ser organizados e como deve ser a interação entre eles. O presente capítulo tem por objetivo descrever uma Arquitetura de um Sistema de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, e abordará como os componentes de software são organizados e como irão interagir durante o processo de geração de recomendação.

3.1. Arquitetura do Sistema de Recomendação

A arquitetura do Sistema de Recomendação, proposta neste trabalho, será composta por praticamente cinco componentes: Perfil do Usuário, Perfil do Material Didático, Gerador de Recomendações, Avaliação/Feedback e Monitoramento de Aquisições. Cada componente possuirá papel específico, de forma que a atuação em conjunto desses componentes proporcionará aos usuários uma visualização de recomendações de materiais didáticos.

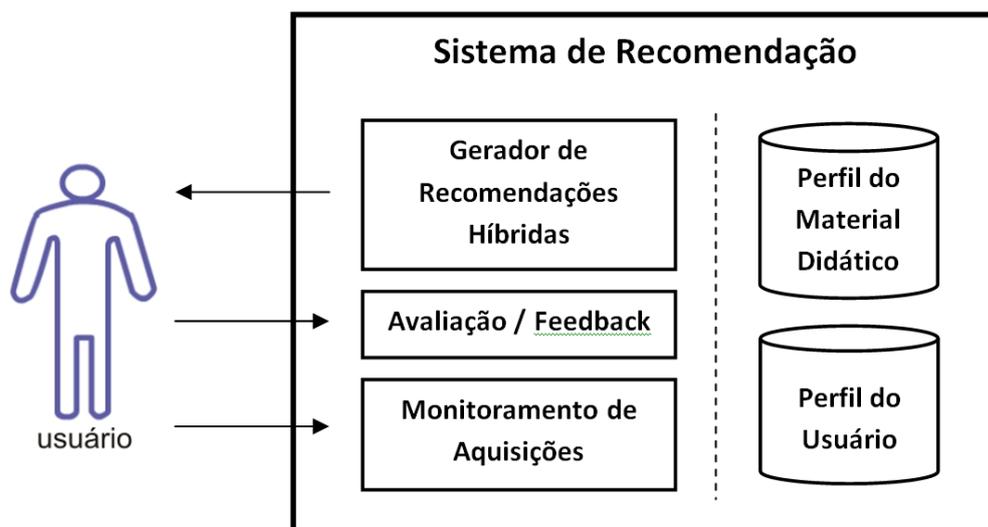


Figura 9 - Arquitetura do Sistema de Recomendação

3.1.1. Perfil do Usuário

Os usuários de um AVA, de certa forma, são pessoas interessadas em determinadas áreas de estudo. Um aluno de um curso de Sistemas de Informação certamente terá interesse em assuntos relacionados à programação de computadores e redes de computadores, assim como um aluno do curso de Administração terá interesse em áreas ligadas gestão de pessoas e análise financeira. São deduções as quais poderão ser feitas por meio da análise da estrutura curricular do curso do aluno, usuário do AVA. Mas, essa análise pode não ser suficiente para determinar quais são as reais áreas de interesse de um usuário, já que um aluno do curso de Administração poderá passar a ter afinidade com redes de computadores, seja para montar uma rede de computadores pessoal ou para abrir um negócio na área de Informática. Do mesmo modo, um aluno do curso de Sistemas de Informação poderá ter seu interesse despertado pela área de Análise Financeira, para o desenvolvimento de um software ou até para gerir a sua própria empresa.

Para tal, torna-se necessário identificar e atualizar constantemente o Perfil do Usuário, o qual no contexto deste trabalho será definido como o conjunto de áreas de estudo de afinidade do usuário. A essas áreas de estudo serão atribuídos pesos, indicativo do grau de interesse do usuário em relação à respectiva área, além de permitir a criação de um *ranking* de preferências das áreas de estudo para cada usuário, conforme apresentou a Recomendação Baseada no Conteúdo (Adomavicius e Tuzhilin, 2005).

Tabela 5 - Exemplo de áreas de estudo com os seus respectivos pesos

Área de Estudo	Peso
Estudo de Linguagens de Programação	10
Sistemas Operacionais	8
Direito Digital	6
Psicologia	0

Os dados fictícios da Tabela 5 indicam que, entre as quatro áreas de estudo de um determinado usuário, vista como áreas de preferência, o Sistema de

Recomendação poderá tentar gerar mais recomendações da área “Estudo de Linguagens de Programação”, já que o seu peso é maior do que os pesos das outras áreas, e, assim, as chances de uma recomendação de material didático ser útil para o usuário, serão maiores.

A identificação do Perfil do Usuário será feita de duas formas:

- Direta: por intermédio do preenchimento de um formulário pelo próprio usuário durante o seu cadastro
- Indireta: pelo monitoramento das interações do usuário com o próprio sistema, que será realizado pelos componentes Avaliador/Feedback e Monitoramento de Aquisições.

3.1.2. Avaliação/Feedback

Trata-se de um componente pelo qual o usuário poderá avaliar as recomendações visualizadas, dando o seu *feedback* sobre a sugestão que lhe foi oferecida. A avaliação consistirá em informar se a recomendação gerada foi útil, ou seja, se o material didático sugerido possuía características similares às características do Perfil do Usuário.

Se o usuário informar que a recomendação foi satisfatória, é sinal de que o material didático sugerido possui características que despertaram o seu interesse. Nesse caso, o Perfil do usuário será automaticamente atualizado, de modo a incrementar o peso da área de estudo correspondente ao material didático.

3.1.3. Monitoramento de Aquisições

O usuário poderá, dentro do AVA, obter material didático a qualquer momento. Para isso, basta utilizar o recurso do ambiente armazenador e disponibilizador dos materiais didáticos. Nesse caso, o usuário está buscando algum material que ainda não foi recomendado, o que poderá ser um indício que a correspondente área de estudo do material é uma das áreas de estudos de interesse do usuário.

Diante disso, percebe-se que o módulo de Monitoramento de Aquisições tem como papel monitorar as aquisições de materiais didáticos pelo usuário, e interferir no Perfil do Usuário, no sentido de incrementar o peso da área de estudo

correspondente ao material didático adquirido. Esse componente também irá modificar o Perfil do Material Didático, já que irá adicionar alguma informação de que o material foi adquirido por mais um usuário.

Percebe-se da mesma forma que, com esse componente, o sistema de recomendação poderá identificar outras preferências do usuário, pois um material didático adquirido pode conter características ainda não informadas previamente pelo usuário.

3.1.4. Perfil do Material Didático

Como foi dita previamente, o Perfil do Usuário é muito importante para o Sistema de Recomendação identificar o Perfil do Material Didático. Esse perfil representa as características do material didático postado no AVA, e será utilizado pelo sistema de recomendação para efetuar o cruzamento com o Perfil do Usuário, no momento da geração das recomendações.

O Perfil do Material Didático será informado ao sistema pelo usuário responsável pelo envio do material. O usuário fará o preenchimento de um formulário contendo informações sobre o respectivo material.

3.1.5. Gerador de Recomendações Híbridas

O componente Gerador de Recomendações Híbridas tem como papel efetuar o cruzamento dos dados do Perfil do Usuário com os dados do Perfil do Material Didático para gerar recomendações.

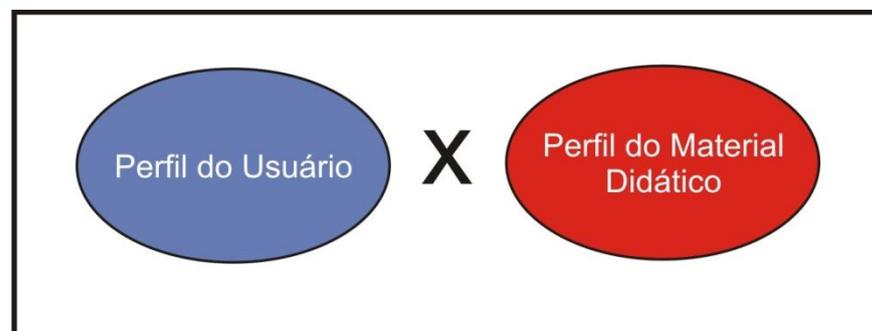


Figura 10 - Cruzamento das informações do Perfil do Usuário com o Perfil do Material Didático

O modelo adotado para este trabalho utiliza-se da técnica de geração de recomendação híbrida, efetuando a combinação de três técnicas de recomendação existentes na literatura: recomendação não personalizada, recomendação baseada no conteúdo, e recomendação baseada na filtragem colaborativa.

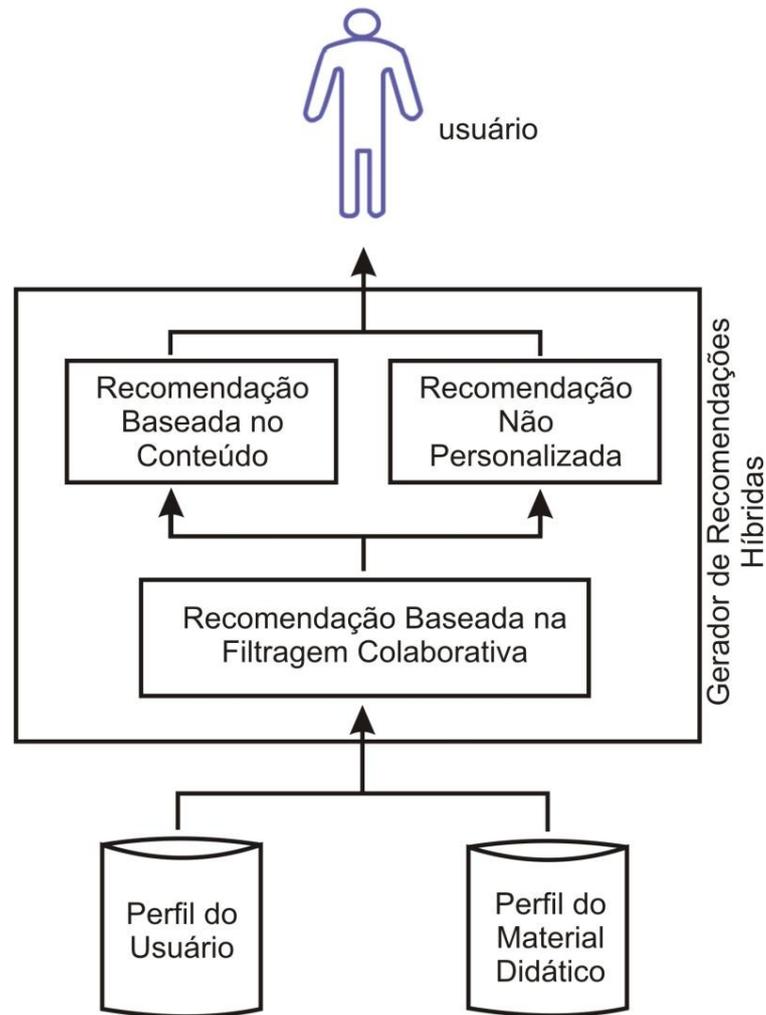


Figura 11 - Modelo do componente Gerador de Recomendações Híbridas

O processo de geração de recomendações foi realizado pelas etapas a seguir:

1. Foi gerada uma lista de materiais didáticos usando a filtragem colaborativa, que faz a recomendação baseada na correlação entre os usuários. Cada item dessa lista possuirá o seu grau de premeditação $p_{a,i}$, correspondente ao valor da premeditação do usuário em relação ao material didático. É

importante destacar que os itens dessa lista são itens que ainda não foram adquiridos pelo usuário no passado. A lista foi ordenada de forma decrescente, em relação ao $p_{a,i}$ de cada material didático, formando assim o *ranking* dos materiais didáticos em relação ao resultado da filtragem colaborativa.

2. Para cada material didático da lista anterior foi calculado o Grau de Utilidade, da técnica de recomendação baseada no conteúdo. Assim, uma nova lista foi gerada, com os mesmos elementos, ordenada de forma decrescente, porém usando como base para ordenação os valores relativos ao Grau de Utilidade. Ao final dessa etapa um novo *ranking* terá sido gerado, que é o *ranking* dos materiais didáticos em relação à técnica da recomendação baseada no conteúdo.
3. A mesma lista usada no item 1 foi novamente utilizada, dessa vez para verificar quais são os itens em maior evidência dentro do ambiente. Essa etapa aborda uma técnica de recomendação não personalizada, e objetiva qualificar os elementos de acordo com a sua procura por outros usuários. Dessa forma, a lista obtida foi ordenada de forma decrescente, formando um ranking dos materiais mais requisitados.
4. Foram usadas as listas geradas nos itens 1, 2 e 3, para serem calculados os Graus de Utilidade Híbrida - $uh(item)$, o qual consiste na equação:

$$uh(item) = \frac{1}{\text{Posição da premeditação}(item)} + \frac{1}{\text{Posição da utilidade}(item)} + \frac{1}{\text{Posição do Quantitativo}(item)}$$

Para tornar mais claro o funcionamento da técnica criada, suponha que os materiais didáticos A, B, C, D e E ainda não foram adquiridos por um determinado usuário e foram selecionados na primeira etapa, da recomendação pela filtragem colaborativa. Cada item selecionado possui seu grau de premeditação $p_{a,i}$. A próxima etapa é utilizar esses mesmos materiais didáticos na técnica de recomendação baseada no conteúdo, o que permite encontrar o grau de utilidade

para cada item. O passo seguinte é verificar o número de aquisições do respectivo material didático, o que resulta nos dados da tabela a seguir:

Tabela 6 - Continuação do Exemplo, com a indicação do ranking de cada item em relação ao Grau de Utilidade e ao Quantitativo

Item	Grau de premeditação		Grau de utilidade		Quantitativo	
	Valor	Posição	Valor	Posição	Valor	Posição
A	8,3	2 ^a	3	5 ^a	40	4 ^a
B	7,8	3 ^a	14	3 ^a	39	5 ^a
C	6,7	5 ^a	10	4 ^a	143	1 ^a
D	9,2	1 ^a	25	1 ^a	67	3 ^a
E	7,5	4 ^a	21	2 ^a	87	2 ^a

Por fim, é calculado para cada item $uh(item)$, o que traz como resultado:

Tabela 7 - Resultado final, em que o item D obteve maior pontuação

Item	Cálculo de $uh(item)$	Resultado de $uh(item)$
A	$1/2 + 1/5 + 1/4$	0,95
B	$1/3 + 1/3 + 1/5$	0,86
C	$1/5 + 1/4 + 1/1$	1,45
D	$1/1 + 1/1 + 1/3$	2,33
E	$1/4 + 1/2 + 1/2$	1,25

Os dados da Tabela 7 indicam que o item D deve ser recomendado ao usuário, pois o seu valor $uh(D) = 2,33$ supera o valor uh dos demais materiais didáticos.

