

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Yanna Leidy Ketley Fernandes Cruz

*Abordagens de Filtragem de Informação em Ambientes Virtuais  
de Aprendizagem*

São Luís - MA  
2015

Yanna Leidy Ketley Fernandes Cruz

*Abordagens de Filtragem de Informação em Ambientes Virtuais  
de Aprendizagem*

Monografia apresentada ao curso de Ciências da Computação da Universidade Federal do Maranhão , como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de BACHAREL em Ciências da Computação.

**Orientador: Ivo da Cunha Serra**

**Doutor em Engenharia Eletrica – UFMA**

São Luís - MA

2015

Cruz, Yanna Leidy Ketley Fernandes

Abordagens de filtragem de informação em ambientes virtuais de aprendizagem/ Yanna Leidy Ketley Fernandes Cruz. – São Luís, 2015.

XXf.

Orientador: Prof. Dr. Ivo da Cunha Serra

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Maranhão, Curso de Ciência da Computação, 2015.

1. Sistemas de recomendação 2. Filtragem baseada em conteúdo 3. Ambientes virtuais de aprendizagem I. Título

CDU 004.775:37

Yanna Leidy Ketley Fernandes Cruz

*Abordagens de Filtragem de Informação em Ambientes Virtuais  
de Aprendizagem*

Este exemplar corresponde à redação final da monografia devidamente corrigida e defendida por Yanna Leidy Ketley Fernandes Cruz e aprovada pela comissão examinadora.

Aprovada em 27 de Janeiro de 2016

**BANCA EXAMINADORA**



Ivo da Cunha Serra (orientador)

Doutor em Engenharia Elétrica – UFMA



Antônio Abreu Batista Junior

Mestre em Ciência da Computação – UFMA



Carlos Eduardo Portela Serra de Castro

Mestre em Informática – PUCRJ

*À família e amigos.*

## RESUMO

A Filtragem de Informação é um processo em que, informações redundantes ou em demaseio são existentes em Ambientes Virtuais de Aprendizagem podendo ser analisadas através de técnicas computacionais automatizadas ou semi automatizadas, visando principalmente a redução da sobrecarga de informação e o aumento da qualidade de busca de um usuário. No entanto, existem inúmeros modelos de Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem que abordam de maneira distinta a utilização de técnicas de filtragem para a recomendação de materiais didáticos nestes ambientes. O presente trabalho demonstra uma revisão de literatura sobre as principais técnicas de Filtragem de Informação, além de realizar uma discussão sobre AVA e seus principais modelos. Aborda também, uma revisão sobre alguns modelos de Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Como forma de analisar estes sistemas, foram empregados critérios para avaliar características baseadas principalmente nas técnicas de filtragem, ambientes virtuais e conteúdo recomendado. Desta forma, torna-se indispensável uma avaliação qualitativa destes critérios, além de demonstrar a viabilidade destes modelos de AVA na construção destes sistemas.

Palavras-chaves: Sistemas de Recomendação, Filtragem Baseada em Conteúdo, Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

## **ABSTRACT**

The filtering information is a process in which redundant information or demaseio are existing in Virtual Learning Environments can be analyzed by automated computational techniques or semi automated, mainly aimed at reducing information overload and increased search quality a user. However, there are many models of Recommender Systems for Virtual Learning Environments approach differently the use of filtering techniques to the recommendation of teaching materials in these environments. This work shows a literature review of the main techniques of information filtering, in addition to conducting a discussion of AVA and its main models. It also deals with a review of some models of Recommender Systems for Virtual Learning Environments. In order to analyze these systems were criteria used to assess characteristics mainly based on filtering techniques, virtual environments and recommended content. Thus, it is essential to a qualitative assessment of these criteria, and demonstrate the viability of AVA models in the construction of these systems.

Keywords: Recommendation System, Content-Based Filtering, Virtual Learning Environments.

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar eu agradeço a Deus, por toda a glória concedida para suportar as dificuldades encontradas em minha vida e nesta jornada acadêmica.

A minha família por sempre me apoiar.

A meu namorado Phillipi, pela atenção, carinho e incentivo durante esta fase de graduação.

A meu professor e orientador Dr. Ivo Serra, pela atenção e paciência.

Aos meus colegas de turma 2009.2, que me proporcionaram um grande companheirismo, alegria, apoio e conhecimento recebido nesta jornada, em especial à Cristiano Osterno, Breno Nascimento, Mara Bastos, Hans Newton, Hawbertt, Rafael Pinheiro, Felipe Aragão, Kássio Sousa, Rodrigo Sousa, Paulo Cardoso e Núbia.

A todos os meus professores da UFMA do curso de Ciências da Computação pela empenho e conhecimento passado a todos os alunos. A estes, com carinho, exprimo meu respeito, admiração e gratidão.

*"Peça a Deus que abençoe seus planos, e eles  
darão certo."*

*Provérbios 16.3*

## Lista de Figuras

3.1	Tela inicial do ambiente TelEduc . . . . .	31
3.2	Tela de atividade textual no ambiente AulaNet . . . . .	33
3.3	Tela do Moodle . . . . .	35
3.4	Arquitetura do Modelo de Bremgarter e Netto [7] . . . . .	39
3.5	Arquitetura do Modelo de Ferro [14] . . . . .	43
3.6	Arquitetura do Modelo de Carlos e Azevedo [9] . . . . .	45
3.7	Mensagem de alerta disponibilizada para o aluno [35] . . . . .	49
3.8	Mensagem de alerta de alunos com baixa participação no ambiente [35] . . . . .	49

## Lista de Tabelas

2.1	Avaliação dos itens dados pelos usuários . . . . .	21
2.2	FC e FBC com seus aspectos positivos e negativos adaptada a partir de [41]	26
3.1	Comparativo entre as ferramentas dos ambiente TelEduc, AulaNet e Moodle . . . . .	36
3.2	Comparativo entre as principais características encontradas nos ambientes TelEduc, AulaNet e Moodle . . . . .	37
3.3	Tabela comparativa sobre os modelos de Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem . . . . .	53

## Lista de Siglas

SaaS Software as a Service.

# Sumário

<b>Lista de Figuras</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>x</b>
<b>Lista de Siglas</b>	<b>xi</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>17</b>
1.1 Relevância e Motivação . . . . .	17
1.2 Objetivos . . . . .	18
1.2.1 Objetivo Geral . . . . .	18
1.2.2 Objetivos Específicos . . . . .	18
1.3 Estrutura da Monografia . . . . .	18
<b>2 Sistema de Recomendação</b>	<b>20</b>
2.1 Modelagem do Usuário para a Recomendação . . . . .	22
2.2 Filtragem Baseada em Conteúdo . . . . .	22
2.2.1 Considerações sobre a Filtragem Baseada em Conteúdo . . . . .	23
2.3 Filtragem Colaborativa . . . . .	24
2.4 Filtragem Híbrida . . . . .	25
<b>3 Ambientes Virtuais de Aprendizagem</b>	<b>29</b>
3.1 Modelos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem . . . . .	30
3.1.1 TelEduc . . . . .	30
3.1.2 AulaNet . . . . .	32
3.1.3 Moodle . . . . .	34

3.1.4	Considerações sobre os Modelos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem	35
3.2	Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem . . .	38
3.2.1	Modelo de Bremgartner e Netto . . . . .	38
3.2.2	Modelo de Ferro . . . . .	41
3.2.3	Modelo de Carlos e Azevedo . . . . .	44
3.2.4	Modelo de Morais e Franco . . . . .	48
3.2.5	Considerações sobre os Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem . . . . .	53
<b>4</b>	<b>Conclusão</b>	<b>56</b>
4.1	Contribuições e Resultados da Pesquisa . . . . .	56
4.2	Trabalhos Futuros . . . . .	58
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>59</b>

# 1 Introdução

## 1.1 Relevância e Motivação

Diversos Sistemas de Recomendação - SR têm sido desenvolvidos com o intuito de disponibilizar materiais didáticos, que possuem maior relevância para o usuário de Ambientes Virtuais de Aprendizagem - AVA, como exemplo: o modelo Bremgartner e Netto [7], o modelo de Ferro [14], o modelo de Carlos e Azevedo [20] e o modelo de Moraes e Franco [35]. Estes sistemas utilizam inúmeras técnicas de filtragem de informação, dentre elas, podem-se citar a Filtragem Baseada em Conteúdo - FBC [33], responsável por recomendar itens que são similares ao perfil do usuário, a Filtragem Colaborativa - FC [30], que realiza a recomendação de itens através de usuários que possuem preferências em comum e a Filtragem Híbrida - FH [31], que combina os pontos fortes e fracos da filtragem baseada em conteúdo e da filtragem colaborativa.

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem são sistemas computacionais responsáveis por dispor de maneira organizada, ferramentas ou recursos que auxiliam no processo de aprendizagem, por exemplo: fóruns, chat, questionário, entre outros. Esses recursos, ao serem interagidos pelos usuários do sistema dão suporte à aprendizagem, seja ela à distância ou presencial. Todavia, estes ambientes possuem algumas características diferenciadas, quanto à sua utilização e acesso. Os mais relevantes são: o Teleduc [38], o Aulanet [25] e o Moodle [4].

Contudo, os AVAs permitem o uso indiscriminado de alguns dos seus recursos, colaborando para o aumento da quantidade de materiais didáticos disponibilizados a seus usuários, causando problemas, como: a sobrecarga de informação, fazendo com que o usuário tenha dificuldade em encontrar um material que atenda o seu desejo imediato. Desta forma, há a necessidade de aplicar técnicas para construção de Sistemas de Recomendação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Além disso, estas técnicas possuem a capacidade de contribuir

com a aprendizagem dos usuários ao recomendarem materiais de acordo com suas preferências.