A técnica de recomendação híbrida foi escolhida para permitir que o sistema de recomendação realize recomendações com as seguintes características:

- Recomendação de itens que foram adquiridos e avaliados de forma positiva por usuários com preferências comuns, ou seja, perfis de usuário semelhantes;

- Recomendação de itens que possuem características semelhantes a outros itens já adquiridos no passado, pelo próprio usuário, utilizando o seu histórico de aquisições;
- Recomendação de itens que são bem requisitados no AVA, os quais possuem destaque no ambiente devido a quantidade de usuários fizeram a sua aquisição.

Assim, os usuários poderão sempre receber itens que são “novidades”, que teoricamente nunca iriam ser recomendados pela técnica da Recomendação Baseada no Conteúdo. Outra observação é que o problema da partida fria, existente na Filtragem Colaborativa, será de certa forma resolvido, já que o Perfil do Usuário será construído de forma Direta e Indireta.

3.2. Funcionalidades disponíveis aos usuários do AVA

Cada Ambiente Virtual de Aprendizagem possui os seus tipos de usuários, cada um com seus privilégios e funcionalidades específicos. Para fins deste trabalho, serão abordados apenas três usuários: usuário professor, usuário tutor e usuário aluno. Esses três tipos de usuários já são suficientes para tornar claro o funcionamento da arquitetura proposta.

Todos os usuários podem receber recomendações de material didático. Porém, apenas os usuários com maiores privilégios podem postar materiais didático no AVA e, conseqüentemente, efetuar o preenchimento do seu respectivo Perfil do Material Didático. Essa restrição tem como objetivo evitar que materiais didáticos sejam postados no AVA sem uma correta identificação do Perfil do Material Didático, o que pode causar futuras recomendações inconsistentes.

A partir dessa afirmação, fica fácil formalizar o que cada usuário pode fazer no AVA, em relação ao Sistema de Recomendação. O diagrama abaixo representa um Caso de Uso em UML¹⁵, que é utilizado para deixar explícito o tipo de interação dos usuários envolvidos (Sommerville, 2008). Nele, estão representados os usuários Professor, Tutor e Aluno e, no retângulo central, as funcionalidades que cada um dos usuários pode usar.

¹⁵ Unified Modeling Language – Linguagem de Modelagem Unificada

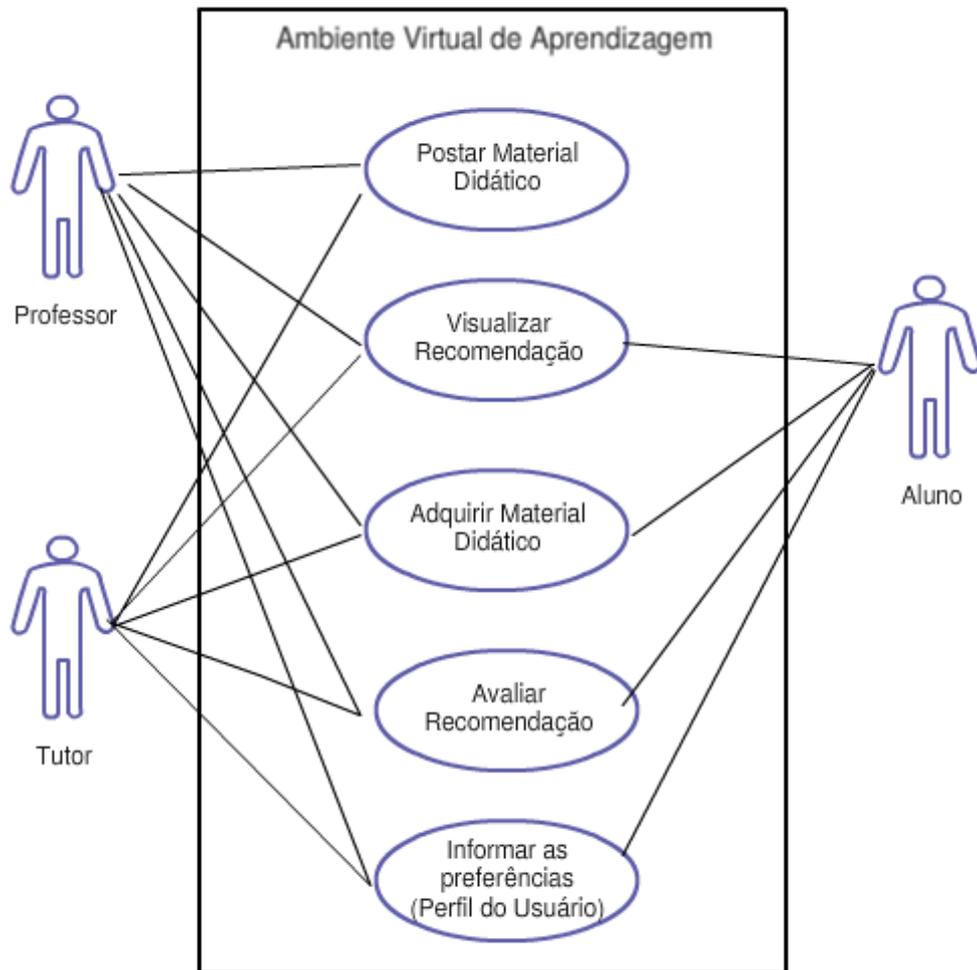


Figura 12 - Caso de Uso em UML com as principais funcionalidades do AVA e Sistema de Recomendação

Cada uma das funcionalidades apresentadas no diagrama da figura 12 possui alguma ligação com pelo menos um dos componentes da Arquitetura do Sistema de Recomendação discutida no início deste capítulo. Segue uma descrição de cada funcionalidade:

Funcionalidade	Descrição	Componentes Envolvidos
Postar Material Didático	Essa funcionalidade será utilizada pelos professores e tutores para enviar o material didático para o AVA. Ao postar o material, o usuário deverá também informar o Perfil do Material Didático, através do preenchimento de um formulário onde perguntas sobre as características do material são visualizadas.	Perfil do Material Didático

Visualizar Recomendação	Funcionalidade que permite aos usuários visualizar as recomendações geradas. As recomendações são geradas pelo componente Gerador de Recomendações Híbridas, que utiliza o Perfil do Usuário e o Perfil do Material Didático no processo de geração de recomendações.	Gerador de Recomendações Híbridas, Perfil do Usuário e Perfil do Material Didático
Adquirir Material Didático	Funcionalidade que permite que o usuário adquira o material didático, seja por <i>download</i> , seja visualizando o seu conteúdo. O usuário poderá adquirir um material didático por meio de uma recomendação ou diretamente pelo repositório de armazenamento disponível no AVA. Ao adquirir um material diretamente pelo repositório, o componente Monitoramento de Aquisições identificará a área de estudo do material selecionado, solicitando a atualização do Perfil do Usuário, conforme já discutido anteriormente.	Monitoramento de Aquisições
Avaliar Recomendação	Ao visualizar uma recomendação, o usuário poderá dar o seu <i>feedback</i> em relação à recomendação que foi gerada. Essa avaliação é feita pelo componente Avaliação/Feedback.	Avaliação/Feedback
Informar as Preferências (Perfil do Usuário)	Funcionalidade que permite ao novo usuário informar quais são as suas áreas de interesse, assim como permite ao usuário já existente alterar as suas áreas de interesse, possibilitando que sistema de recomendação tenha informações sobre cada usuário.	Perfil do Usuário

Quadro 5 - Descrição das funcionalidades apresentadas no Caso de Uso

A arquitetura apresentada mostra uma visão geral do funcionamento do Sistema de Recomendação, assim como a sua interação com os usuários do Ambiente virtual de Aprendizagem. O próximo capítulo abordará concepção de um módulo de sistema de recomendação para ambientes virtuais de aprendizagem, criado a partir da arquitetura apresentada.

4. MÓDULO DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO

Um módulo de sistema é definido por Rezende (2005) como uma coleção de instruções de um programa com quatro atributos básicos: Entrada, Função Lógica, Dados Internos e Saída. Entrada e Saída são justamente os dados que entra e sai no sistema. Função Lógica significa o conjunto de operações que são realizadas com a entrada, para que se obtenha a saída. Dados Internos são variáveis que fazem parte da Função Lógica, ou seja, são variáveis utilizadas no processo de geração de saída.

A partir dessa definição, será abordada neste capítulo a construção de um módulo de um Sistema de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, sob a arquitetura apresentada no capítulo anterior. O capítulo será dividido praticamente em três sessões: Entrada, Função Lógica e Dados Internos e, por último, Saída. A Função Lógica e os Dados Internos serão detalhados em uma única função, já que as operações necessárias para gerar a saída serão realizadas juntas com os dados internos.

4.1. Entrada

As entradas de um Sistema de Recomendação são realizadas pelos seus usuários e, no contexto deste trabalho, serão os usuários do AVA, que irão receber recomendações de materiais didáticos. São as possíveis entradas:

- Identificação Direta do Perfil do Usuário: trata-se do preenchimento por parte do usuário de um formulário onde contém informações sobre as suas preferências;
- Envio de um novo material didático para o AVA: refere-se à postagem do material didático pelos professores e tutores do ambiente;
- Aquisição de um material didático pelo usuário: trata-se da ação do usuário adquirir o material didático do AVA;
- Avaliação da Recomendação: ação do usuário em avaliar a recomendação fornecida, indicando se ela foi satisfatória ou não.

As sessões a seguir tratarão sobre cada um dos itens apresentados.

4.1.1. Identificação Direta do Perfil do Usuário

A Identificação Direta do Perfil do Usuário será realizada de forma explícita pelo próprio usuário, durante o seu cadastro no AVA, podendo ser alterado a qualquer momento. Nesse tipo de entrada, os usuários informarão ao Sistema de Recomendação quais são as suas preferências relacionadas às áreas de interesse, ou seja, as áreas de conhecimento que fazem parte dos seus estudos.

Essa identificação será realizada por meio do preenchimento de um formulário, onde questões sobre as suas preferências de estudo são apresentadas, permitindo que o usuário selecione uma ou várias áreas de estudo. Os usuários poderão, em qualquer momento, adicionar ou remover as áreas que compõem o seu perfil.

Cada usuário irá selecionar um conjunto de Subáreas de Conhecimento, que estarão organizadas por Áreas. Essas Áreas e Subáreas serão cadastradas previamente no sistema, por algum usuário com privilégios de configuração do AVA, e devem ser definidas de forma clara e objetiva, para não permitir ambiguidade ou qualquer outro problema que deixe o usuário em dúvida no momento do preenchimento do seu perfil.

Uma Área de Conhecimento pode ser um curso, como por exemplo, Sistemas de Informação, e cada Subárea de Conhecimento pode ser uma das abordagens do curso, como por exemplo, Programação de Computadores, Sistemas Operacionais e Redes de Computadores. Dessa forma, os usuários poderão entender facilmente que, marcando as Subáreas Sistemas Operacionais e Redes de Computadores, estarão informando, indiretamente, a preferência por assuntos relacionados à área de Sistemas de Informação.

Evidentemente, como já informado anteriormente, as Áreas e Subáreas devem ser definidas previamente, e devem estar alinhadas às características da cada instituição de ensino.

O quadro a seguir define os conceitos de Área de Conhecimento e Subárea de conhecimento, no contexto deste trabalho.

Dado	Descrição
Áreas de Conhecimento	Área de conhecimento que possui várias subáreas. Uma área de conhecimento pode ser o nome do curso do AVA.
Subáreas de Conhecimento	As Subáreas são “divisões” da Área de Conhecimento. Se uma Área de Conhecimento for cadastrada no AVA como o nome do curso, as Subáreas podem ser as abordagens pertencentes ao curso. Por exemplo, se for cadastrada a área de Conhecimento “Sistemas de Informação”, as Subáreas podem ser: Programação de Computadores, Sistemas Operacionais, Redes de Computadores, etc.

Quadro 6 - Definição de Área e Subárea de Conhecimento

No Perfil do Usuário, cada Subárea possuirá um valor de peso, indicando o grau de utilidade da Subárea em relação ao usuário. Assim, **peso(usuário,subárea)** será um indicador utilizado pelo Sistema de Recomendação para identificar quais as preferências do usuário.

No momento que o novo usuário estiver efetuando o seu cadastro no AVA, ele irá deparar-se com uma lista Áreas e Subáreas de Conhecimento, onde várias subáreas poderão ser selecionadas. Ao salvar as suas informações, o Perfil do Usuário começará a ser construído, e cada Subárea selecionada receberá valor de peso inicial igual a 0.

O usuário poderá, a qualquer momento, solicitar a alteração dos dados referentes às suas Subáreas de Conhecimento. Nessa situação, ele poderá: Remover ou Incluir Subáreas. O quadro a seguir faz um detalhamento das ações que o usuário poderá efetuar ao alterar o seu Perfil do Usuário.

Ação do Usuário	Subárea de Conhecimento
Incluir Subárea	A inclusão de uma Subárea de Conhecimento adicionará no Perfil do Usuário a respectiva Subárea, com peso inicial $\text{peso}(\text{usuário}, \text{subárea})=1$.
Excluir Subárea	A exclusão de uma Subárea fará a sua remoção no Perfil do Usuário. Se todas as Subáreas de uma determinada Área tiverem sido excluídas, automaticamente e indiretamente a Área também será removida do Perfil do Usuário.