Sendo assim, este trabalho aborda uma discussão sobre esta temática, de forma a contribuir com a evolução da área de Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Discutir a utilização de técnicas para construção de Sistemas de Recomendação aplicada à Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar uma revisão do estado da arte sobre as técnicas de Filtragem Baseada em Conteúdo, Filtragem Colaborativa e Filtragem Híbrida.
- Realizar uma discussão do estado da arte de Ambiente Virtuais de Aprendizagem e seus principais modelos.
- Realizar uma revisão crítica do estado da arte no uso de Sistemas de Recomendação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

## **1.3 Estrutura da Monografia**

O capítulo 2 apresenta um estudo sobre Sistemas de Recomendação e suas principais técnicas, bem como as vantagens e desvantagens de cada uma. Apresenta também, a construção da modelagem do usuário para gerar a recomendação.

O capítulo 3 apresenta um estudo sobre Ambientes Virtuais de Aprendizagem descrevendo os mais relevantes modelos. Demonstra também, alguns exemplos de Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem e uma análise comparativa dos exemplos abordados.

---

O capítulo 4 apresenta as conclusões obtidas deste trabalho, além de descrever possíveis sugestões para a realização de trabalhos futuros.

## 2 Sistema de Recomendação

Após o surgimento da internet e o aumento expressivo no número de usuários pelo mundo, torna-se crescente a quantidade de informação gerada a cada instante. Essas informações em demaseio acarretam problemas como o *overload*<sup>1</sup> de informação, tornando complexa a vida do usuário, no que diz respeito à busca por soluções que atendam às suas necessidades. A fim de solucionar parcialmente este problema, Maes [34] utiliza uma combinação entre, a modelagem das preferências do usuário e um conjunto de modelos de conteúdo, que após um processo de recomendação, faz com que itens são apresentados aos usuário de acordo com às suas necessidades.

Segundo Torres [41], Sistemas de Recomendação são sistemas que recomendam itens para seus usuários, levando em consideração seus interesses. Os itens recomendados até então faziam parte de um enorme fluxo de dados, que em sua grande maioria não representavam valor algum. A recomendação refina os itens a serem disponibilizados, entregando ao usuário somente aquilo que lhe será útil. Todavia, o grande desafio deste tipo de sistema é realizar o correto casamento entre os itens disponibilizados e os usuários que estão recebendo a referida recomendação.

Tradicionalmente, os sistemas de recomendação lidam com aplicações que têm dois tipos de entidades, usuários e itens. Conforme a Equação 2.1 o processo começa com a recomendação de especificação do conjunto inicial de avaliações que são expressamente previstos pelos usuários ou implicitamente é inferida pelo sistema. Por exemplo, no caso de um sistema de recomendação que recomenda filmes, o usuário John Doe pode atribuir uma classificação 7 (de 10) para o filme "Gladiador", ou seja, definir  $R(\text{John Doe}, \text{Gladiador}) = 7$ . Uma vez que esta pontuação é fornecida, o Sistema procura estimar a pontuação pela função **R** responsável por identificar todas as pontuações para o par (*usuário, item*) nos itens ainda não pontuados pelo usuário alvo [1] Equação 2.2.

---

<sup>1</sup>Excesso de informação guardada sem critério organizacional que promova o distanciamento da busca de informação.

$$R : \text{Usuários} \times \text{Itens} \Rightarrow \text{Pontuações}. \quad (2.1)$$

Conceitualmente, uma vez que a função  $\mathbf{R}$  é estimada para todo domínio de  $\text{Usuários} \times \text{Itens}$ , um Sistema de Recomendação pode selecionar um item  $i'_u$  com a maior pontuação (ou um conjunto dos  $\mathbf{K}$  itens com as maiores pontuações) para o usuário  $u$  e recomendar estes itens para um usuário alvo [1].

$$\forall_u \in \text{Usuários}, i'_u = \arg \text{Max } R(u, i)_{i \in \text{Itens}}. \quad (2.2)$$

Como exemplo, o usuário “Dany Amaral” necessita da recomendação de um filme. Nesse caso, o sistema através da função  $\mathbf{R}$  calcula a pontuação máxima dos itens analisados anteriormente pelos usuários. Conforme a Tabela 2.1 é recomendado para “Dany Amaral” somente o filme “Homem de Ferro” com pontuação máxima 10 ou de acordo com o conjunto de  $\mathbf{K}$  itens com maiores pontuações são recomendados os filmes, “Homem de Ferro” pontuação 10, “A Procura da Liberdade” pontuação 9, “Gladiador” pontuação 7 e “Jogos Vorazes” pontuação 7.

**Tabela 2.1:** Avaliação dos itens dados pelos usuários

Usuário	Item	Avaliação
Any Mayer	Homem de Ferro	10
John Doe	Gladiador	7
Kitnes Morgan	Meu Malvado Favorito	6
Mário Jorge	Divertidamente	2
Karoline Marcedo	Jogos Vorazes	7
Júlio César	Bem Casados	5
Mary Ficher	A Procura da Liberdade	9

Um Sistema de Recomendação combina várias técnicas computacionais para selecionar itens personalizados com base nos interesses do usuário e conforme o contexto no qual estão inseridos. Tais técnicas podem assumir diferentes abordagens, como exemplo, colaborativa e baseada em conteúdo, nas quais são as abordagens mais populares para construir Sistemas de Recomendação. Uma outra abordagem é a híbrida que possui a característica de combinar ambas as vantagens e limitações das abordagens como alternativas para contornar os problemas associados às demais.

## 2.1 Modelagem do Usuário para a Recomendação

A modelagem de usuários é uma linha de pesquisa da Engenharia de Software que estuda as formas através das quais as informações dos usuários podem ser adquiridas, representadas e utilizadas por sistemas computacionais [19].

A aquisição do perfil do usuário é responsável por capturar informações através de fontes textuais ou até mesmo através da web para serem utilizadas por uma aplicação de software. Esta captura é realizada de duas formas, implícita [13] ou explícita [11]. Na aquisição implícita, as informações são coletadas a partir de cada ação feita pelo usuário durante seu acesso em sites, histórico de compras e cookies. Na geração do perfil do usuário de forma explícita, a aquisição é realizada por meio de formulários ou questionários contendo palavras chaves e tópicos relevantes no qual deseja-se capturar.

A representação do perfil do usuário tem por objetivo formalizar dados do usuário que após extraídos, independente da forma de aquisição, possam ser utilizados por um determinado sistema. São exemplos de técnicas utilizadas para representar esses dados: vetores [8], ontologias [24] e árvores de decisão [37].

Neste sentido, a modelagem do usuário é necessária, pois baseando-se no perfil do usuário é possível obter informações relevantes a serem recomendadas por sistemas computacionais.

## 2.2 Filtragem Baseada em Conteúdo

A Filtragem Baseada em Conteúdo - FBC é uma técnica utilizada para realizar a recomendação de itens que são similares ao perfil do usuário. Para isso, as preferências do usuário, frequentemente, são usadas para construir um perfil contendo indicadores de interesse deste usuário sobre determinados tópicos [14].

A Filtragem Baseada em Conteúdo é aplicada com sucesso na recomendação de itens em domínios textuais, que são de fácil indexação e representação, o que permite aos usuários identificar documentos que sejam mais representativos ao seu contexto de interesse.

Os Sistemas de Recomendação que aplicam esta forma de filtragem utilizam a técnica de indexação da frequência de termos [29]. Neste tipo de indexação, informações dos documentos e necessidades dos usuários são descritas por vetores. Estes vetores possuem uma dimensão para cada palavra existente na base de dados, cada componente do vetor corresponde a frequência que uma respectiva palavra ocorre em um documento ou na consulta do usuário. Os documentos cujos vetores possuem a maior quantidade de interseções com os vetores da consulta do usuário são considerados os mais relevantes para este usuário [10].

Um outro exemplo de tecnologia aplicada a Filtragem Baseada em Conteúdo é o índice de busca booleana, na qual a consulta constitui basicamente em um conjunto de palavras chaves unidas por operadores booleanos [29]. Além desta, há também a técnica probabilística, na qual o raciocínio probabilístico é aplicado para determinar a probabilidade que um documento possui de atender às necessidades de informações de um determinado usuário.

A técnica de Filtragem Baseada em Conteúdo possui algumas vantagens e limitações em sua abordagem. A sua grande vantagem é a não necessidade de conhecimento prévio do domínio que deseja realizar a recomendação, pois esta técnica opera somente sobre documentos textuais. Uma outra vantagem deste tipo de filtragem é que na medida que as características do usuário são capturadas e armazenadas, a qualidade da recomendação tende a melhorar com o passar do tempo. Como limitação, a FBC falha quanto a falta de representatividade semântica de itens similares, ou seja, se dois itens forem representados sintaticamente pelos mesmos conjuntos de termos, o sistema irá identificá-los, erradamente, como similares, pois não é capaz de realizar uma análise do contexto em que estes termos estão inseridos. Outra limitação encontrada é que em alguns domínios como: filmes, vídeos e som a FBC não possui a capacidade de analisar com sucesso o conteúdo destes objetos. Como alternativa para sua captura de informações destes domínios podem ser utilizados os comentários dos itens disponibilizado pelos usuários.

### **2.2.1 Considerações sobre a Filtragem Baseada em Conteúdo**

Nos sistemas de Filtragem de Informação Baseada em Conteúdo apenas as preferências do próprio usuário são utilizadas na filtragem. Neste contexto, a

aquisição das preferências depende, sobretudo, da representação formal, tanto do item, quanto do perfil. Nessa representação, os indicadores do interesse do usuário e do item, geralmente, são representados através de um conjunto de palavras-chave e pesos associados à estes.

Outro fator a ser abordado na FBC é que para que haja a recomendação, o usuário não necessita avaliar vários itens. Esta técnica é ideal para situações em que a quantidade de itens a serem filtrados são muito grandes, impossibilitando, assim, que o usuário avalie todos os itens contidos nela. Dessa forma, boa parte destes itens contêm pouca ou nenhuma avaliação. Essa característica é contornada pela FBC, pois além da avaliação feita pelo usuário, a filtragem faz uso da comparação entre o perfil do usuário e os itens a serem recomendados.

No quesito desempenho, a FBC requer menos tempo para identificar os itens com maior relevância para o usuário, pois necessita somente encontrar a correspondência dos termos do item e do perfil do usuário.

No que diz respeito a temporalidade, as necessidades do usuário mudam a todo momento. Nesse sentido a FBC ainda encontra os itens a serem recomendados a partir da análise do perfil do usuário. Caso a necessidade do usuário mude, o seu perfil é alterado automaticamente, recomendando um novo item.

Além disso, uma vez que esses sistemas contam com informações das preferências do usuário, é necessário que o mesmo compartilhem seus gostos. Usuários que estão muito preocupados com a questão de privacidade pode considerar essa necessidade de compartilhamento um problema. Em sistemas de recomendação baseados em conteúdo, não há necessidade de compartilhar as informações entre os usuários, pois os algoritmos só utilizam as avaliações pessoais e semelhanças entre os usuários [18].

## 2.3 Filtragem Colaborativa

A Filtragem Colaborativa - FC é uma técnica utilizada para agregar dados sobre hábitos ou preferências de usuários. Essa agregação é construída por uma determinada quantidade de usuários, que no passado avaliaram itens de seus respectivos interesses, e posteriormente, estas avaliações servirão como base

para gerar a recomendação a um usuário ativo. Além disso, nessa abordagem, é essencial que o sistema armazene as informações à respeito de itens utilizados pelos usuários. Essas informações podem ser registradas através de avaliações, históricos de comportamento, históricos de busca, dentre outros [18].

Segundo Sampaio [39] nos sistemas que utilizam técnicas colaborativas a essência está na troca de experiências entre as pessoas que possuem interesses em comum. Nesse sentido, a FC realiza a recomendação a partir de duas entidades: o item e o usuário. Na recomendação realizada a partir do item são geradas previsões baseadas na semelhança dos itens avaliados anteriormente pelos usuários. Já a recomendação realizada a partir do usuário é considerada a avaliação de um usuário a partir de um item.

A ideia deste tipo de filtragem é que membros de um dado grupo podem ser beneficiados pela experiência de outros usuários, antes mesmo de decidirem em consumir uma dada informação [36]. A fim de identificar esses grupos, geralmente, a FC utiliza para seu cálculo de similaridade o algoritmo KNN (K-nearest-neighbor). Neste algoritmo, a ideia é encontrar os supostos vizinhos mais próximos, que possuem preferências semelhantes. Na literatura, o primeiro Sistema de Recomendação baseado na técnica de Filtragem Colaborativa foi o Tapestry [26], que recomendava memorandos importantes previamente classificados por outros usuários.

A técnica de Filtragem Colaborativa possui alguns aspectos positivos e negativos em sua abordagem. Como aspectos positivos, a FC não requer a compreensão ou conhecimento do conteúdo do item para gerar a recomendação. Dessa forma, a FC recomenda itens com base nas preferências do usuário. Como aspectos negativos, a FC somente recomenda itens que anteriormente foram avaliados, desconsiderando os que recentemente foram cadastrados na base, até que estes sejam classificados.

## 2.4 Filtragem Híbrida

A Filtragem Híbrida, segundo Herlocker [30], procura combinar os pontos fortes e fracos da Filtragem Colaborativa e Filtragem Baseada em Conteúdo, visando

criar um sistema que possa melhor atender as necessidades do usuário. A Tabela 2.2 mostra de forma geral os aspectos destas técnicas.

**Tabela 2.2:** FC e FBC com seus aspectos positivos e negativos adaptada a partir de [41]

	Aspectos Positivos	Aspectos Negativos
<b>Filtragem Baseada em Conteúdo</b>	Independência do conteúdo Uso da preferência do usuário	Dependência do conteúdo Falta da representatividade semântica Limitação ao analisar outros domínios
<b>Filtragem Colaborativa</b>	Não necessita do conhecimento do domínio Evolução na qualidade da recomendação	Primeiro avaliador Problema da sparcidade Similaridade

Uma forma de representar as diferenças encontradas nas abordagens colaborativa e baseada em conteúdo é por meio da análise de seus aspectos positivos e limitações, demonstrados na Tabela 2.2.

Na FBC os aspectos positivos são a independência do conteúdo e o uso da preferência do usuário. Na independência do conteúdo, a FBC não requer a compreensão ou conhecimento do conteúdo do item para gerar a recomendação. No caso do uso da preferência do usuário, nenhum sistema é capaz de obter de forma automática as preferências de um determinado usuário, desta forma, a FC dispõe ao ser humano a tarefa de avaliar objetos de seu interesse, de modo a construir suas preferências.

Enquanto na FC, seus aspectos positivos são a não necessidade do conhecimento do domínio e a evolução na qualidade da recomendação. Em termos de conhecimento do domínio, a FC não necessita capturar características concretas de um item, como exemplo, a extração de um pixel de uma imagem, neste caso, esta técnica necessita somente em obter atributos extraídos de documentos textuais. Outro aspecto positivo é que, à medida que o usuário dispõe-se a alimentar seu perfil, a recomendação em termos qualidade tende a melhorar.

Nos aspectos negativos, a FBC dispõe do problema do primeiro avaliador, do problema da sparcidade e do problema da similaridade. No problema do primeiro avaliador, quando um novo item aparece no banco de dados não existe a maneira deste ser recomendado para outros usuário até que mais informações sejam obtidas

através de outros usuários. No caso da spacidade, o objetivo dos sistemas de FBC é ajudar pessoas, focando em documentos lidos ou itens adquiridos. Caso o número de usuários seja pequeno em relação ao volume de informações existe no sistema um grande risco das pontuações tornarem-se divergentes. Na similaridade, caso um usuário tenha preferências que variam do normal, este terá dificuldade para encontrar outros usuários com preferências similares ao seu, sendo assim, suas recomendações podem se tornar pobres.

Enquanto a FC possui como aspectos negativos, a dependência do conteúdo, a representatividade semântica e a limitação ao analisar outros domínios. Na dependência do conteúdo, a FC pode somente gerar a recomendação caso obtenha a extração do conteúdo do item. Na falta de representatividade semântica, é inevitável neste tipo de filtragem, visto que, ao analisar dois termos hipoteticamente similares a FC ainda não consegue analisar em que contexto cada item pode estar inserido para diferencia-los. No caso da limitação ao analisar outros domínios, tais como: vídeo, som e imagem a FC não possui a capacidade de extrair com sucesso termos para gerar a recomendação.

Para Adomavicius e Tuzhilin [1] existem diferentes maneiras de combinar a FC com a FBC para gerar métodos em um sistema híbrido que podem ser classificadas da seguinte forma:

1. Implementação de métodos de colaboração e baseados em conteúdo separadamente e combinar as suas previsões.
2. Incorporação de algumas características baseadas em conteúdo em uma abordagem colaborativa.
3. Incorporação de algumas características colaborativas em uma abordagem baseada em conteúdo.
4. Construção de um modelo unificador geral que incorpore tanto características baseadas em conteúdo e colaboração.

Essas combinações, são demonstradas em alguns trabalhos encontradas na literatura. Em Claypool et al. [12], o sistema de recomendação realiza uma combinação

linear dos *ratings*<sup>2</sup> obtidos por cada módulo, um baseado em conteúdo e outro colaborativo. Em Balabanovic e Shoham [5] é descrito um sistema baseado na filtragem colaborativa, mas que mantém perfis dos usuários utilizando métodos baseados em conteúdo. Já em Soboroff e Nicholas [40], o sistema de recomendação usa uma técnica de indexação baseada no significado para criar uma visão colaborativa de uma coleção de perfis de usuários. Finalmente, em Basu et al. [6] é descrito um sistema de recomendação que utiliza uma abordagem unificada utilizando características baseadas em conteúdo e características colaborativas [18].

---

<sup>2</sup>Os ratings são uma previsão ou um indicador do potencial de perda de crédito devido à não realização do pagamento, atraso no pagamento ou pagamento parcial ao investidor.

### 3 Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Os processos de aprendizagem em conjunto com os sistemas computacionais permitem apresentar de maneira organizada informações por meio de ferramentas a qualquer momento, proporcionando assim, uma comunicação multidirecional entre professores, alunos, tutores, entre outros. Como forma de possibilitar a organização destas informações é preciso utilizar um Ambiente Virtual de Aprendizagem, de modo a assegurar uma boa eficiência na aprendizagem.

Formalmente, Ambientes Virtuais de Aprendizagem - AVA são sistemas computacionais disponíveis na web, destinados ao suporte de atividades mediadas pelas tecnologias de informação e comunicação [16]. Em outras palavras, Ambientes Virtuais de Aprendizagem consistem em um sistema que é utilizado para mediar o processo de ensino-aprendizagem nas modalidades tanto à distância quanto presencial. Neste processo de ensino aprendizagem, é preciso destacar que, constitui-se de uma ação conjunta entre alunos e professores, visando garantir o alcance dos objetivos didáticos e pedagógicos.

Conforme Almeida [2], Ambientes Virtuais de Aprendizagem são ambientes computacionais que permitem integrar múltiplas mídias, linguagens e recursos, apresentando informações de maneira organizada, desenvolvendo interações entre pessoas e objetos de conhecimento, permitindo assim, que os alunos se comuniquem com seus docentes e tutores, além de proporcionar o compartilhamento de materiais didáticos das disciplinas em formatos digitais.