Quadro 7 - Consequências, no Perfil do Usuário, das ações de incluir e excluir Subáreas

Para exemplificar, visualize o quadro a seguir, onde áreas e respectivas subáreas estão organizadas:

Tabela 8 - Exemplo que mostra a relação entre Áreas e Subáreas

Área	Subárea
A1	S1, S2
A2	S3, S4, S5
A3	S6
A4	S7, S8, S9, S10
A5	S11, S12

Se o usuário selecionar, no seu cadastro, as Subáreas S1, S2 e S9, o seu Perfil do Usuário será inicializado de acordo com o quadro apresentado a seguir:

Usuário	Subárea
X	S1 = 1 S2 = 1 S9 = 1

Quadro 8 - Exemplo dos pesos iniciais das Áreas e Subáreas no Perfil do Usuário

4.1.2. Envio de um novo Material Didático para o AVA

O material didático abordado nesse módulo de sistema de recomendação consistirá em um arquivo de computador, o qual poderá ser armazenado no AVA ou estar disponível em outro site da Web.

Os professores e tutores poderão submeter o arquivo ao AVA, através do *upload* de arquivos, que transmite o arquivo do computador do professor ou tutor, para o servidor do Ambiente Virtual de Aprendizagem. Eles podem também fazer a inclusão de um Material Didático de outra forma, por meio da indicação do endereço da web do Material Didático. Em ambos os casos, esses usuários devem informar o Perfil do Material Didático, para permitir ao Sistema de Recomendação efetuar

cruzamento das informações do material com as informações do Perfil do Usuário, durante o processo de geração de recomendações.

As informações existentes no Perfil do Material Didático são: Código, Nome do Material Didático, Área de Conhecimento, Subárea de Conhecimento, Tipo, Autores, Palavras-chave, Resumo, Quantidade de Aquisições e URL¹⁶. Essas informações, detalhadas no quadro 9, serão úteis para o Sistema de Recomendação e para o AVA em geral, pois permitem que o material didático seja categorizados de forma organizada.

Informação	Descrição
Código	Código do Material Didático no Banco de Dados. Trata-se da chave primária do registro do material, necessário para o Banco de Dados efetuar a sua localização entre os vários materiais que podem estar cadastrados.
Nome do Material Didático	Trata-se do nome do Material Didático. Exemplos: Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem; Lógica de Programação.
Área de Conhecimento	Área de Conhecimento
Subárea de Conhecimento	Subárea referente à Área de Conhecimento selecionada
Tipo	Identificação do tipo do Material Didático: Artigo Científico, Apostila, Vídeo, Mapa Conceitual, entre outros.
Autores	Nome do autor ou autores do Material Didático.
Palavras-Chave	Palavras chaves que poderão ser utilizadas para facilitar a busca de Materiais Didáticos dentro do AVA.
Resumo	Resumo do material didático, importante para os usuários terem uma noção sobre o conteúdo abordado no material didático.
Quantidade de Aquisições	Quantidade de aquisições do material dentro do Ambiente Virtual de Aprendizagem.
URL	Endereço necessário para que o usuário faça o download do material didático. A URL pode ser um endereço do próprio AVA, ou um caminho para um outro site.

Quadro 9 - Características do Perfil do Material Didático

¹⁶ Uniform Resource Locator – Localizador de Recurso Universal. Trata-se do endereço de um recurso. No contexto da Web, trata-se do endereço de um site.

Ao ser submetido ao AVA, junto com as suas características, o material didático ficará disponível no sistema para consulta e *download*. A ação de efetuar *download* do arquivo será considerada uma informação importante para o sistema de recomendação, pois indicará que o usuário possui interesse pela área de estudo do material adquirido.

Sendo assim, para permitir a identificação dos materiais adquiridos pelo usuário, torna-se necessário o registro de todos os materiais didáticos copiados.

4.1.3. Aquisição de um material didático pelo usuário

A ação de o usuário adquirir um material didático existente no AVA será considerada uma entrada. Nesse momento, o usuário estará informando implicitamente ao Sistema de Recomendação que um item foi adquirido, alterando o Perfil do Material Didático, pois a Quantidade de Aquisições deverá ser incrementada em uma unidade.

Ao mesmo tempo, a aquisição de um material didático irá interferir no Perfil do Usuário, incrementando também, em uma unidade, a Subárea correspondente ao material didático adquirido.

Com o passar do tempo, a quantidade de interações entre usuário e sistema proporcionará ao Perfil do Usuário refletir as preferências do usuário sobre as Áreas e Subáreas de Conhecimento. As Subáreas serão incrementadas a cada aquisição de material didático e, indiretamente, as respectivas Áreas também, já que o somatório dos pesos das Subáreas possuirá valor maior.

Exemplificando, o quadro abaixo representa o Perfil do Usuário de um determinado aluno:

Usuário	Subáreas
X	$S_1 = 9$ $S_2 = 1$ $S_9 = 27$

Quadro 10 - Exemplo dos pesos das Subáreas no Perfil do Usuário

E, supondo que o mesmo aluno tenha adquirido um Material Didático da Subárea S_1 , o Perfil do Usuário será modificado. O valor do peso S_1 será incrementado em uma unidade, resultando em 10, e, conseqüentemente, o somatório dos pesos da Área S será 37.

Usuário	Subárea
X	$S_1 = 10$ $S_2 = 1$ $S_9 = 27$

Quadro 11 - Exemplo dos pesos das Subáreas no Perfil do Usuário após a aquisição de um Material Didático da Subárea 1

4.1.4. Avaliação da Recomendação

A avaliação do usuário sobre a recomendação recebida será considerada uma entrada para o Módulo do Sistema de Recomendação. O *feedback* do usuário será utilizado como meio de identificar se a recomendação foi satisfatória ou não, e se for satisfatória, irá refletir na modificação do Perfil do Usuário, na Subárea correspondente ao Material Didático que foi sugerido.

Para cada recomendação gerada, será solicitado que o usuário avalie a recomendação, informando o conceito da avaliação, que pode ser ruim, regular ou Boa. Cada avaliação possui o seu valor correspondente, e seu significado, como mostra o quadro a seguir:

Conceito	Significado	Valor
☹ Ruim	O material recomendado não é de interesse do usuário	0
☺ Regular	O material didático é de interesse do usuário, porém a recomendação não foi totalmente satisfatória	1
☺ Boa	A recomendação foi boa e que ajudou o usuário	3

Quadro 12 - Conceitos disponíveis na avaliação da recomendação, com o seu respectivo valor de impacto no Perfil do Usuário

Os valores foram escolhidos de forma crescente, onde o conceito Ruim possui o menor valor, e o melhor conceito possui o maior valor.

4.2. Função Lógica e Dados

Na arquitetura proposta no capítulo anterior, o Gerador de Recomendações Híbridas é o componente responsável por efetuar o cruzamento entre o Perfil do Usuário com o Perfil do Material Didático durante o processo de geração de recomendações.

A função do Gerador de Recomendações é justamente pegar os dados de entrada, efetuar um conjunto de operações e fornecer a saída, que é a recomendação de um Material Didático. As operações realizadas na Função Lógica do Módulo de Sistema de Recomendação são:

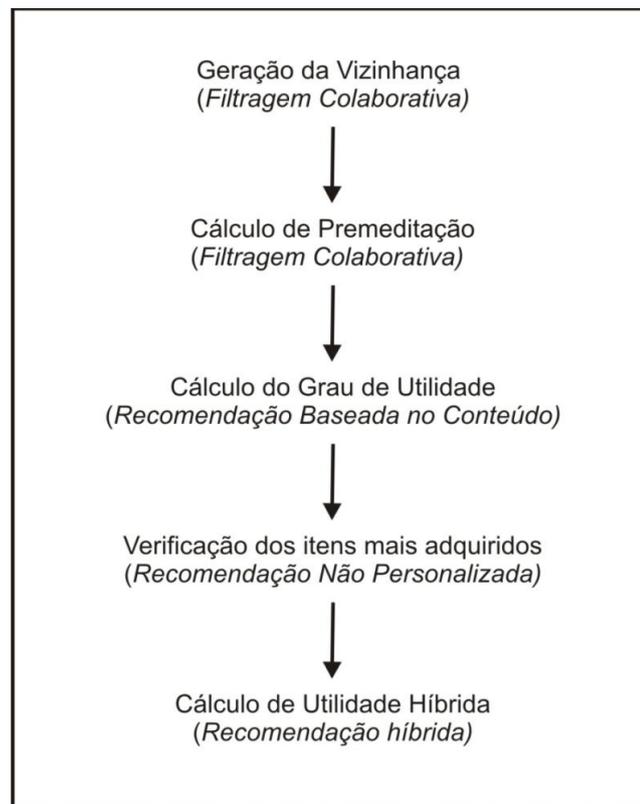


Figura 13 - Etapas do processo de geração de recomendações

Cada operação tem por objetivo gerar um conjunto de dados para serem utilizados pela próxima etapa. O quadro a seguir mostra o resultado obtido em cada etapa no processo de geração de recomendação:

Operação	Dados Gerados
Geração da Vizinhança	Conjunto de usuários com perfis semelhantes
Cálculo de Premeditação	Conjunto de itens (Materiais Didáticos) os quais foram adquiridos ou avaliados positivamente pelos usuários com perfis semelhantes
Cálculo do Grau de Utilidade	Para cada item da operação anterior, será gerado o valor do Grau de Utilidade
Verificação dos itens mais adquiridos	Para cada item da operação anterior, será verificado o quantitativo de aquisições
Cálculo da Utilidade Híbrida	Para cada item da operação anterior, será calculado o Grau de Utilidade Híbrida

Quadro 13 - Definição dos dados que são gerados após cada etapa no processo de geração de recomendação

4.3. Saída

Após todas as operações discutidas anteriormente, o Sistema de Recomendação fará a sugestão de um material didático ao aluno. Como a proposta desse capítulo foi descrever a criação de um Módulo de Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, e a sua arquitetura não está ligada a algum ambiente específico, a saída gerada será organizada de forma que possa ser integrada com qualquer AVA.

Será usada a linguagem XML¹⁷ para formalizar a saída, por tratar-se de uma linguagem de padronização de dados recomendada pela W3C¹⁸. Cada recomendação será produzida na forma de uma estrutura padronizada em XML,

¹⁷ eXtensible Markup Language – Linguagem de Marcação extensível

¹⁸ World Wide Web Consortium (<http://www.w3.org/>) – Consórcio internacional de empresas, que organizam padrões para a web.

onde cada elemento contém uma informação sobre a descrição do item escolhido pelo Sistema de Recomendação.

1	<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2	<item>
3	<código></código>
4	<nome></nome>
5	<área></área>
6	<subárea></subárea>
7	<tipo></tipo>
8	<autores></autores>
9	<palavraschave></palavraschave>
10	<resumo></resumo>
11	<quantidadeaquisicoes></quantidadeaquisicoes>
12	<url></url>
13	</item>

Quadro 14 - Modelo XML, produzido ao final da geração da recomendação

Onde, em <código></código> será indicado o código do material didático no banco de dados, ou seja, a sua chave primária, e <url></url> será usado para armazenar o endereço necessário para a realização do *download* do Material Didático.

Os quadros 15 e 16 representam dois exemplos de recomendações geradas pelo Sistema de Recomendação, padronizadas na estrutura XML apresentada. O primeiro mostra uma recomendação de um item armazenado no próprio AVA, enquanto que o segundo mostra uma recomendação de um item armazenado em um site externo ao ambiente virtual de aprendizagem.

1	<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2	<item>
3	<código>36</código>
4	<nome>Protocolo HTTP</nome>
5	<área>Sistemas de Informação</área>
6	<subárea>Redes de Computadores</subárea>
7	<tipo>Mapa Conceitual</tipo>
8	<autores>Márcio Robério</autores>
9	<palavraschave>protocolo, http</palavraschave>
10	<resumo>Mapa conceitual sobre o protocolo HTTP</resumo>
11	<quantidadeaquisicoes>56</quantidadeaquisicoes>
12	<url> http://www.ava.com.br/biblioteca/mat.php?c=36 </url>
13	</item>