É importante ressaltar, que a adesão aos AVAs encontra-se em grande expansão nas mais diversas instituições, como: acadêmicas, empresariais e tecnológicas, tendo como objetivo principal ser uma ferramenta de *E-learning*<sup>1</sup>, possibilitando a capacitação de um público bem amplo. Além disso, os AVAs apresentam inúmeras vantagens como por exemplo: promover o desenvolvimento

---

<sup>1</sup>É uma modalidade de ensino a distância disponibilizada por meio da internet para comunicação(síncrono ou assíncrono) de informação e distribuição de conteúdos.

de *habilidades*<sup>2</sup>, possibilitar inúmeras *modalidades de aprendizagem*<sup>3</sup>, aumentar a interatividade entre os participantes e facultar a individualidade.

Em contrapartida, a qualidade do processo educacional depende do envolvimento do aprendiz, da proposta pedagógica, dos materiais vinculados, da estrutura organizacional e qualidade de professores, tutores, monitores e equipe técnica, assim como das ferramentas e recursos tecnológicos utilizados no ambiente.

### 3.1 Modelos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Atualmente, existem diversos modelos de AVAs, que por meio da web, possibilitam fazer de maneira controlada a interação virtual, o gerenciamento de integrantes (alunos e professores), a criação de relatório de acesso e de atividade, a geração de recursos para promover a interação e proposição de atividades, além de possibilitar a publicação de conteúdos. Todavia, estes ambientes foram escolhidos devido a viabilidade da construção e utilização de técnicas de Filtragem de Informação, pois, tais ambientes possuem insumos suficientes para o desenvolvimento destas técnicas. Consequentemente, para este trabalho, foram abordados os mais utilizados modelos de AVA, aumentando a relevância e objetivo desta pesquisa.

Estes modelos são estruturados e desenvolvidos especificamente para colaborar com o processo de ensino e aprendizagem, proporcionando assim um espaço para a realização de experiências educacionais com o apoio de ferramentas e recursos pedagógicos. Alguns destes modelos são: o TelEduc [38], o AulaNet [25] e o Moodle [4], cada um destes possuem as suas especificidades, tendo seus aspectos positivos e limitações. A seguir são descritos estes modelos.

#### 3.1.1 TelEduc

O TelEduc é um ambiente web de criação, participação e administração de cursos à distância e presenciais, que vem sendo desenvolvido desde 1997, pelo

---

<sup>2</sup>É uma aptidão desenvolvida ou cultivada para facilitar a realização de determinadas tarefas. De modo geral as habilidades são demonstradas em três tipos: intelectuais, artísticas e psicomotoras.

<sup>3</sup>São esquemas operacionais utilizados nas situações de dificuldades de aprendizagem. Estes esquemas são divididos em: hiperassimilação, hipoacomodação, hiperacomodação e hipoassimilação

Núcleo de Informática aplicada à Educação (NIED) em parceria com o Instituto de Computação (IC), ambos da Unicamp [38]. Este modelo tem sido desenvolvido de forma participativa, tendo todas as suas ferramentas idealizadas, projetadas e depuradas segundo as necessidades relatadas por seus usuários. A Figura 3.1 ilustra a apresentação inicial do ambiente TelEduc.



Figura 3.1: Tela inicial do ambiente TelEduc

O TelEduc é um software livre que possui um esquema de autenticação de acesso baseado em perfis de usuário, são eles: coordenador, formador(professor), colaborador, visitante, administrador e aluno. O coordenador e o formador possuem a capacidade de gerenciar quais ferramentas serão utilizadas no curso, remover participantes e postar materiais em todas as ferramentas. O colaborador possui a permissão para visualizar, editar e participar de algumas ferramentas. O visitante tem apenas privilégios de visualização de algumas destas ferramentas. O administrador tem a capacidade de estruturar o ambiente como um todo, ou seja, possui o domínio geral do sistema. O perfil do aluno é restrito somente a postar materiais, mensagens e comentários nas ferramentas contidas no ambiente.

No TelEduc todas as ferramentas possuem registro das suas interações, ou seja, tudo o que acontece em um curso é registrado (interações e conteúdos). Portanto, a avaliação pode ser informativa, por meio da análise e orientação contínua das participações dos alunos durante o desenvolvimento de atividades individuais e em grupo. Além disso, o TelEduc foi concebido para apoiar a aprendizagem baseada na resolução de problemas. Dessa forma, o módulo Atividades é o elemento central do ambiente, possuindo ferramentas como: material de apoio, leituras, fóruns

de discussões, bate-papo, mural, perguntas frequentes e portfólio. Todas estas ferramentas foram criadas para apoiar o desenvolvimento das atividades realizadas por seus usuários.

Segundo Franciscato [22], o ambiente TelEduc apresenta em seus aspectos técnicos (segurança no sistema, capacidade de expansão, disponibilidade de recursos para pessoas com necessidades especiais), usabilidade (navegação, facilidade de utilização, recebimento de feedback, facilidade de envio de tarefas, interface agradável e links em funcionamento) e características didáticas pedagógicas (ambiente permite o aluno acompanhar as atividades desenvolvidas, permite ao professor e aluno comentar as atividades, atividades propostas em número adequado) compatíveis com as necessidades de seus utilizadores.

Entretanto, o sucesso do aluno ao realizar as propostas pedagógicas definidas pelo professor está diretamente ligada a alguns fatores como: ferramentas, forma pela qual o professor conduz e principalmente incentiva o desempenho do aluno no curso, já que o formador só tem a percepção da evolução do aluno quando este participa ativamente do AVA, expondo dúvidas, realizando tarefas e participando de discussões.

### 3.1.2 AulaNet

O AulaNet, é um ambiente gratuito para a criação, participação e administração de cursos baseados na Web, seu desenvolvimento foi iniciado em Junho de 1997 no Laboratório de Engenharia de Software - LES do Departamento de Informática da PUC-Rio [25]. O AulaNet se baseia nas relações de trabalho cooperativos, que se manifestam nas interações dos alunos com seus mediadores, com outros alunos e com os conteúdos didáticos. Estas relações de trabalho cooperativas são suportadas por serviços disponibilizados pelo sistema aos docentes durante a criação e atualização de um curso. A Figura 3.2 demonstra uma atividade textual aplicada no ambiente virtual AulaNet.

Estes serviços são divididos no princípio de que para aprender em grupo, um indivíduo tem que compartilhar ideias, estar em sintonia com os outros participantes do grupo e realizar as tarefas satisfatoriamente [23]



Figura 3.2: Tela de atividade textual no ambiente AulaNet

O primeiro serviço disponível é o de comunicação, o qual fornece as facilidades na troca de informação. Os serviços de comunicação são subdivididos em: mensagens aos docentes, lista de discussão, conferência, debate e contato com os participantes.

O segundo serviço é o de coordenação, responsável por fornecer os meios para minimizar os problemas decorrentes do trabalho em grupo e maximizar a cooperação entre seus membros, a fim de garantir o cumprimento das atividades. Os serviços de coordenação são subdivididos em: tarefas, plano de aula, acompanhamento de participação.

O terceiro serviço fornece os meios para a aprendizagem cooperativa, a realização de atividades e resolução de problemas. Os serviços de cooperação são subdivididos em: bibliografia, webliografia, documentação e co-autoria de aprendiz.

Atualmente, no AulaNet o docente pode assumir basicamente três papéis: coordenador do curso, co-autor e mediador. O coordenador é o responsável por estruturar o curso, selecionando e configurando quais serviços serão disponibilizados, definir a ementa, a metodologia e outras informações do curso. O co-autor é o responsável por produzir e inserir os conteúdos didáticos nos serviços selecionados pelo coordenador. O mediador é o facilitador do grupo, responsável por manter a ordem, motivar e avaliar os alunos [25].

Além da cooperação na resolução de tarefas, ocorre a complementação de capacidades e os membros de um grupo são submetidos a diferentes interpretações e pontos de vista, obtendo uma visão mais ampla do assunto em debate. Apesar

de suas vantagens, trabalhar em grupo gera problemas em potencial, como difusão de responsabilidade, competição, falta de empenho do aluno, controle de acessos e sobrecarga de comunicação. Estes problemas requerem uma gerência por parte do professor, que coordene o grupo de tal forma que seus membros possam cooperar [25].

### 3.1.3 Moodle

O Moodle é uma plataforma para a construção e administração de cursos on-line baseados na Web. Atualmente é um dos softwares mais populares e mais utilizados no Brasil e no mundo [21], tendo sido traduzido para cerca de 75 idiomas em mais de 200 países. [3] Foi inicialmente criado por Martin Dougiamas, quando, em 1999, na Curtin University of Technology, em Perth, na Austrália, desenvolveu o Moodle (*modular object-oriented dynamic learning environment*) com intuito de fomentar um espaço para a colaboração de ensino e aprendizagem, sendo um software livre e de código aberto. É distribuído gratuitamente, podendo ser instalado em diversos ambientes como MS-Windows, GNU/Linux, Unix e Mac OS.

O Moodle possui diversas categorias de recursos como: ferramentas de comunicação assíncrona, ferramentas de comunicação síncrona e ferramentas de avaliação. O chat é um exemplo de ferramenta síncrona, no qual sua forma de comunicação é realizada em tempo real. No que diz respeito à ferramentas de comunicação assíncrona, podemos citar, o fórum e o diálogo, que estão desconectados do tempo e do espaço, possibilitando ao aluno e ao professor manter relacionamento na medida em que tenham tempo disponível. A Figuras 3.3 apresenta de forma visual alguns recursos disponibilizados para resolução no ambiente Moodle.

As ferramentas de avaliação têm como objetivo medir o desempenho do aluno e analisar fatores de comprometimento tanto do aluno na realização de suas atividades, como do professor em suas correções. Para utilizar uma ferramenta de avaliação, o Moodle dispõe de três modelos: avaliação do curso, questionário e tarefas. Além destas, o Moodle possui, também, ferramentas não avaliativas, que exploram o uso de conhecimento complementar através de textos e links, como é o caso do livro, wiki e glossário.

No Moodle, os atores envolvidos são: administrador do sistema, professor, tutor e aluno. O administrador é responsável por gerenciar toda a estrutura do

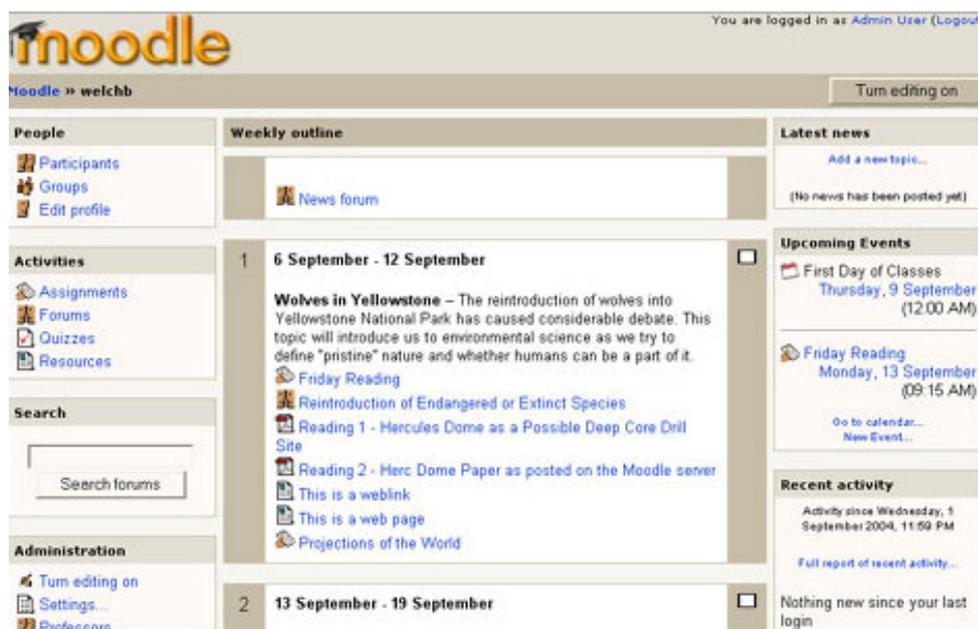


Figura 3.3: Tela do Moodle

ambiente virtual. Nesta estrutura podemos citar, inscrição de usuários no ambiente virtual, criar salas para resolução de atividades, definir papéis de usuários e monitorar acessos gerais de usuários. O professor é responsável por criar, disponibilizar e avaliar atividades para o aluno. O tutor realiza o monitoramento de atividades e acessos dos alunos, além de possuir a capacidade de avaliar a resolução de atividades dos alunos em uma determinada disciplina. O aluno é responsável por realizar as atividades desenvolvidas e disponibilizadas pelo professor no ambiente virtual.

Atualmente, o Moodle é um dos únicos sistemas de aprendizagem que possui uma interface responsiva, ou seja, sua estrutura é adaptável a qualquer dispositivo de pequenas proporções. Como limitação, o Moodle ainda deixa muito a desejar ao reter informações de seus utilizadores, desta forma não é possível monitorar as necessidades de cada usuário de forma significativa.

### 3.1.4 Considerações sobre os Modelos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Os AVAs oferecem um local na Web capaz de proporcionar interações entre seus participantes. Neste sentido, recursos são inteiramente necessários para um bom desempenho dos alunos, como é o caso das ferramentas de comunicação,

responsáveis pelas interações dos usuários, permitindo a troca de informações entre discente/docente e discente/discente. Levando em consideração esse critério, o Moodle é o ambiente que oferece a maior quantidade de ferramentas de comunicação, tendo os mais diversos recursos, como exemplo, Glossário, Wiki e Livro.

A Tabela 3.1 apresenta o resultado de uma análise comparativa entre os mais conhecidos modelos de ambientes virtuais de aprendizagem de acordo com as seguintes ferramentas: comunicação, coordenação e cooperação. Estes critérios são disponibilizados aos usuários por meio de diversos recursos suportados pelos AVAs. Em seguida a Tabela 3.2 apresenta também uma análise comparativa seguindo outros critérios, como: código livre, acessibilidade, interface responsiva e papéis de usuários.

**Tabela 3.1:** Comparativo entre as ferramentas dos ambiente TelEduc, AulaNet e Moodle

	Teleduc	AulaNet	Moodle		
Ferramentas de Comunicação	Lista de Discursão	X	X		
	Conferência	X			
	Diálogo ( debate)	X	X		
	Correio	X		X	
	Fórum	X	X	X	
	Mural	X			
	Glossário			X	
	Wiki			X	
	Base de Dados			X	
	Livro			X	
	Chat	X	X	X	
	Ferramentas de Coordenação	Tarefa	X	X	X
		Acompanhamento do Participante		X	
Plano de Aula			X		
Mensagem			X	X	
Documentação			X		
Webbibliografia			X		
Bibliografia			X		
Ferramentas de Cooperação	Questionário	X	X	X	
	Leitura	X			
	Laboratório de Pesquisa			X	
	Avaliação do Curso			X	
	Material de Apoio	X			
	Relatório de Atividades	X	X	X	

No que diz respeito às ferramentas de coordenação o AulaNet possui a maior gama de recursos disponíveis, demonstrados na Tabela 3.1. Sendo indiscutível a sua supremacia nesse critério. O TelEduc e o Moodle possuem respectivamente

somente um e dois recursos nesta categoria, demonstrando a não preocupação com esta abordagem.

Sobre as ferramentas de cooperação, responsáveis por permitirem aos seus usuários realizar ações fundamentais para o processo de aprendizagem através de recursos como: atividade, tarefas, materiais de apoio, entre outros. O moodle apresenta uma maior preocupação em relação a esses critérios, trazendo em sua estrutura, uma maior quantidade de recursos do gênero.

**Tabela 3.2:** Comparativo entre as principais características encontradas nos ambientes TelEduc, AulaNet e Moodle

	<b>Teleduc</b>	<b>Aulanet</b>	<b>Moodle</b>
<b>Código Livre</b>	sim	sim	sim
<b>Papéis de Usuário</b>	administrador coordenador professor colaborador visitante aluno	coordenador co-autor mediador aluno	administrador professor tutor visitante aluno
<b>Acessibilidade</b>	sim	não	sim
<b>Interface Responsiva</b>	não	não	sim

Os AVAs TelEduc, AulaNet e Moodle possuem a vantagem de uso quanto ao código Livre. Esta característica, diz respeito a disponibilidade do código fonte ao público, possibilitando que qualquer pessoa possa ter acesso ao seu código fonte, devendo ele adaptá-lo ou modificá-lo às suas necessidades.

O TelEduc e o Moodle possuem detalhadamente cada tipo de papel(perfil) que um usuário pode assumir no sistema, enquanto o AulaNet é o AVA que menos possui papéis de usuários, tornando assim, um ambiente de poucas possibilidades de acesso. Além disso, o Moodle destaca-se sobre os demais modelos, pois permite a customização e criação de novos papéis, adequando, assim, as regras de negócio da organização em que está inserida. O TelEduc e o Moodle, também, são os únicos que trazem em sua gama de recursos a acessibilidade do conteúdo apresentado aos seus

utilizadores, de tal maneira a possibilitar uma maior adequação e disseminação do conteúdo à diferentes expectadores.

Se tratando de interface responsiva, o Moodle é o único AVA que tem apresentado esta preocupação, permitindo que o conteúdo disponibilizado, seja adequadamente organizado na tela de acordo com o dispositivo que o usuário esteja usando, seja ele celular (smartphone), tablet ou computador.

## **3.2 Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem**

Devido aumento significativo de diversos materiais utilizados nos AVAs houve a necessidade de criar condições adequadas que viabilizassem o uso destes documentos pelos usuários, ou seja, diante da vasta quantidade destes documentos dispostos no ambiente, os Sistemas de Recomendação - SR têm por objetivo auxiliar o usuário durante o seu processo de aprendizagem, dando o suporte para coletar, selecionar e analisar documentos relevantes à sua necessidade.

Desta forma, as preferências do usuário são utilizadas pelo mecanismo de recomendação, que podem ser aplicadas algumas técnicas como: mineração de dados [17], redes neurais [28], regras de associação [27] e filtragem de informação [42]. No que diz respeito à filtragem de informação existem três modelos que podem ser aplicados: FBC, FC e FH.

Nesta seção são discutidos modelos de SR para AVA, no qual é demonstrado uma sucinta descrição de cada uma das abordagens, informando as suas principais características e peculiaridades, como por exemplo: o modelo de Bremgartner e Netto [7], o modelo de Ferro [15], o modelo de Carlos e Azevedo [?] e o modelo de Moraes e Franco [35].

### **3.2.1 Modelo de Bremgartner e Netto**

O modelo de Bremgartner e Netto [7] é um SR para AVA que tem por objetivo recomendar alunos com habilidades e competências extras. Este alunos com capacidade extra, auxilia alunos com dúvidas ou dificuldades na resolução de

atividades propostas pelo professor. Em sua arquitetura é definido o uso de agentes, ontologias e o Moodle como AVA. De acordo com a Figura 3.4, o modelo está dividido em 5 etapas.