Quadro 15 - Exemplo da saída de uma recomendação de Mapa Conceitual

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <item>
3   <código>172</código>
4   <nome>Modelo OSI</nome>
5   <área>Sistemas de Informação</área>
6   <subárea>Redes de Computadores</subárea>
7   <tipo>Vídeo</tipo>
8   <autores>Desconhecido</autores>
9   <palavraschave>Camadas, modelo, OSI</palavraschave>
10  <resumo>Vídeo que aborda as camadas do modelo OSI</resumo>
11  <quantidadeaquisicoes>239</quantidadeaquisicoes>
12  <url>http://www.youtube.com/watch?v=QaZwabhBbCw</url>
</item>
```

Quadro 16 - Exemplo de saída de um vídeo

O próximo capítulo abordará a concepção de um protótipo de sistema de recomendação, contendo as especificações abordadas até o presente capítulo.

5. IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROTÓTIPO

Este capítulo abordará aspectos gerais da implementação de um protótipo de Sistema de Recomendação de Materiais Didáticos, com o objetivo de prover recomendações a usuários/alunos de cursos mediados por um Ambiente Virtual de Aprendizagem.

O objetivo da criação deste protótipo é testar a arquitetura do Sistema de Recomendação proposto anteriormente, verificando se as recomendações geradas realmente satisfazem às preferências dos usuários.

Dentre os ambientes virtuais de aprendizagem, citados no capítulo 02 deste trabalho, o Moodle foi escolhido como ambiente para utilização do sistema de recomendação. Essa escolha foi baseada na facilidade da aquisição de documentação do ambiente, aliada à grande quantidade de fóruns de discussões sobre a ferramenta. Além desses dois fatores, o Moodle é adotado pela Universidade Federal de Alagoas para mediar a comunicação de alguns cursos de educação a distância.

5.1. Tecnologias Utilizadas

Para o desenvolvimento deste protótipo, foi adotada a linguagem de programação PHP¹⁹ e o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) MySQL²⁰, ambos utilizados também pelo ambiente Moodle.

Foi utilizada, da mesma forma, a linguagem de estilo *Cascading Style Sheets* (CSS), proporcionando maior organização à codificação do *layout* das telas, e a linguagem de programação JavaScript, para gerar a emissão de mensagens de saída para os usuários do ambiente.

O protótipo foi implementado sob a versão 1.9.9 do ambiente Moodle, na forma de um bloco, podendo ser reutilizado e aperfeiçoado por qualquer instituição de ensino.

¹⁹ Acrônimo para *Hypertext Preprocessor*. Site Oficial: www.php.net.

²⁰ Site Oficial: www.mysql.org.

5.2. Modelo do Banco de Dados do Protótipo

Algumas tabelas de dados foram criadas para atender às necessidades da arquitetura deste protótipo, justamente para armazenar as informações dos perfis dos usuários, perfis dos materiais didáticos, histórico das aquisições de materiais didáticos, áreas de conhecimento e das avaliações das recomendações.

Essas tabelas foram criadas dentro da estrutura do banco de dados do ambiente Moodle, e algumas delas relacionam-se com a base de dados dos usuários/alunos do ambiente. Assim, por meio da ligação entre as tabelas do sistema de recomendação e do ambiente Moodle foi possível integrar o protótipo ao ambiente, gerando assim as recomendações de materiais didáticos.

O modelo conceitual de banco de dados abaixo mostra todas as tabelas criadas para este protótipo, com exceção da tabela usuário, já existente na estrutura de banco de dados do ambiente Moodle.

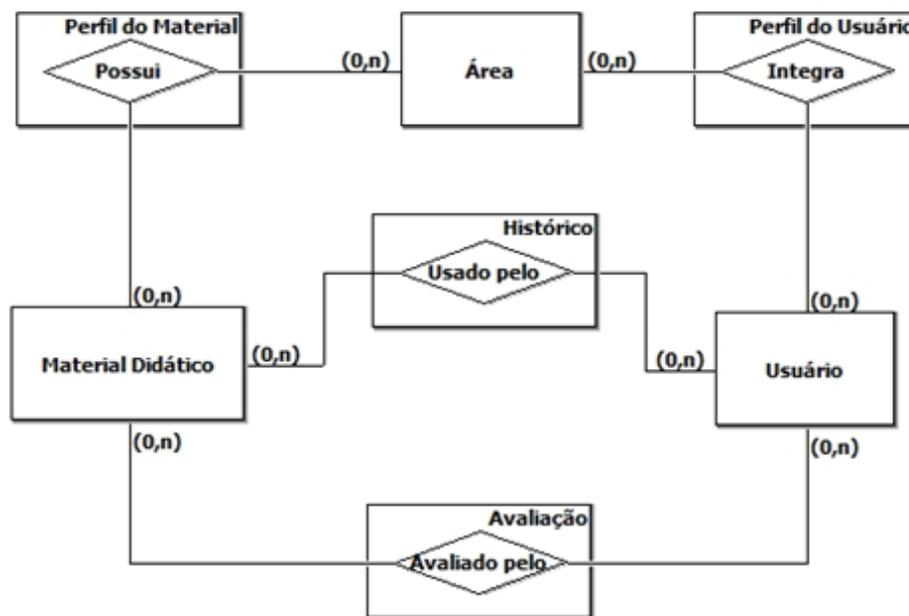


Figura 14 - Modelo Conceitual do Banco de Dados do Protótipo

5.3. O Algoritmo de Recomendação

O algoritmo gerador de recomendação é o responsável em efetuar o cruzamento dos perfis dos usuários com os perfis dos materiais didáticos, utilizando as técnicas da filtragem colaborativa, recomendação baseada no conteúdo e recomendação não personalizada.

Os passos seguidos pelo algoritmo de recomendação são:

1. Seleciona uma lista de materiais didáticos ainda não “baixados” pelo usuário/aluno.
2. Usando a técnica da Filtragem Colaborativa, o algoritmo realiza a geração da vizinhança e, logo após, efetua o cálculo de predição dos materiais didáticos do tópico anterior.
3. Usa a técnica da Recomendação Baseada no Conteúdo, onde o algoritmo calcula o grau de utilidade de cada material didático para o respectivo aluno.
4. Utiliza a técnica Não Personalizada de Recomendação. Nesta etapa, é verificado qual o material didático, dentre a lista do tópico 1, foi o mais requisitado, ou seja, o material didático que teve um maior número de downloads possui maior importância para ser recomendado.

5.4. Telas

Nesta sessão serão apresentadas as telas do protótipo do sistema de recomendação, configurado no ambiente virtual de aprendizagem Moodle.

5.4.1. O Bloco no Ambiente Moodle

A figura 15 mostra o protótipo do sistema de recomendação, sob a forma de um bloco do Ambiente Moodle. O usuário, ao visualizar esse módulo, pode clicar no Perfil do Usuário e na Biblioteca. Além disso, o sistema de recomendação enfatiza que o usuário possui uma recomendação de material didático, exibindo logo após o título do material sugerido.

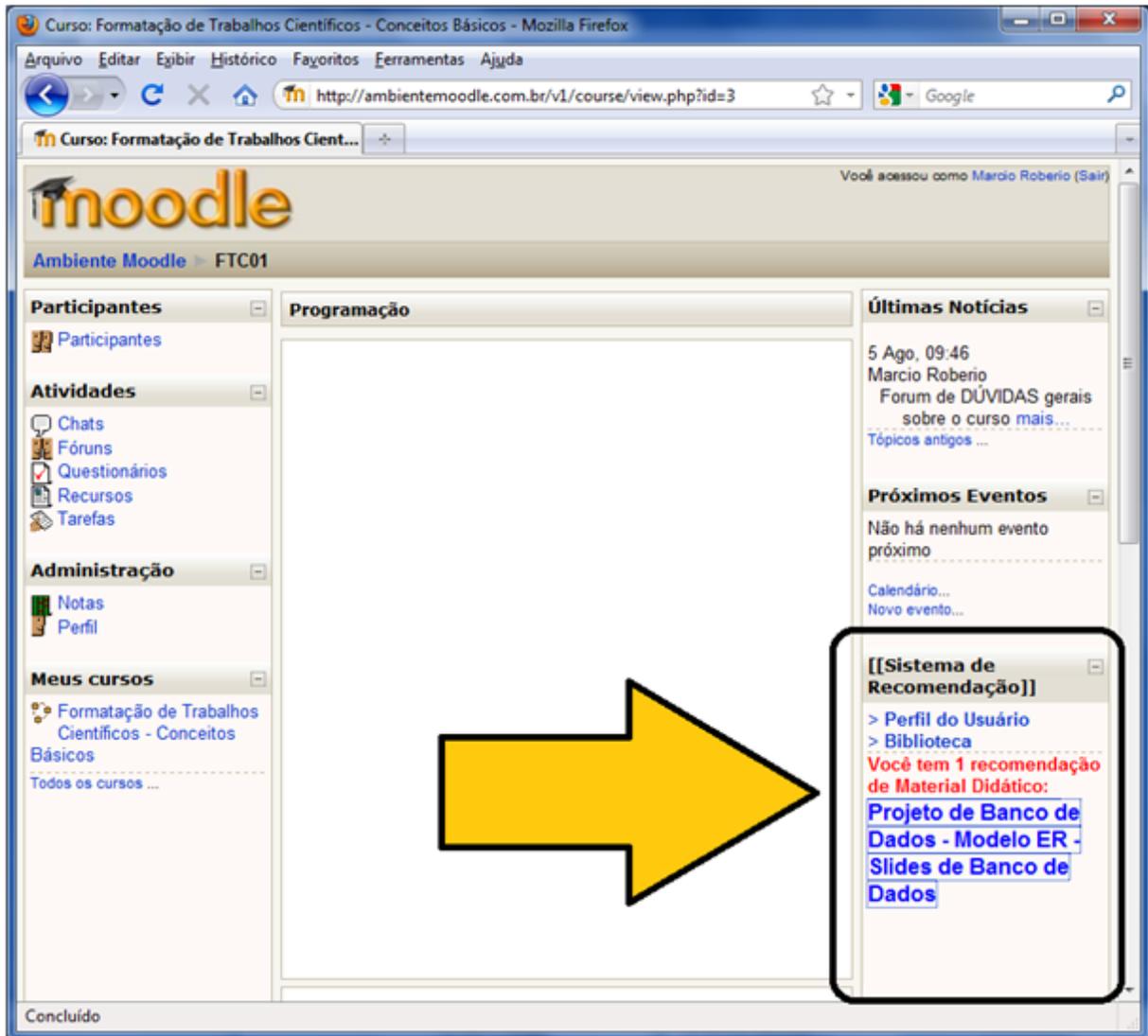


Figura 15 - Recomendação do Material Didático

5.4.2. Perfil do Usuário

Ao entrar em Perfil do Usuário, os alunos do ambiente podem indicar quais são as suas áreas de preferência. Essas áreas são classificadas e agrupadas por assuntos, os quais podem ser, por exemplo, nome de cursos. A configuração das áreas de interesse e dos agrupamentos, neste protótipo, é feita pelo usuário administrador do ambiente Moodle, diretamente no banco de dados. Assim, outras áreas de conhecimento podem ser adicionadas, da mesma forma que outros grupos de áreas podem ser incluídos.

A figura 16 mostra a tela de Perfil do Usuário, contendo alguns grupos e suas respectivas áreas. Os grupos foram criados, em sua maioria, com nomes de cursos, e as áreas, com nomes de disciplinas dos respectivos cursos. O modo de implementação desta tela permite a seleção de várias áreas, mesmo que pertencentes a diferentes cursos.

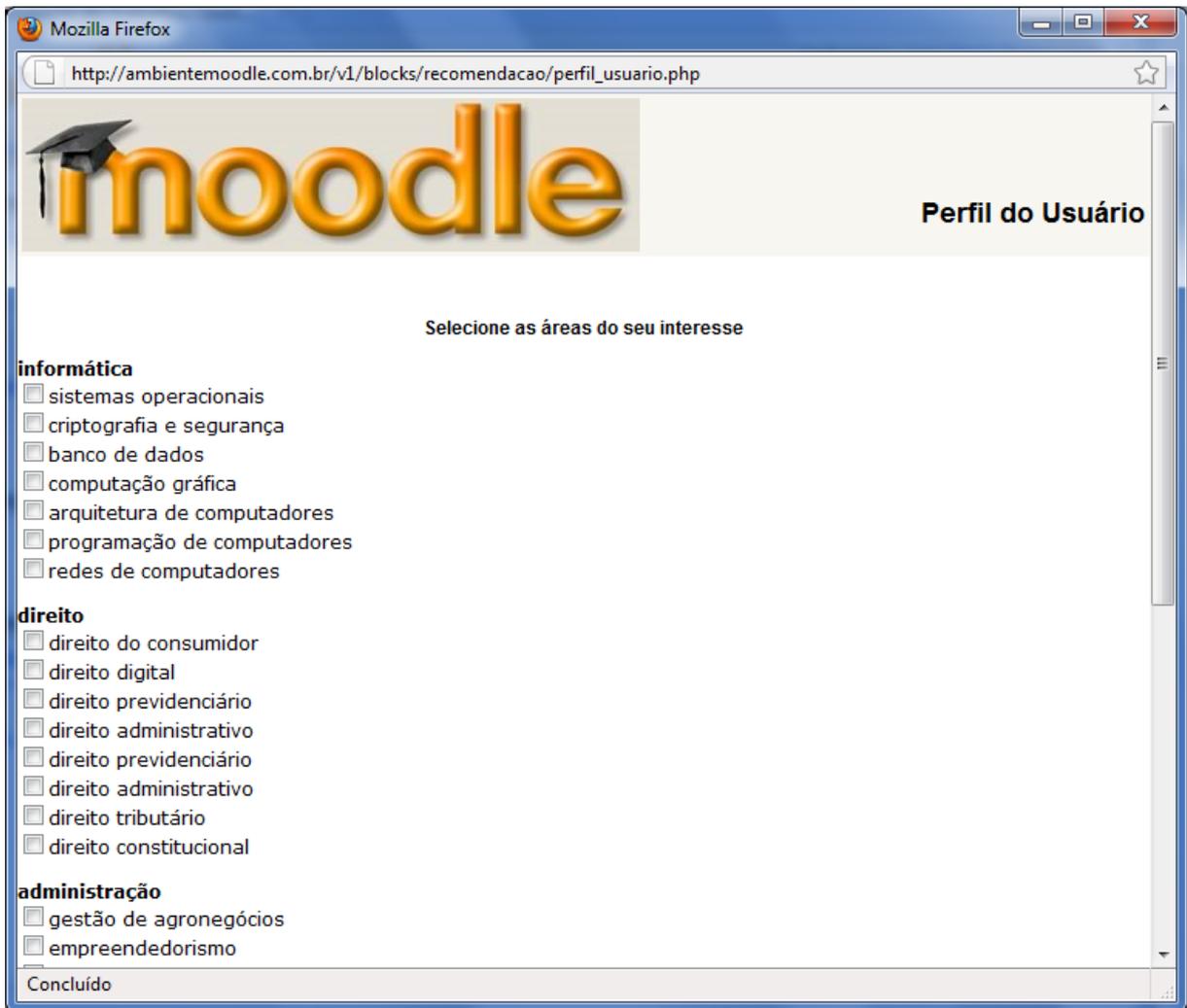


Figura 16 - Configuração do Perfil do Usuário

Quando o aluno preencher o Perfil do Usuário, estará informando ao sistema de recomendação que ele possui como preferência as áreas selecionadas. Então, cada área selecionada possuirá um peso de importância, e inicialmente será igual a um. Esse peso será incrementado a medida que o aluno interagir com as recomendações e com a biblioteca.

5.4.3. Perfil do Material Didático

Para gerar as recomendações, todos os materiais didáticos devem possuir, em seu perfil, informações sobre o seu conteúdo. Logo, antes de enviar um material didático, o usuário professor ou administrador deverá indicar quais são as áreas que compõem o Perfil do Material Didático.

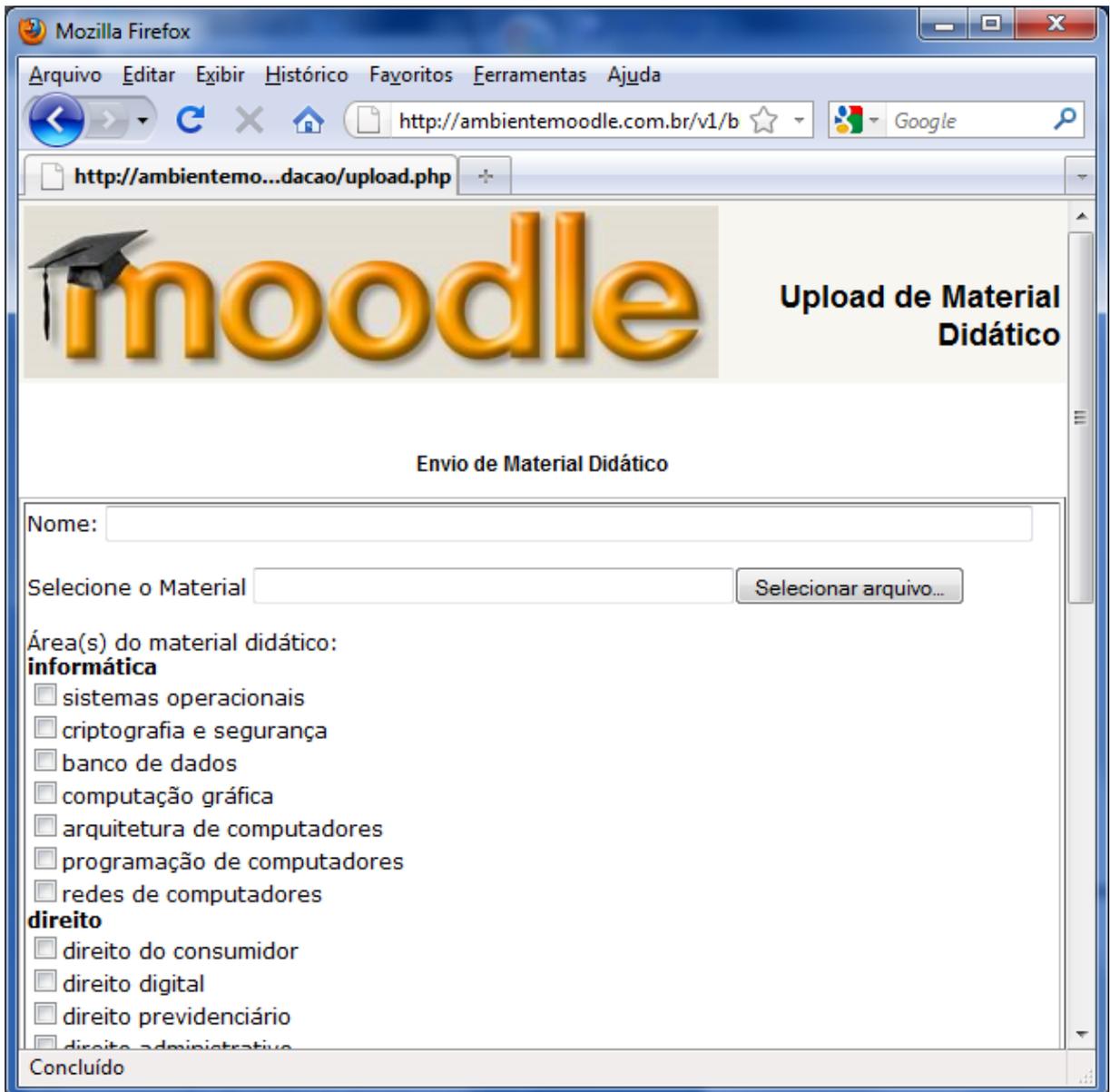


Figura 17 - Envio e Configuração do Perfil do Material Didático

Apesar do Módulo do Sistema de Recomendação ter sugerido vários campos para descrever melhor o material didático, a tela de envio de material didático foi

implementada, como mostra a figura 17, com apenas os campos Nome do Material Didático e Áreas, dados mínimos e necessários para efetuar os primeiros testes da arquitetura proposta.

Todos os arquivos enviados aqui nessa tela são automaticamente disponibilizados na Biblioteca, que será apresentada logo a seguir.

5.4.4. Biblioteca

Na Biblioteca, os alunos podem efetuar o download dos materiais didáticos. Todos os materiais ficam organizados por grupos, da mesma forma que as áreas de conhecimento do Perfil do Usuário. A figura 18 mostra a Biblioteca com alguns dos seus materiais didáticos disponíveis para download.

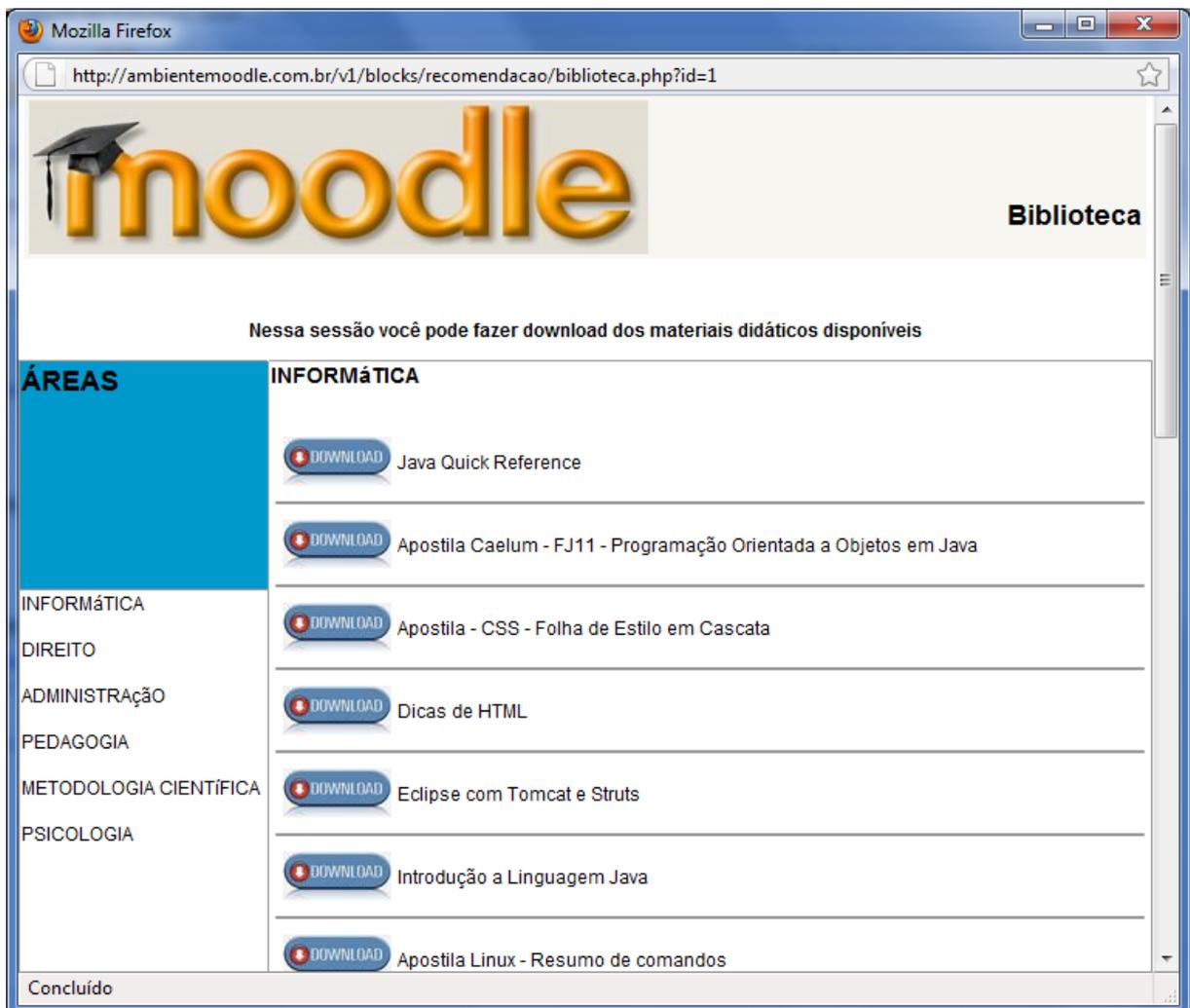


Figura 18 - A Biblioteca

Quando um aluno entra na biblioteca e abre algum material didático, automaticamente o sistema de recomendação atualiza o seu Perfil de Usuário. Essa atualização poderá ser da seguinte forma;

- Se as áreas do Material Didático ainda não fazem parte do Perfil do Usuário, elas serão adicionadas ao seu perfil.
- Se as áreas do Material Didático já fazem parte do Perfil do Usuário, elas passarão a ter maior importância, pois o valor correspondente ao peso da sua importância será incrementado em uma unidade.

Além de ter o seu Perfil de Usuário alterado ao efetuar o *download* de um material didático, o histórico do usuário referente às aquisições de materiais didáticos também será alterado, pois será adicionada a informação de que o aluno fez o download de um determinado material didático, em um determinado dia e hora.

5.4.5. As Recomendações

As recomendações geradas ficam visíveis na tela inicial do curso. Assim, o usuário poderá visualizá-la sem a necessidade de dar muitos cliques no ambiente. A recomendação é exibida na forma de texto, e, quando clicada, a tela de avaliação da recomendação é aberta, solicitando ao usuário para avaliar a recomendação sugerida.

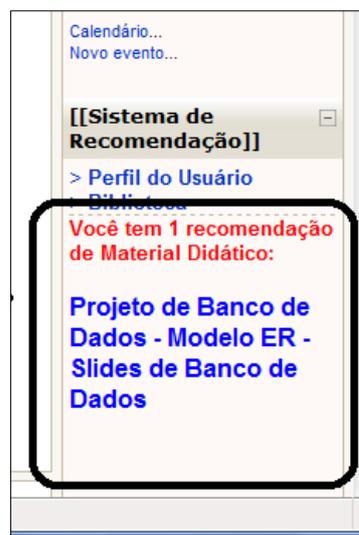


Figura 19 - Visualização da Recomendação

A figura 19 mostra uma recomendação de material didático dentro do bloco do Sistema de Recomendação do Ambiente Moodle.

5.4.6. Avaliação da Recomendação

Ao clicar na recomendação, a tela de avaliação da recomendação é aberta. O usuário pode informar se a recomendação foi boa, regular ou ruim. Nessa mesma tela são exibidas a área e subárea do material didático sugerido, conforme mostra a figura 20.



The screenshot shows a web browser window with the URL `http://ambientemoodle.com.br/v1/blocks/recomendacao/mostra_recomendacao.php?id=72`. The page features the Moodle logo and the title "Recomendação". It informs the user that they have 1 recommendation for didactic material. The recommended material is "Projeto de Banco de Dados - Modelo ER - Slides de Banco de Dados", categorized under the area of "informática" and the sub-area of "banco de dados". The user is prompted to evaluate the recommendation based on their interest. The evaluation section, titled "AVALIE ESSA RECOMENDAÇÃO", offers three options: "Essa recomendação foi boa" (selected with a radio button), "Essa recomendação foi regular", and "Essa recomendação foi ruim". A "Continuar >>" button is located below the options. At the bottom of the page, a message states "Recomendação gerada. Por favor, avalie a recomendação." and the status "Concluído" is shown.

Figura 20 - Avaliação da Recomendação

Ao avaliar a recomendação, o aluno estará dando o feedback ao protótipo sobre o material que foi sugerido. Em seguida o aluno, poderá visualizar o botão para efetuar o download do material didático, conforme mostra a figura 21.



Figura 21 - Tela de download do material didático recomendado

5.5. Testes e Observação

O protótipo do sistema de recomendação foi testado inicialmente com alguns usuários fictícios e com alguns materiais didáticos, momento o qual os cálculos gerados foram conferidos e validados com a arquitetura proposta no capítulo 3.

Para facilitar a verificação dos cálculos realizados durante a geração das recomendações, uma tela de acompanhamento foi criada, contendo informações sobre o usuário, os materiais didáticos e os cálculos realizados, conforme mostra a

figura 22. Essa tela também indica qual material foi recomendado, tornando-se bastante útil para acompanhar todas as recomendações sugeridas durante os testes.

Id do usuário: 33
 Material a ser recomendado:
 Id do material: 2

Acompanhamento do processo de geração de recomendação:

Material Didático	Utilidade Híbrida - $uh(\text{material})$	Ranking do Predição - $P(\text{usuario}, \text{material})$	Ranking Grau de Utilidade do Material Didático	Não Personalizado - downloads
1	0.7672413793103	2° (P = 2.2938747552606)	4° (Peso = 1)	58° (1 downloads)
2	1.5833333333333333	1° (P = 5.0293857574829)	4° (Peso = 1)	3° (28 downloads)
3	0.2984913793103	32° (P = 0)	4° (Peso = 1)	58° (1 downloads)
4	0.5505747126437	3° (P = 2.2837338594102)	5° (Peso = 0)	58° (1 downloads)
5	0.30125	32° (P = 0)	4° (Peso = 1)	50° (2 downloads)

Concluído

Figura 22 - Tela de acompanhamento dos cálculos da geração da recomendação

Por meio dos testes foi possível verificar que as recomendações estavam sendo calculadas corretamente, porém analisar essa tela só não basta. Surgiu então a necessidade de se realizar um teste maior, com usuários reais, num curso também real, à distância, mediado pelo ambiente Moodle e utilizando o protótipo do sistema de recomendação

Diante dessa necessidade, foi criado um curso de extensão, gratuito, com o objetivo de analisar as recomendações sugeridas, além de verificar o *feedback* e interação dos usuários com o sistema em geral. A forma como foi promovido o curso e os resultados serão apresentados no próximo capítulo deste trabalho.

6. EXPERIMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO

Como já afirmado no capítulo anterior, a realização dos primeiros testes do protótipo do sistema de recomendação foi realizado com usuários fictícios e foi acompanhado por meio da tela de verificação dos cálculos, conforme mostra a figura 22 deste trabalho.

O protótipo do sistema de recomendação, implementado no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle, conforme já discutido no capítulo 5 deste trabalho, funcionou como esperado e o algoritmo gerador de recomendações efetuou os cálculos corretos durante a sua execução. Embora esses primeiros testes tenham sido úteis para verificar cada componente da Arquitetura do Sistema de Recomendação e, principalmente, do Modelo Gerador de Recomendações Híbrido, não foram suficientes para validar a qualidade das recomendações sugeridas, justamente pela falta de usuários reais, com preferências de estudo também reais.

Assim, foi criado um curso de extensão, objetivando alcançar uma quantidade de alunos com perfis heterogêneos, ou seja, estudantes de várias áreas de conhecimento. O curso, intitulado Formatação de Trabalhos Científicos, foi destinado aos alunos que estão concluindo seus cursos de graduação e pós-graduação, e foi oferecido na modalidade à distância, com a carga horária de 20 horas, usando o ambiente Moodle e o protótipo do sistema de recomendação.

6.1. O Curso

Todo o curso foi formatado na plataforma Moodle, usando diversos recursos disponíveis no ambiente, conforme mostra a figura 23. Textos e Vídeo-aula eram disponibilizados para os alunos diariamente, e o envio de arquivos era utilizado para os alunos postarem as suas atividades.

Recursos como o fórum e chat foram também usados, proporcionando aos alunos maior interatividade com os outros alunos, e com os professores tutores. Ao total, foram inscritos 71 alunos, de basicamente três faculdades distintas do Estado de Alagoas, de diversos cursos de graduação. Participaram alunos da área de

exatas, saúde e humanas, formando um grupo de alunos bem heterogêneo, com preferências e interesses de estudos distintos.

The screenshot shows the Moodle interface for a course. The top navigation bar includes the Moodle logo, the course name 'Ambiente Moodle > FTC01', and a 'Mudar fu' button. The left sidebar contains several menu categories: 'Participantes', 'Atividades' (with links for Chats, Fóruns, Questionários, Recursos, and Tarefas), 'Administração' (with links for Ativar edição, Configurações, Designar funções, Notas, Grupos, Backup, Restaurar, Importar, Reconfigurar, Relatórios, Perguntas, Arquivos, and Perfil), and 'Cursos' (with links for 'Formatação de Trabalhos Científicos - Conceitos Básicos', 'Curso Teste 01', and 'Todos os cursos ...').

The main content area is titled 'Programação' and features a large heading 'Seja bem vindo ao curso' followed by 'Formatação de Trabalhos Científicos'. Below this, it specifies 'Sigla do Curso: FTC01' and includes an 'Atenção:' section with two numbered instructions:

- Utilize o **Fórum de Discussão do Curso**, a qualquer momento, para socializar quaisquer dúvidas, elogios e críticas.
- Utilize o **Chat do curso**, a qualquer momento, para entrar em contato com os participantes que também estiverem online no momento.

Below the instructions are several links: 'Forum de Discussão do curso', 'Chat do curso', 'Responsáveis pelo Curso', and 'Roteiro do Curso'. The 'Programação' section is a table listing the course schedule:

Ordem	Data	Conteúdo	Completado
1	Primeiro Dia do Curso - 22/08/2010	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação do Curso Perguntas e respostas sobre o curso Usando o Moodle e o Sistema de Recomendação Atividade 1.1 Atividade 1.2 O que será visto amanhã? 	<input type="checkbox"/>
2	Segundo Dia do Curso - 23/08/2010	<ul style="list-style-type: none"> Texto 01 - O Trabalho Acadêmico Atividade 2.1 Atividade 2.2 Modelo de Pré-projeto 	<input type="checkbox"/>
3	Terceiro Dia do Curso - 24/08/2010	<ul style="list-style-type: none"> Texto 02 - Normas da ABNT para trabalhos acadêmicos Atividade 3.1 Atividade 3.2 Modelo de TC 	<input type="checkbox"/>
4	Quarto Dia do Curso - 25/08/2010	<ul style="list-style-type: none"> Texto 03 - Sumário Automático, Notas de Rodapé, Equações e Citações 	<input type="checkbox"/>

Figura 23 - Tela extraída do ambiente Moodle, contendo a parte inicial do curso Formatação de Trabalhos Científicos

O conteúdo abordou assuntos relacionados a elaboração de pesquisas e de trabalhos científicos. Além disso, as vídeo-aula tornaram o curso mais dinâmico, pois mostravam como formatar um trabalho, utilizando a ferramenta de edição de textos MS Word 2007 para criar sumários automáticos, numeração de páginas, notas de rodapé e geração automática da página de referências bibliográficas. Em suas atividades, os alunos eram requisitados a elaborar várias atividades, iniciando de um nível de complexidade bem baixo, aumentando gradualmente, até que na última tarefa, eram solicitados a formatar uma monografia com um texto disponibilizado.

Os alunos tiveram acesso ao ambiente num domingo, e iniciaram suas atividades na segunda-feira. Desde então, até o final da semana eles puderam interagir com o ambiente Moodle e com o protótipo do sistema de recomendação, efetuando seus estudos, ao mesmo tempo em que recebiam e avaliavam as recomendações de materiais didáticos sugeridos.

É importante destacar que na biblioteca disponibilizada, existiam 71 materiais didáticos, de diversos assuntos e áreas de conhecimento. Esses materiais consistiam em artigos científicos, manuais, apresentações em Power Point e apostilas, todos em formato PDF²¹.