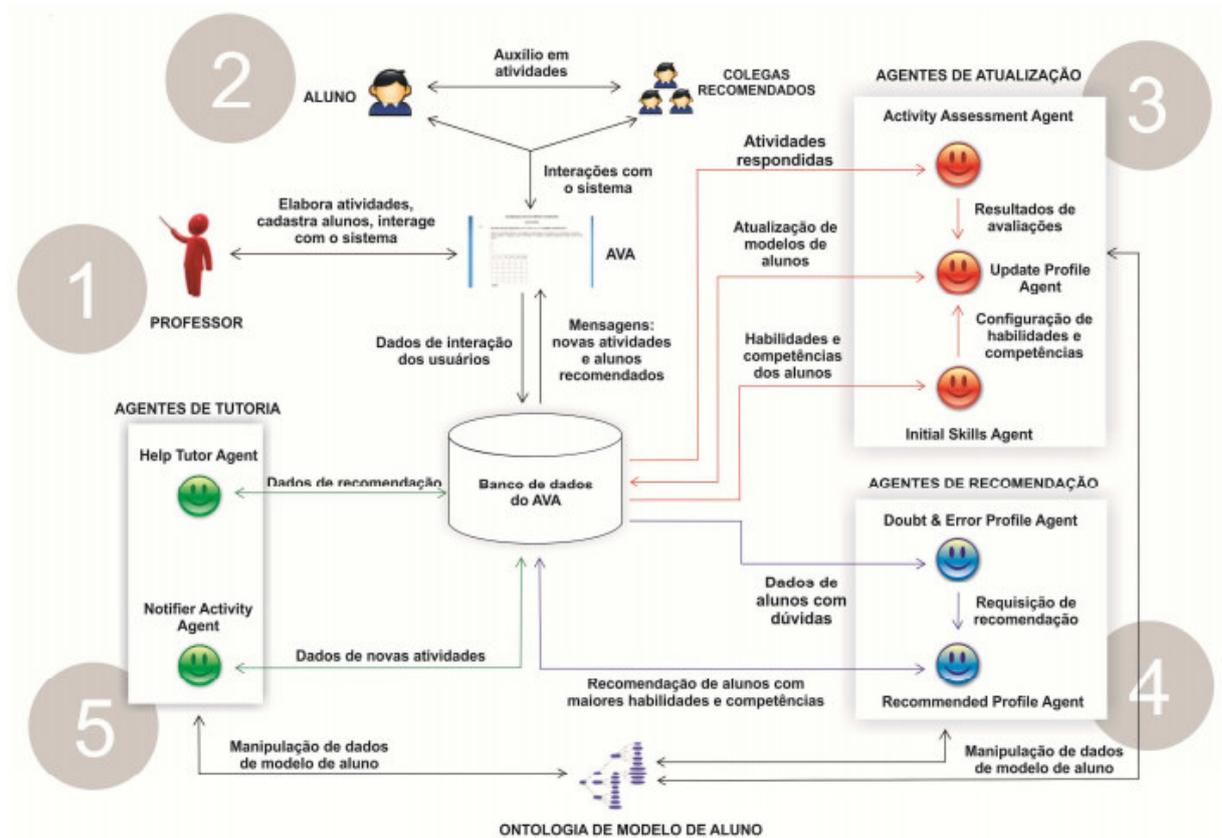


Figura 3.4: Arquitetura do Modelo de Bremgarter e Netto [7]

O processo de recomendação inicia quando o professor elabora as questões no AVA, selecionando quais competências e habilidades serão utilizadas para nivelar o aluno, estes níveis de complexidade são disponibilizados em uma faixa de 0 a 10, que serão empregados para resolvê-las. O professor pode, também, selecionar os níveis de competências e habilidades iniciais dos alunos, sendo útil em casos que o professor já tem algum conhecimento de seus alunos.

Na segunda etapa, o estudante, por sua vez, interage com o sistema, seja pelo cadastro de seus dados pessoais, pela postagem de algo no fórum ou na resolução de atividades propostas no ambiente [7].

A terceira etapa é composta pelos agentes de atualização, responsáveis por alterar os dados do modelo do aluno. Este modelo é formado por dados estáticos (dados cadastrados no início da utilização do ambiente) e dados dinâmicos

(dados obtidos a partir das suas interações com o ambiente), neste modelo é utilizado o padrão IMS LIP (*Instructional Management Systems Learner Information Package*) que descreve o histórico dos alunos em AVAs, além de prover suporte a gerenciamento de competências do aluno e permitir a interoperabilidade entre informações deste em diferentes sistemas, são os agentes [7]:

- *Initial Skills Agent*: consulta na base de dados os níveis de habilidades e competências iniciais dos alunos configurados pelo professor e envia estas informações ao agente de *Update Profile Agent*;
- *Activity Assessment Agent*: é responsável pela avaliação das questões respondidas e envia as pontuações dos alunos ao *Update Profile Agent*;
- *Update Profile Agent*: é responsável por atualizar os dados dos modelos de alunos mediante as interações dos mesmos com o ambiente, como a atualização dos seus níveis de habilidades e competências específicas que variam de 0 a 10 ou atualizar as informações oriundas do *Initial Skills Agent* e do *Activity Assessment Agent*.

Na quarta etapa, os agentes de recomendação são responsáveis pela busca de um ou mais estudantes, que possuem habilidades e competências desejáveis para tratar as dúvidas de outros alunos sobre determinados assuntos. Os agentes utilizados nesta etapa são [7]:

- *Doubt & Error Profile Agent*: agente que faz a busca por dúvidas e erros dos alunos com base nos resultados das questões respondidas no ambiente e que mapeia tais erros em habilidades e competências necessárias para a realização das tarefas. Com estas informações, este agente envia uma mensagem ao *Recommended Profile Agent* contendo dados da existência de alunos com dúvidas e erros;
- *Recommended Profile Agent*: agente que busca por alunos com níveis de habilidades e competências específicas (maiores ou iguais às sugeridas pelo professor no cadastro de novas atividades) capazes de resolver as questões propostas, tendo por base as requisições feitas pelo *Doubt & Error Profile Agent*. Os dados de recomendações de alunos selecionados pelo *Recommended Profile Agent* são salvos no banco de dados do AVA para depois serem listados aos alunos com erros ou dúvidas relativas à atividade proposta.

Por fim, a quinta etapa é composta pelos agentes de tutoria que são responsáveis por enviar mensagens de notificação aos alunos no AVA, são tipos de mensagens de notificação: atividades para resolução, atividades pendentes fora do prazo e atividades que alunos possuem dúvidas, onde são descritos pelos agentes [7]:

- *Notifier Activity Agent*: agente notificador de novas atividades solicitadas pelo professor, a fim de manter o aluno informado acerca de novas atividades;
- *Help Tutor Agent*: responsável por enviar dois tipos de mensagens. O primeiro tipo consiste em mensagens para os alunos com dúvidas, enviando um link que eles podem acessar para ver seus colegas recomendados. O segundo tipo de mensagens é para os alunos que não entregaram a tarefa no prazo estabelecido pelo professor. Sendo assim, uma mensagem e um link são enviados para a tela de recomendação de alunos que podem ajudar a resolver as atividades em atraso, tornando o ambiente mais interativo, face a característica de pro atividade dos agentes.

O modelo de Bremgrtner e Netto possui seus passos bem definidos e de fácil entendimento, formalizando os principais agentes responsáveis pela recomendação. Atribui um padrão para capturar e armazenar dados dos usuários de forma persistente. Contudo, não define se os usuários potencialmente recomendados para auxiliar na resolução de atividades, realmente dispõem-se para compartilhar seus conhecimentos. Além de não definir formalmente como é identificado as necessidades do usuário.

### 3.2.2 Modelo de Ferro

O modelo de Ferro [14] é um SR para AVA que tem como o objetivo recomendar materiais didáticos a partir de três técnicas: técnica não personalizada, técnica de FBC e técnica de FC. A técnica não personalizada permite que materiais mais requisitados por outros usuários sejam recomendados sem levar em consideração o perfil do usuário, proporcionando assim que outros materiais de diferentes áreas também sejam sugeridos aos usuários. Já a técnica de FBC proporcionar a recomendação de materiais didáticos com características semelhantes a outros já adquiridos no passado pelo usuário. E por fim, a técnica de FC foi inserida

para formação de grupos com perfis semelhantes, dentro do AVA, de modo a permitir que materiais didáticos adquiridos por algum membro do grupo também seja recomendado aos demais membros.

Inicialmente o processo de recomendação é gerado a partir de três etapas [14]:

1. É gerada uma lista de materiais didáticos, na qual os itens ainda não acessados pelo usuário são disponibilizados;
2. Os itens dessa lista recebem três valores, que são correspondentes aos valores de prioridades, ou *ranking*<sup>4</sup>, calculado por meio das técnicas de recomendação;
  - a. Não personalizado
  - b. Baseado no conteúdo
  - c. Baseado na filtragem colaborativa
3. Para cada item é calculado o grau de utilidade híbrida -  $uh(item)$ , baseado na equação:

$$uh(item) = \frac{1}{PP_1} + \frac{1}{PU_1} + \frac{1}{PQ_1}; \quad (3.1)$$

onde,

$PP_1$ : é a posição da premeditação(item) ;

$PU_1$ : é a posição da utilidade(item);

$PQ_1$ : é a posição do quantitativo(item);

Além do processo de recomendação são criados módulos com funcionalidades específicas, que proporciona a divisão de atividades desenvolvidas pelo sistema de Ferro e que não são bem definidas pelo processo inicial. Estes módulos podem ser visualizados na arquitetura do sistema, conforme é ilustrado na Figura 3.5.

- O **Perfil do Usuário** são dados referentes às características e interesses dos usuários do AVA. A identificação do perfil do usuário é realizada nas seguintes formas:

---

<sup>4</sup>Processo de classificar ou ordenar o posicionamento de itens individuais ou em grupo.