Antes de enviar os materiais para a biblioteca, foi necessário configurar as áreas e subáreas do sistema. Então, foram criadas 6 áreas, divididas em 28 subáreas, conforme mostra o quadro a seguir.

Área	Subárea
Informática	Sistemas Operacionais Criptografia e Segurança Banco de Dados Computação Gráfica Arquitetura de Computadores Programação de Computadores Redes de Computadores
Direito	Direito do Consumidor Direito Digital Direito Previdenciário Direito Administrativo Direito Previdenciário

²¹ Sigla para *Portable Document Format*. Trata-se de um formato de arquivo de computador bastante utilizado, o qual pode ser visualizado por uma grande quantidade de softwares, independentemente do sistema operacional utilizado no computador.

	Direito Administrativo Direito Constitucional
Administração	Gestão de Agronegócios Empreendedorismo Comércio Exterior Gestão Financeira Gestão de Pessoas
Pedagogia	Educação Especial Educação Infantil Organização Curricular Didática Administração Escolar
Metodologia Científica	Tipos de Pesquisa Manuais e Modelos de Trabalho Científico
Psicologia	Cognição Comportamento Humano

Quadro 17 - Áreas e subáreas configuradas no sistema de recomendação.

Quase todas as áreas possuíam nomes de cursos de graduação, com exceção da área Metodologia Científica. Essa área foi incluída para disponibilizar manuais e textos relacionados aos tipos de pesquisa, numa forma de complementar o conteúdo abordado em todo o curso.

Além de todo o texto-conteúdo e de todos os materiais, um guia rápido foi preparado, para explicar como utilizar o ambiente Moodle e o Sistema de Recomendação.

6.2. Resultados

Algumas dificuldades surgiram durante o andamento dos trabalhos. Alguns alunos relataram por email que nunca tinham participado de um curso a distância, e nunca tinham utilizado um ambiente virtual de aprendizagem antes. Dos 71 alunos inscritos, apenas 39 freqüentaram regularmente o ambiente, resultando numa evasão de aproximadamente 45%. A maioria dos alunos desistentes alegou, também por email, a falta de tempo e a dificuldade em interagir com a AVA.

Ao total, foram geradas 207 recomendações, resultando numa média um pouco superior a cinco recomendações por pessoa. Esse número reflete justamente a duração do curso, que foi de cinco dias. Entre todas as recomendações, 85 foram avaliadas pelos alunos, dado indicador de que nem todas as recomendações foram

lidas, ou que nem todas as recomendações despertaram o interesse dos alunos para a sua avaliação.

Informação	Resultado
Total de Alunos	39
Número de Materiais Didáticos	71
Dias do Curso	5
Total de recomendações geradas	207
Média de recomendações por aluno	5
Média de recomendações por dia	41
Total de Avaliações de Recomendação	85

Quadro 18 - Informações obtidas ao final das atividades do curso

De acordo com a tabela 9, das 85 avaliações realizadas pelos alunos, foi analisado que mais de 65% tiveram conceito Bom, número satisfatório para poucos dias de interação entre usuários e sistema de recomendação.

Tabela 9 - Relação Conceito x Quantidade de Avaliações

Conceito	Quantidade de avaliações	Porcentagem
Conceito Bom	56	65,8%
Conceito Regular	21	24,7%
Conceito Ruim	8	9,5%
Total	85	100%

Em relação às demais avaliações, 24,7% obtiveram conceito regular, indicando que a sugestão do material didático não foi boa, mas também não foi ruim. Sobraram, então, 9,5% de avaliações negativas, valor pequeno, porém significativo, alvo de um estudo mais longo e aprofundado para conhecimento de suas causas.

6.3. Análise dos Resultados em relação ao Modelo de Recomendação Híbrido

O modelo de recomendação híbrido, adotado neste trabalho, uniu três abordagens diferentes, na tentativa de propor sugestões de materiais didáticos com conteúdos de interesse dos alunos.

Todas as recomendações criadas foram armazenadas no banco de dados, independentemente de serem avaliadas ou não pelos alunos. Assim, foi possível efetuar análises sobre esses dados, e, particularmente, verificar como cada abordagem de recomendação se comportou durante o experimento.

Para a abordagem da Recomendação Não Personalizada, foi armazenado o número de aquisições para cada material didático, obtendo assim a lista dos materiais didáticos mais populares. Essa lista, na forma de ranking, foi utilizada pelo algoritmo gerador de recomendações, conforme discutido no Capítulo 4.

O ANEXO A, deste trabalho, possui esse ranking, onde mostra o nome de todos os materiais didáticos, sua subárea e o número de *downloads*. Todos os materiais didáticos foram adquiridos pelo menos uma vez, e o material mais popular foi adquirido 58 vezes. No total, foram realizados 511 downloads, uma média de 102 downloads por dia.

Informação	Número
Número de <i>downloads</i> do material didático mais popular	58
Total de <i>downloads</i>	511
Média de <i>downloads</i> por dia	102

Quadro 19 - Observação do número de downloads realizado

O alto número de *downloads*, comparado ao número de recomendações, indica que vários usuários navegaram pela biblioteca, efetuando *downloads* de materiais didáticos avulsamente, de acordo com suas preferências de estudo.

Esse fato foi positivamente importante para o sistema de recomendação, pois permitiu o aperfeiçoamento do perfil do usuário, justamente pelo armazenamento do histórico das aquisições de materiais didáticos. Esse mesmo histórico foi utilizado

pelo algoritmo gerador de recomendações, durante a geração das recomendações baseadas no conteúdo.

O fato mais interessante do experimento aconteceu ao serem observados os valores gerados durante a recomendação baseada pela filtragem colaborativa. O problema da Partida do Novo Usuário, assim definido por Cazella (2006), realmente predominou na grande maioria das recomendações. Entre essas recomendações, apenas 19 delas obtiveram um valor maior que zero para a filtragem colaborativa, valor sugestivo para a realização de um experimento com maior tempo e com maior número de alunos e materiais didáticos.

6.4. Depoimento dos alunos

Ao final do curso, foi aberto aplicado um questionário para os alunos, com questões relativas aos conteúdos, ao ambiente virtual de aprendizagem e ao sistema de recomendação. Uma das questões, de preenchimento não obrigatório, recebeu algumas respostas interessantes, incluindo uma sugestão de melhoria para o sistema de recomendação, onde, segundo o aluno, as recomendações não poderiam ser realizadas apenas diariamente, e sim constantemente.

(10) <input type="text"/> 	06 - Deseja fazer algum comentário sobre o curso, ambiente ou sistema de recomendação? :	
		O sistema de recomendação precisaria ser a cada LOGIN e não por dia. Sobre o ambiente, fica meio confuso as tarefas que temos que fazer e responder.
		o curso facilitou minha vida
		O sistema gerou boas recomendações para mim, apenas uma recomendação foi considerada regular por mim.
		Não
		sds
		Proposta interessante. Atende a necessidade dos alunos em processo de construção de trabalho científico. Sobre o Sist. de Recomendação, talvez seja necessário uma maior demanda para que ele funcione melhor. No geral foi uma ótima iniciativa.

Figura 24 - Comentários postados pelos alunos ao final do curso

Além do questionário, um fórum de discussão foi aberto, também com o tema “faça um comentário sobre o curso”, solicitando comentários dos alunos sobre as dificuldades e ganhos em termos de aprendizagem. As figuras 25, 26, 27 e 28 representam as telas capturadas desse fórum, contendo as postagens dos alunos.

FTC01: Fórum - Faça um comentário sobre o curso - Mozilla Firefox

Arquivo Editar Exibir Histórico Favoritos Ferramentas Ajuda

http://ambientemoodle.com.br/v1/mod/foru

FTC01: Fórum - Faça um comentário s...

moodle

Seguir para...

Ambiente Moodle ▶ FTC01 ▶ Fóruns ▶ Fórum - Faça um comentário sobre o curso [Atualizar Fórum](#)

Mostrar respostas aninhadas

Neste fórum cada um escolhe se fazer ou não a assinatura
[Obrigador todos a serem assinantes](#)
[Mostrar assinantes](#)
[Receber as mensagens via email](#)

Fórum - Faça um comentário sobre o curso por [Marcio Roberio](#) - quinta, 26 agosto 2010, 22:33

Comente sobre o curso de Formação de Trabalho Científico. Fale o que você achou do curso a distância, quais as dificuldades e quais os ganhos em termos de aprendizagem ao final deste curso.

[Editar](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

Re: Fórum - Faça um comentário sobre o curso por [Felipe Prata Lima](#) - quinta, 26 agosto 2010, 23:07

O curso foi bem proveitoso.

A plataforma funcionou muito bem, pelo menos não tive nenhum problema com ela. E o uso da ferramenta também foi fácil.

A discussão conceitual sobre os trabalhos foi bem interessante.

Os textos foram bem elaborados, e as atividades me ajudaram a aprender sobre o uso das normas da abnt e do word.

Parabéns!

[Mostrar principal](#) | [Editar](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

Concluído

Figura 25 - Fórum de comentários sobre o curso

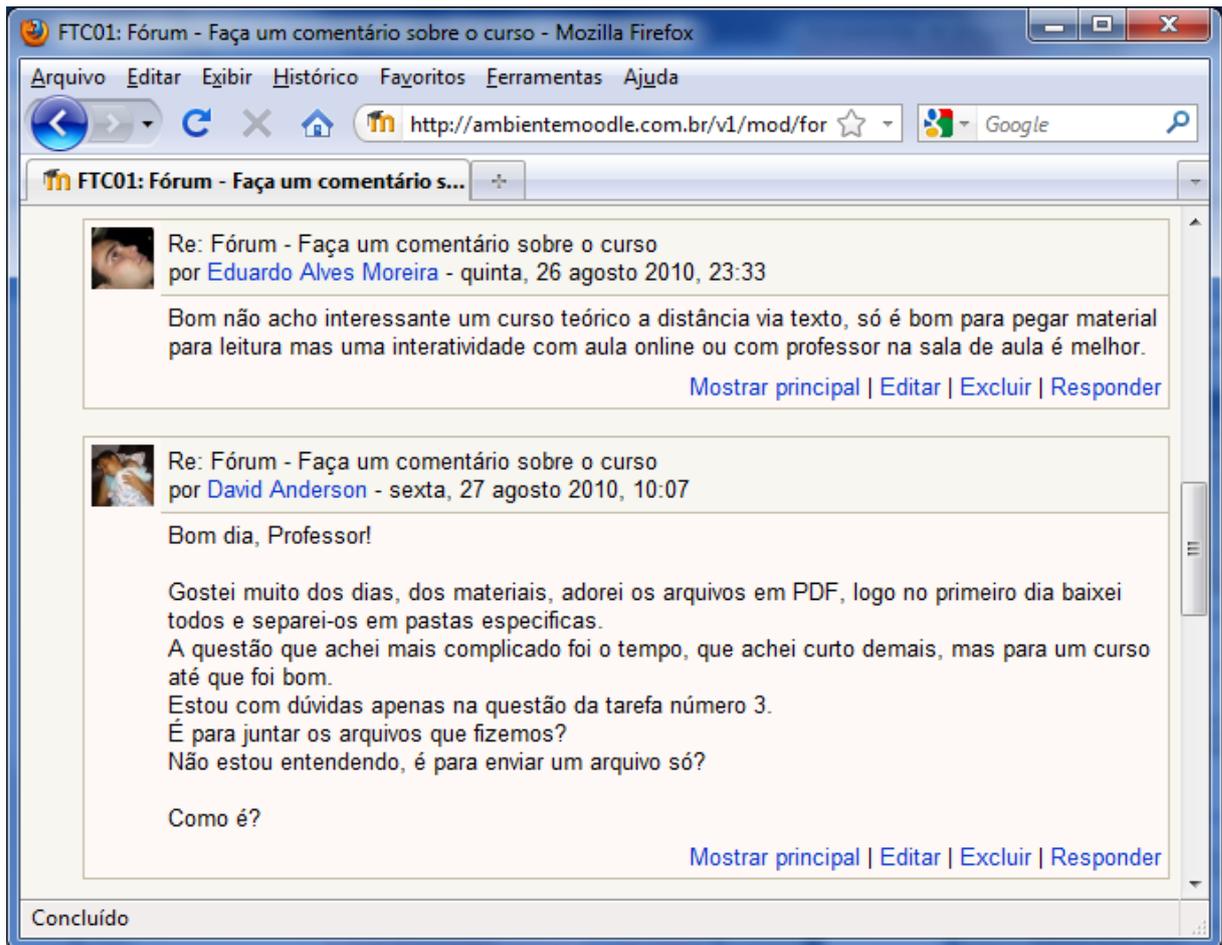


Figura 26 - Comentários de alunos