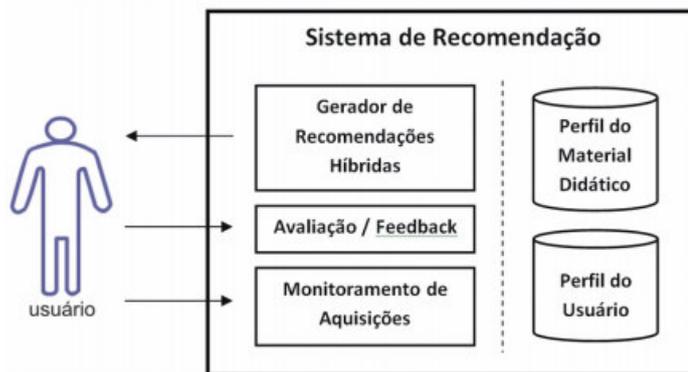


Figura 3.5: Arquitetura do Modelo de Ferro [14]

- 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.
- Para o **Perfil do Material Didático** são as características do material didático disponibilizado no AVA pelos professores. Essas características referem-se às áreas de conhecimento relacionadas ao conteúdo do material.
- Na **Avaliação ou 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 é automaticamente atualizado, de modo a incrementar o peso da área de estudo correspondente ao material didático.
- No **Monitoramento de Aquisição** o usuário pode a qualquer momento, ter acesso aos materiais didáticos. Com isso, o monitoramento tem a finalidade de armazenar as informações da aquisição do usuário, seja obtido pela recomendação ou não.

- No **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.

O modelo Ferro apresenta uma boa definição de seus passos, apresentando especificamente através de sua arquitetura cada uma de suas etapas até a geração da recomendação. Entretanto, embora exista um formalismo em todo seu processo, o modelo não define de forma efetiva como é realizada a extração e a representação do perfil do usuário e do material didático.

### 3.2.3 Modelo de Carlos e Azevedo

O modelo de Carlos e Azevedo [20] é um SR colaborativo para AVA. Este sistema é um extensão da ferramenta Smart Chat [9], que permite a criação de pequenos grupos baseado no contexto computacional dos usuários, bem como o auxílio em atividades colaborativas através do monitoramento do desempenho do usuário. Como forma de melhorar o Smart Chat, foi desenvolvido um novo sistema o Smart Chat Group. Este sistema tem como objetivo testar várias composições de grupos em diferentes cenários, além de recomendar materiais didáticos para os usuários existentes em cada grupo.

Em sua arquitetura é definido o uso de agentes, e o AulaNet como AVA. Na Figura 3.6 é demonstrado uma visão geral da arquitetura da Smart Chat Group, nela, pode ser destacado os agentes utilizados para gerar a recomendação: o agente companheiro, o agente formador de grupos, o agente monitor e o agente modelador.

O Smart Chat Group é iniciado ao ativar o *Agente Monitor*, este agente é o responsável por capturar e monitorar mensagens enviadas pelo recurso Chat ao Ambiente virtual AulaNet. o *Agente Monitor* é descrito [20]:

*Agente Monitor*

O *Agente Monitor* tem a responsabilidade de monitorar todas as mensagens enviadas para o chat. A cada nova mensagem, o agente monitor aplica uma *parse* sobre a mensagem com o objetivo de descobrir o contexto da mesma, verificando se a mensagem está dentro do domínio proposto pelo professor. Desta forma, o *Agente Monitor* monta uma percepção da mensagem.

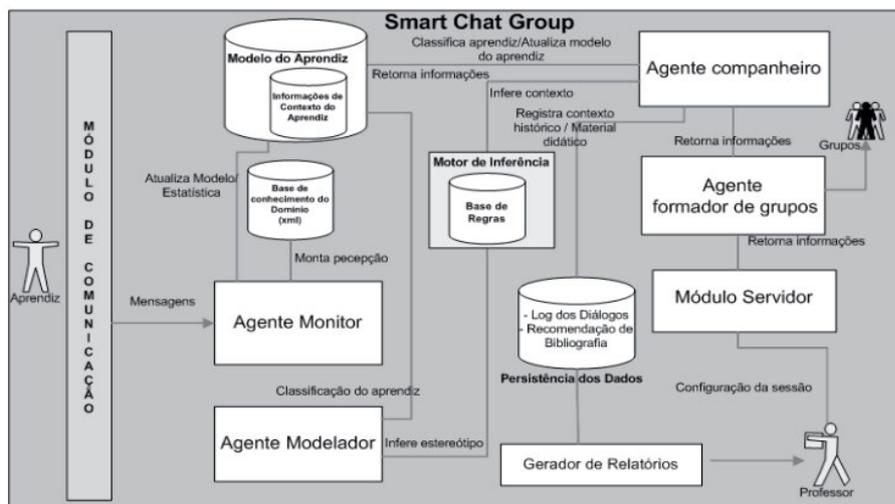


Figura 3.6: Arquitetura do Modelo de Carlos e Azevedo [9]

Após montar a percepção, o *Agente Monitor* cria estatísticas para as mensagens e grava na base de dados do *Modelo Aprendiz*. Estas estatísticas serão utilizadas pelo *Agente Modelador* para classificar o usuário. Para cada usuário, o *Agente Monitor* gera as seguintes características:

- Porcentagem de perguntas;
- Porcentagem de respostas;
- Porcentagem de mensagens dentro do contexto;
- Porcentagem de mensagens fora do contexto;
- Porcentagem de argumentos positivos;
- Porcentagem de argumentos negativos;
- Quantidade total de mensagens enviadas no ambiente;

Em seguida, é utilizado o *Agente Modelador*, neste agente é possível classificar o papel do usuário para determinar sua classificação em um grupo. *Agente Modelador* é especificado [20]:

*Agente Modelador*

O *Agente Modelador* é responsável por classificar cada usuário da sessão do chat em um estereótipo de acordo com as informações (estatísticas) do usuário fornecida pelo agente monitor.

A classificação dos estereótipos são descritos como:

- Tutor: é o usuário no qual todos concordam com sua argumentação;
- Contribuidor: é o usuário que participa bastante de uma discussão;
- Questionador: é o usuário que geralmente possui uma grande quantidade de perguntas durante uma sessão;
- Por fora: é o usuário que envia muitas mensagens fora do contexto da discussão da sessão;
- Do contra: é o usuário que apresenta uma grande quantidade de argumentos negativos;
- Concordador: é o usuário que geralmente concorda com as mensagens de outros usuários;
- Omisso: é o usuário cujo número de mensagens enviadas durante a sessão é pequena em relação aos outros usuários;

Posteriormente, o *Agente Formador de Grupos* é utilizado para recomendar e fazer a formação automática de pequenos grupos. A formação de grupos se dá basicamente a partir das informações de contexto do usuário capturado pelo *Agente Monitor* e classificado pelo *Agente Modelador*. O *Agente Formador de Grupos* é descrito [20]:

#### *Agente Formador de Grupo*

A princípio o *Agente Formador de Grupos* deverá separar e agrupar os usuários pelos interesses pessoais que compõem as informações de contexto primário. O *Agente Formador de Grupos* utiliza parâmetros hipotéticos que julgamos ter impactos positivos na formação de um grupo de aprendizagem colaborativa. Como por exemplo, (1) número de participantes, (2) número de grupos, e (3) nível de conhecimento.

Parâmetros definidos pelo professor.

- Assunto proposto;
- Número de usuários por grupos;

- Número de grupos que o usuário pode participar;
- Percentual de usuário com habilidades no assunto;
- Percentual de usuário com deficiências no assunto;
- Número de mensagens no qual deverá haver a classificação do usuário;
- Número de mensagens no qual o *Agente Formador de Grupos* irá efetuar a formação.

Para facilitar a formação e acompanhamento dos grupos, a Smart Chat Group cria espaços reservados para os grupos, onde os mesmos são organizados em discussões. Quando a sessão é iniciada pelo professor, a Smart Chat Group cria um número identificador para a sessão. Depois, cria uma discussão e associa essa discussão a sessão corrente. Chamamos de discussão o agrupamento dos usuários no ambiente. O objetivo da construção de tipos de discussão é para facilitar a análise do desempenho dos grupos formados durante uma sessão colaborativa. Deste modo, são criados três tipos de discussões: principal, aprendizagem em par e pequenos grupos;

O ciclo de vida dos grupos (principal, pequenos grupos e pares) dependerá apenas dos participantes que foram selecionados no processo de composição. Outro ponto importante é que todo o conteúdo, bem como o desempenho dos usuários durante o ciclo de vida do grupo, será persistido na base de dados da aplicação.

Por fim, o *Agente Companheiro*, e responsável por interagir com o usuário, recomendando materiais, enviando mensagens, fornecendo feedback visual do desempenho do aprendiz durante a sessão, além de gerar relatório de desempenho. É também responsável pela captação do contexto primário do usuário, e pela inferência do contexto secundário do usuário, tais como: habilidades, deficiências, reputação e classificação histórica. A seguir descrito o *Agente Companheiro* [20]:

#### *Agente Companheiro*

Ele é responsável por inferir informações de contexto do usuário, e a partir deste contexto, o agente pode recomendar o melhor material didático disponibilizado no ambiente de acordo com seu desempenho. Além de realizar essas tarefas, o *Agente Companheiro* é responsável também por inferir o nível de conhecimento do seu companheiro (usuário) que será utilizado pelo *Agente Formador de Grupos*.

O *Agente Companheiro* verificará se houve alteração no estado de classificação do usuário. No caso de uma alteração positiva, o agente deve interagir com o aprendiz para elogiar sua atuação, e no caso de não haver nenhuma alteração, ou alteração não positiva (o usuário passa de contribuidor para pouco participativo), o agente deverá motivá-lo para que o mesmo possa melhorar seu desempenho no decorrer da sessão.

Outra forma de auxílio oferecida pela *Agente Companheiro* é a recomendação de material didático. O professor poderá relacionar uma lista de materiais que serão recomendados para o aprendiz durante a sessão colaborativa.