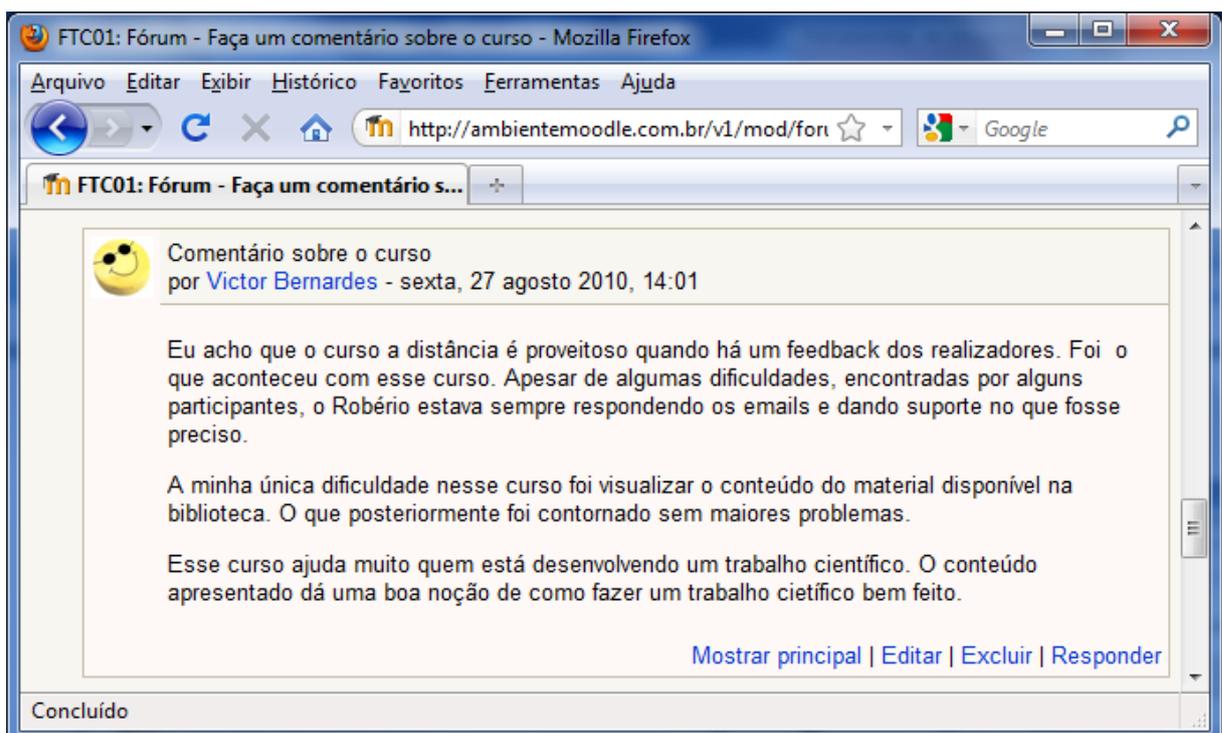
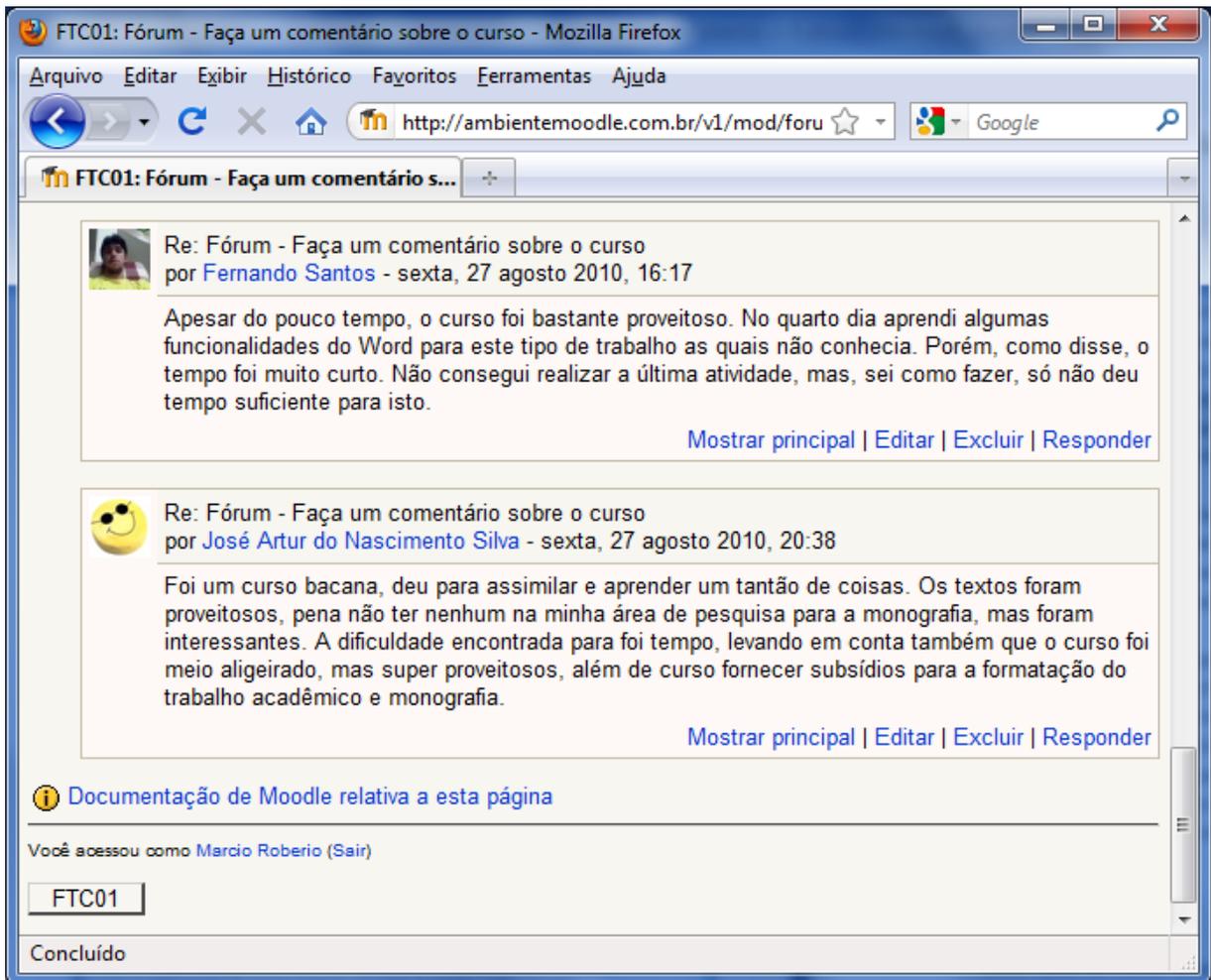


Figura 27 – Comentário de mais um aluno



The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the title "FTC01: Fórum - Faça um comentário sobre o curso". The address bar displays "http://ambientemoodle.com.br/v1/mod/foru". The page content includes two forum posts:

Post 1: Re: Fórum - Faça um comentário sobre o curso por [Fernando Santos](#) - sexta, 27 agosto 2010, 16:17
Apesar do pouco tempo, o curso foi bastante proveitoso. No quarto dia aprendi algumas funcionalidades do Word para este tipo de trabalho as quais não conhecia. Porém, como disse, o tempo foi muito curto. Não consegui realizar a última atividade, mas, sei como fazer, só não deu tempo suficiente para isto.
[Mostrar principal](#) | [Editar](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

Post 2: Re: Fórum - Faça um comentário sobre o curso por [José Artur do Nascimento Silva](#) - sexta, 27 agosto 2010, 20:38
Foi um curso bacana, deu para assimilar e aprender um tantão de coisas. Os textos foram proveitosos, pena não ter nenhum na minha área de pesquisa para a monografia, mas foram interessantes. A dificuldade encontrada para foi tempo, levando em conta também que o curso foi meio aligeirado, mas super proveitosos, além de curso fornecer subsídios para a formatação do trabalho acadêmico e monografia.
[Mostrar principal](#) | [Editar](#) | [Excluir](#) | [Responder](#)

Below the posts, there is a link: [Documentação de Moodle relativa a esta página](#). At the bottom, it shows the user is logged in as "Marcio Roberio (Sair)" and a search box containing "FTC01". The status "Concluído" is visible at the very bottom.

Figura 28 - Mais dois comentários

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os estudos efetivados, o modelo de recomendação híbrido proposto apresentou-se satisfatoriamente nos testes iniciais e no experimento envolvendo alunos reais, em um curso também real. A arquitetura, em geral, permitiu ao sistema de recomendação absorver várias informações provenientes da interação dos usuários com o ambiente virtual de aprendizagem. Ao final do experimento, vários dados foram coletados, possibilitando a realização de várias análises e indicadores sugestivos para a realização de novas pesquisas.

Um dos pontos mais desafiadores deste trabalho foi, sem dúvida, criar o algoritmo gerador de recomendações, baseado no modelo híbrido proposto. Porém, antes de executar essa tarefa, foi necessário analisar as diferentes abordagens de geração de recomendação e criar a arquitetura do sistema em geral. Estudar o AVA e entender qual a melhor forma de inserir o sistema de recomendação também foi uma tarefa interessante, facilitada pela grande quantidade de fóruns de discussão e pela grande quantidade de manuais na web.

Mas, sem dúvida, a etapa mais empolgante deste trabalho foi o experimento. A realização do curso Formatação de Trabalho Científico atraiu várias pessoas, e foi bastante compensado pelos vários depoimentos positivos e agradecimentos. Se para os alunos foi bom participar de um curso online de curta duração, sobre o tema formatação de trabalhos científicos, para este trabalho essa etapa pode ser considerada como a mais importante, pois, por meio dela, foi possível colher os frutos da pesquisa, por meio dos dados coletados e depois tratados.

De acordo com o levantamento realizado, 9,5% das recomendações sugeridas tiveram avaliação negativa, sendo um dado motivador para a realização de novos experimentos e, conseqüentemente, melhorias no algoritmo gerador de recomendações.

Foi observada também a necessidade de novos experimentos com maior tempo de duração, permitindo ao sistema de recomendação evoluir e sugerir recomendações mais próximas do perfil do usuário. Como o modelo proposto utiliza a abordagem conhecida como Filtragem Colaborativa, a realização de experimentos com maior tempo pode contribuir para melhor entendimento do problema conhecido com Partida Fria e para a melhor geração de grupos de usuários com perfis

semelhantes. Reforçando essa necessidade, alguns alunos relataram que o curso deveria ter maior tempo. A figura 23 mostra um desses relatos.

7.1. Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, várias possibilidades surgem. São elas:

1. Realização de um curso com maior tempo de duração, justamente para entender melhor o fenômeno da Partida do Novo Usuário, e para verificar a maturação da geração da vizinhança e do perfil do usuário em geral.
2. Otimização do algoritmo gerador de recomendações, visando assim reduzir a quantidade de operações lógicas e aritméticas, de modo a proporcionar ganhos relacionados a sua performance, fator indispensável quando o número de usuários for grande.
3. Implementação completa da biblioteca, com todos os campos sugeridos no Perfil do Material Didático, conforme discutido no capítulo 4. Ao serem inseridos todos os dados do material didático, os usuários possuirão maiores informações do material didático antes de avaliá-lo. Uma sugestão de um aluno dada durante o experimento possivelmente trará ganhos ao trabalho: abrir espaço para o preenchimento de um comentário sobre o material didático, após o seu download.

Por fim, outros estudos podem ser iniciados, porém com maior ousadia e complexidade:

1. Criação de um protocolo de comunicação para interligar vários ambiente virtuais de aprendizagem, permitindo o compartilhamento de materiais didáticos de diversas instituições de ensino.
2. Estudo do uso de sistemas de recomendação para sugerir materiais didáticos, fóruns e outros recursos que tentem reduzir alto número de evasão de alunos em cursos a distância.

REFERÊNCIAS

ADOMAVICIUS, G.; TUZHILIN, A. Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, p. 734-749, jun. 2005. Disponível em: <<http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/TKDE.2005.99>>. Acesso: 10 jan. 2009.

ALMEIDA, M. E. B. D. Educação a distância na internet: abordagens e contribuições dos ambientes digitais de aprendizagem. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, p. 327-340, 2003.

ANSARI, A.; ESSEGAIER, S.; KOHLI, R. Internet Recommendation Systems, **Journal of Marketing Research**. 1999. Disponível em: <<http://www.atypon-link.com/AMA/doi/abs/10.1509/jmkr.37.3.363.18779?cookieSet=1&journalCode=jmkr>>. Acesso em: 17 abr. 2010.

BALABANOVIC, M.; SHOHAM, Y. Content-Based, Collaborative Recommendation. **Communications of the ACM**, p. 66-72, 1997. Disponível em <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=245108.245124>>. Acesso: 10 jan. 2009.

BEHAR, P. A.; MACEDO, A. L.; SCHNEIDER, D.; BERNARDI, M.; COLOMBO, M. C.; LEITE, S. M. Construção e aplicação do ETC - Editor de Texto Coletivo. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Ed. Artmed, 2005. Cap. 1, p.17-28.

BERKONSKY, S.; EYTANI, Y.; MANEVITZ, L. Efficient Collaborative Filtering in Content-Addressable Spaces. **Personalization Techniques and Recommender Systems**, 2008. Cap 5, p.135-164.

BURKE, R. Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. **User Modeling and User-Adapted Interaction**, v.12, p. 331-370, 2002. Disponível em <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=586352>>. Acesso: 10 jan. 2009.

CAZELLA, S. C. **Aplicando a Relevância da Opinião de Usuários em Sistemas de Recomendação para Pesquisadores**. 2006. 180f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CAZELLA, S. C.; REATEGUI, E. B. Sistemas de Recomendação. In XXV Congresso da Sociedade Brasileira da Computação. 2006, São Leopoldo, p. 306-348.

CAZELLA, S. C.; NUNES, M. A. S. N.; REATEGUI, E. B. A Ciência da Opinião: Estado da arte em Sistemas de Recomendação. In XXX Congresso da SBC, 2010, Belo Horizonte.

DONALDSON, J. A Hybrid Social-Acoustic Recommendation System for Popular Music. **ACM Conference On Recommender Systems**, p. 187-190, 2007. Disponível em <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1297271>>. Acesso: 07 jun. 2010.

FELFERNIG, A.; BURKE, R. D. Constraint-based recommender systems: technologies and research issues. **ACM International Conference Proceeding Series**. Vol. 342, 2008. Disponível em <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1409544>>. Acesso: 10 jan. 2009.

FELFERNIG, A.; TEPPAN, E.; GULA, B. User Acceptance of Knowledge-based Recommenders. **Personalization Techniques and Recommender Systems**, 2008. Cap 10, p. 249-275.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GRIFFITH, J.; O'RIORDAN, C. Identifying and Analyzing User Model Information from Collaborative Filtering Datasets. **Personalization Techniques and Recommender Systems**, 2008. Cap7, p. 165-188.

HAMMOND, M. Communication within on-line forums: the opportunities, the constraints and the value of a communicative approach. **Computers & Education**, 2000. P.251-262.

HERLOCKER, J. L. **Understanding and Improving Automated Collaborative Filtering Systems**. 2000. 144p. Tese. University of Minnesota, Minnesota, EUA.

JOSANG, A.; ISMAIL, R.; BOYD, C. A Survey of Trust and Reputation Systems for Online Service Provision. **Decision Support Systems**. p. 618-655, 2007. Disponível em <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1225716>>. Acesso em 23 mar. 2009.

JUNIOR, H. M. D. N. **Sistema de Recomendação Híbrido para Bibliotecas Digitais que Suportam o Protocolo OAI-PMH**. 2008. 107f. Dissertação (Programa de Mestrado em Modelagem Computacional de Conhecimento) – Instituto de Computação, Universidade Federal de Alagoas. Maceió.

KRATOCHWILL, S.; SILVA, M. Avaliação da Aprendizagem On-line: contribuições específicas da interface fórum. **Revista Diálogo Educacional**. Curitiba, V. 8, n. 24, p. 445-458, 2008.

LINDEN, G.; SMITH, B.; YORK, J. Amazon.com Recommendations - Item-to-Item Collaborative Filtering. **IEEE Computer Society**. P. 76-80, 2003. Disponível em <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1167344>. Acesso em 20 mar. 2009.

MAGNAVITA, C. Educação a Distância: Desafios Pedagógicos. In: ALVES, L. R. G.; NOVA, C. C. (Org.). **Educação e Tecnologia: Trilhando caminhos**. Salvador: Editora da UNEB, 2003. p. 55-61.

MANOUSELIS, N.; COSTOPOULOU, C. Experimental Analysis of Multiattribute Utility Collaborative Filtering on a Synthetic Data Set. **Personalization Techniques and Recommender Systems**, 2008, Cap 5, p.111-133.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do Trabalho Científico**. 7ª. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

PEREIRA, A. T. C.; SCHMITT, V.; DIAS, M. R. Á. C. D. Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Diferentes Contextos**, 2007. Cap1, p. 4-22.

REATEGUI, E. B.; CAZELLA, S. C. Sistemas de Recomendação. XXV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, XXV. 2005. São Leopoldo. **Anais...**, São Leopoldo: Unisinos. 2005. p. 306-348.

REZENDE, D. A. **Engenharia de Software e Sistemas de Informação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

RIBEIRO, E. N.; MENDONÇA, G. A. D. A.; MENDONÇA, A. F. D. A importância dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem na busca de novos domínios da EAD. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. 13., 2007. Curitiba. **Anais...** Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2007/tc/4162007104526AM.pdf>>. Acesso em: 17 abril 2010.

SARWAR, B.; KARYPIS, G.; KONSTAN, J.; RIEDL, J. Analysis of Recommendation Algorithms for E-Commerce. **Electronic Commerce**. p. 158-167, 2000. Disponível em <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=352887>>. Acesso: 10 jan. 2009.

SCHAFER, J. B.; FRANKOWSKI, D.; SEN, S; HERLOCKER, J. Collaborative Filtering Recommender Systems. **The Adaptive Web**. V. 4321/2007, p. 291-324, 2007. Disponível em <<http://www.springerlink.com/content/t87386742n752843/export-citation/>>. Acesso: 11 jun. 2009.

SCHAFER, J. B.; KONSTAN, J.; RIEDL, J. Recommender Systems in E-Commerce. **Electronic Commerce: Proceedings of the 1st ACM conference on Electronic commerce**. p.158-166, 1999. Disponível em <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=337035>>. Acesso: 11 jan. 2009.

SCHLEMMER, E. Metodologias para educação a distância no contexto da formação de comunidades virtuais de aprendizagem. In: Barbosa, R.M. (Org.). **Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 8 ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2008.

TANENBAUM, A. S.; STEEN, M. V. **Sistemas Distribuídos - Princípios e Paradigmas**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

VALENTINI, C. B.; SOARES, E. M. D. S. **Aprendizagem em Ambientes Virtuais: compartilhando idéias e construindo cenários**. [S.l.]: EDUCS – Editora da Universidade de Caxias do Sul, 2005.

ANEXO A – Ranking de downloads dos materiais didáticos

Ranking	Título do Material Didático	Subárea	Nº de Downloads
1	Metodologia Científica - Prof. William Costa Rodrigues	Tipos de Pesquisa	58
2	Projeto de Banco de Dados - Modelo ER - Slides de Banco de Dados	banco de dados	41
3	Introdução à Criptografia	criptografia e segurança	34
4	Normalização ABNT - Normas Publicadas	Manuais e Modelos de Trabalho Científico	25
5	Modelo de Dados - Material de Banco de Dados - slides	banco de dados	22
6	Manual Para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos da UDESC	Manuais e Modelos de Trabalho Científico	20
7	A Técnica de Normalização de Banco de Dados - slides - Autor: A.M.Cunha.	banco de dados	18
8	Artigo - Oracle/SQL Tutorial. Autor: Michael Gertz (artigo em inglês)	banco de dados	15
9	Apostila Linux - Nível Básico	sistemas operacionais	12
10	Educação Especial	educação especial	9
11	Apostila Linux - Resumo de comandos	sistemas operacionais	9
12	Apostila Caelum - FJ11 - Programação Orientada a Objetos em Java	programação de computadores	9
13	Manual de Normas para Apresentação de Trabalhos Científicos	Manuais e Modelos de Trabalho Científico	8
14	Empreendedorismo e Infra-Empreendedorismo	empreendedorismo	8
15	Dicas de HTML	programação de computadores	8
16	Apostila - CSS - Folha de Estilo em Cascata	programação de computadores	8
17	Java Quick Reference – Guia de Referência da Linguagem de Programação Java	programação de computadores	7
18	Manual da Nova Ortografia	Manuais e Modelos de	7

		Trabalho Científico	
19	A Síndrome de Burnout e o Trabalho Docente	educação especial	7
20	Relevância da Educação Física na Escola Inclusiva para Indivíduo com Síndrome de Down	educação especial	7
21	Inclusão Social do Surdo - Um desafio à sociedade, aos profissionais e a educação	educação especial	6
22	O construtivismo no Ensino Fundamental - Um Caso de Deconstrução	didática	6
23	Introdução ao Linux	sistemas operacionais	6
24	Introdução a Linguagem Java	programação de computadores	6
25	A educação de alunos surdos no Brasil do final da década de 1970 a 2005 - análise dos documentos ref	educação especial	5
26	Didática no Ensino Superior	didática	5
27	Linearização, Cognição e Referência - o Desafio do Hipertexto	Cognição	5
28	Noções de Hardware e Linux Básico	sistemas operacionais	5
29	Recursos Humanos x Gestão de Pessoas	empreendedorismo	5
30	A geração do conhecimento em trabalhos acadêmicos: orientações para apresentação	Manuais e Modelos de Trabalho Científico	5
31	Introdução à Criptografia RSA	criptografia e segurança	5
32	Linearização, Cognição e Referência - o Desafio do Hipertexto	programação de computadores	5
33	A Interferência de alterações sociais sobre o comportamento do consumidor infantil	Cognição	4
34	A relevância da afetividade na educação infantil	educação infantil	4
35	Educação de Cegos Mediada pelas Tecnologias	educação especial	4
36	Inclusão - Revista da Educação Especial	educação especial	4
37	Os portadores da Síndrome de Down e a Educação Física	educação especial	4
38	Gestão Estratégica de	empreendedorismo	4

	Recursos Humanos a Partir da Dinâmica de Sistemas		
39	Empreendedorismo na Escola Pública - despertando competências, promovendo a esperança	empreendedorismo	4
40	A Criptografia RSA e o Algoritmo Chinês do Resto	criptografia e segurança	4
41	VRML+: uma plataforma de desenvolvimento rápido de mundos VRML.PDF	computação gráfica	4
42	Protocolos de Segurança - Gestão da Segurança da Informação	criptografia e segurança	4
43	Direito à Educação	direito constitucional	4
44	Apostila Direito Administrativo	direito administrativo	4
45	Empreendedorismo Digital - SEBRAE	empreendedorismo	3
46	Classificação dos Atos Administrativos Inválidos no Direito Administrativo Brasileiro	direito administrativo	3
47	Apostila de Direito Administrativo - 1º Volume	direito administrativo	3
48	Direito à Vida	direito constitucional	3
49	Manual de Direito Sanitário com Enfoque na Vigilância em Saúde	direito constitucional	3
50	Livro - Ética, Direito e Administração Pública	direito constitucional	3
51	Direito Ambiental	direito constitucional	3
52	Apostila Direito Constitucional - Prof. Roberto Pimentel	direito constitucional	3
53	Direito Administrativo - Prof Claudio José	direito administrativo	3
54	Metodologia de Gestão por Processos	empreendedorismo	3
55	A identidade pessoal e a Teoria da Cognição Situada e Incorporada	Cognição	3
56	Os Atos da Administração Pública	direito administrativo	3
57	Poder de Policia Administrativa	direito administrativo	3
58	Poderes da Administração	direito administrativo	3
59	O uso da cor no Ambiente de Trabalho - Uma Ergonomia da Percepção	Comportamento Humano	2
60	Eclipse com Tomcat e Struts	programação de computadores	2
61	Empreendedorismo - a	empreendedorismo	2

	necessidade de se aprender a empreender		
62	Direito Adquirido	direito constitucional	2
63	Ciência da Informação e Cognição humana - uma abordagem do processamento da informação	Cognição	2
64	Direito Administrativo Brasileiro - Hely Lopes Meirelles	direito administrativo	2
65	Efeitos da depressão materna no desenvolvimento neurobiológico e psicológico da criança	Comportamento Humano	2
66	Direito Publico X Direito Privado	direito constitucional	2
67	Computação e Cognição	Cognição	2
68	Comparação do Comportamento Gestual entre maus e bons oradores durante a comunicação em público	Comportamento Humano	2
69	O apego infantil	Comportamento Humano	1
70	Apostila de SQL (Structured Query Language)	banco de dados	1
71	Otimização de Banco de Dados - apostila	banco de dados	1

Quadro 20 - Ranking de downloads por material didático obtido após o término do experimento