O modelo de Carlos e Azevedo não define como é representado de forma satisfatória o perfil do usuário e material didático, além de não demonstrar de maneira precisa a execução das diferentes etapas do processo de recomendação. De forma geral, apresenta somente as definições de cada agente utilizado no processo, apontando apenas alguns princípios muito vagos.

### 3.2.4 Modelo de Moraes e Franco

O modelo de Moraes e Franco [35] é um SR para AVA que tem como objetivo identificar alunos com baixas interações através das suas participações no ambiente bem como seu conhecimento quanto o uso dos recursos inseridos no Moodle e TelEduc. Este modelo utiliza conceitos de técnicas de recomendação colaborativa para gerar grupo de usuários que possuem conhecimentos em comum. Além disso, este modelo foi realizado através de um estudo de observações e pesquisa empírica com abordagem quantitativa. Neste estudo, procurou-se observar e avaliar as relações existentes entre os itens inseridos no AVA Moodle e TelEduc e o perfil do usuário.

Inicialmente, são cadastrado atividades para resolução através de recursos disponíveis no ambiente TelEduc e Moodle. Como forma de apoiar essas resoluções de atividades, foi construída um ferramenta de alerta, demonstrada na Figura 3.7, que permite criar formas de registrar as ações efetuadas pelos alunos, possibilitando aos docentes observar o percurso seguido pelos mesmo e assim ter uma melhor percepção das dificuldades enfrentadas e atuar em conformidade.

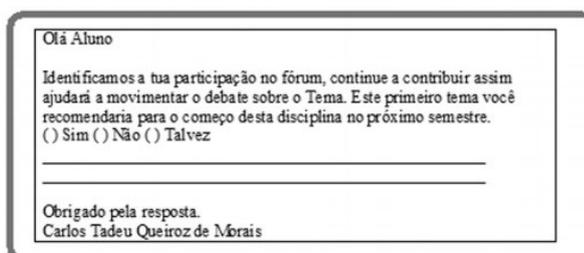


Figura 3.7: Mensagem de alerta disponibilizada para o aluno [35]

Para auxiliar no acompanhamento dos alunos com baixa participação nos recursos, foi disparado novamente um alerta conforme a Figura 3.8, provocando ao aluno seu retorno na resolução das atividades. Este alerta também teve como objetivo verificar as reais dificuldades apresentadas pela evasão desses alunos, acrescentando assim, na mensagem a possibilidade do aluno informar as necessidades para a resolução das atividades no ambiente.

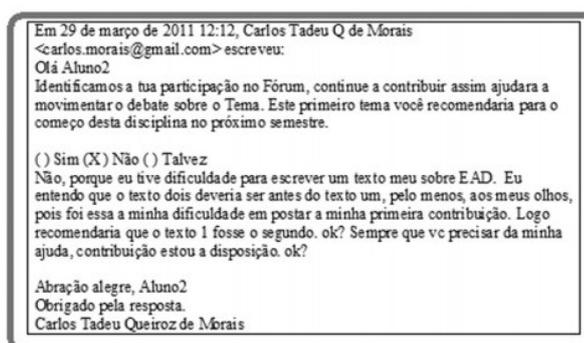


Figura 3.8: Mensagem de alerta de alunos com baixa participação no ambiente [35]

Em seguida, foi selecionado a partir do perfil do usuário a construção de grupos heterogêneos composto por níveis de conhecimento e formação diferenciada para provocar a troca de informação entre si. Esses grupos são construídos através da técnica de recomendação colaborativa. Com o uso desta técnica é possível encontrar a similaridade de acesso no ambiente, conforme o algoritmo:

Para cada Item AVA, I (item);

Para cada Aluno A que acessa I1;

Para cada Item I2 acessado pelo Aluno A;

Registra o A acessa I1 e I2;

Para cada Item I2;

Calcular a similaridade entre I1 e I2;

Dessa forma, no cálculo de similaridade entre alunos é possível encontrar um conjunto de alunos mais próximos com base nos itens acessados. Nesta recomendação é identificado e comparado a partir da proposição, através da similaridade de acesso no AVA, onde, em que interesse do aluno X, é similar aos do aluno Y, os itens preferidos de acesso pelo aluno Y, podem ser recomendado ao aluno x, de acordo com seu perfil e produção de suas tarefas.

Como forma de especificar o funcionamento do modelo, foram inseridos módulos com funcionalidades específicas para cada etapa do processo de recomendação. Estes módulos são descritos por meio do modelo proposto pelo trabalho de Moraes e Franco [35], conforme a seguir.

#### **Módulo perfil dos usuários**

Para obter as informações do perfil do aluno, foram coletados dados a partir de um questionário estruturado contendo as informações, como: idade, sexo, formação escolar, conhecimento em informática e educação à distância. Além disso foram coletados através dos relatórios de acesso ao ambiente a resolução dos recursos, fórum, bate-papo, e-mail, atividade, wiki e material de apoio. Estas informações foram organizadas em uma planilha possibilitando a verificação do perfil individualmente.

#### **Módulo de Correlação**

Os dados de entrada do sistema são considerados não estruturados, e gerados continuamente integrados pelos Ambientes Virtuais de Aprendizagem através de um API. E que será necessário definir padrões na criação dos textos para geração de correlações presentes nas variáveis e eventos do AVA de modo que possa aumentar a eficiência do processo de filtragem. Os dados serão disponibilizados em formatos XML, que será necessário então desenvolver um submódulo para capturar as informações provenientes do AVA.

#### **Módulo para Recomendação**

Neste módulo, a partir das informações adquiridas pelo Módulo de Perfil dos usuário e o Módulo de Correlação, será realizado a filtragem das informações, identificando os pontos críticos e relevantes para os usuários. Para recomendar as ações pertinentes ao professor será utilizada uma árvore de decisão, que em conjunto

com a técnica de estatística irão armazenar o conhecimento do sistema e complementar o processo de recomendação das ações.

### **O Modelo da Aplicação de Recomendação**

Os dados inseridos como entrada são as transações efetuadas pelos alunos de um site de AVA, neste caso especifica o TelEduc ou Moodle em uma perspectiva histórica do período letivo de cada turma. Estes dados são utilizados para montar a matriz aluno-evento. Questões como a quantidade de itens e a frequência de acesso dos itens que estão incluídas no ambiente. Em relação ao professor, para o qual se deseja fornecer recomendações em tempo real, são observadas, dados dos alunos com pouca frequência, informações sobre seu histórico, as informações contidas nos acessos de consultas, as ferramentas durante a interação com o site. A saída do modelo de sistema consiste em uma lista das  $n$  melhores recomendações para um professor, onde  $n$  é um dos parâmetros a ser configurado no sistema. Estes itens selecionados serão utilizados pela aplicação do sistema, que determina o que apresentar ao professor e de que maneira ou em que contexto.

### **O método de recomendação**

Neste método será desenvolvido tendo como base os dois métodos de sistemas de recomendação mais conhecidos:

- Correlação item-a-item: permite prover ações personalizadas de acordo com o que o aluno possui em sua escolha de itens de ferramentas no ambiente;
- Correlação pessoa-a-pessoa: dá um caráter mais individualizado ao fazer uso das informações históricas do aluno para produzir sugestões.

O processo de geração de recomendações pode ser dividido em três partes: representação; construção do modelo e geração das recomendações.

A primeira parte, a representação, trata do esquema utilizado para modelar os itens do ambiente virtual de aprendizagem que já foram acessados pelo aluno, bem como os itens que eventualmente estejam acessando durante o curso que não constam como prioridade para análise.

A segunda parte a construção do modelo diz respeito à tarefa de determinar de formas numéricas e estatísticas das relações entre aluno e entre itens e organizar estas informações de forma a deixá-las facilmente acessíveis para a próxima fase.

A terceira e última parte, geração das ações de recomendações, trata do problema de identificar os itens mais recomendáveis para um aluno a partir das informações de análise de correlações e similaridade, e de seus itens ,mais ou menos, acessados.

### **A Geração das Recomendações**

Esta é a etapa final de todo o processo do sistema de recomendação e na qual o modelo definitivamente combina as informações processadas pela técnica de filtragem colaborativa. Durante a navegação dos alunos pelo site do AVA, o conjunto  $U$  de itens inseridos no registro de acessos de cada aluno é utilizado para gerar os *tops-N* recomendações, da seguinte maneira: O conjunto  $C$  de itens disponíveis para novo aluno é obtidos através da recuperação dos  $m$  melhores itens gerados pela filtragem colaborativa e armazenados no banco de dados. Os itens que já estejam em  $U$  são removidos de  $C$ . Para cada  $c \in C$ , é calculada a sua similaridade com o conjunto  $U$ , como a soma das similaridades entre todos os itens  $j \in U$  e  $c$ . O valor da similaridade entre  $c$  e  $U$  é ponderado pelo valor correspondente de  $c$  gerados no processo de obtenção dos  $m$  melhores itens na filtragem colaborativa. Por fim, o conjunto  $C$  é ordenado em ordem decrescente de similaridade e os primeiros  $N$  itens são selecionados como o conjunto das  $N$  melhores recomendações.

O modelo de Moraes e Franco utiliza-se de duas etapas para formalizar a construção do modelo, a criação da ferramenta que envia mensagem e o modelo proposto do Sistema de Recomendação, além de apresentar como e de fato realizado a extração do perfil do usuário. Entretanto, embora exista a definição da etapas, o modelo não apresenta com clareza quais atores, recursos estão envolvidos nos AVAs utilizados.

### 3.2.5 Considerações sobre os Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem

A Tabela 3.3 apresenta o resultado de uma análise comparativa entre os mais representativos modelos de SR para AVA, levando em consideração os seguintes critérios: Técnicas de Filtragem, Tipo de Extração do Perfil, Ambientes Virtuais Utilizados e Conteúdo Filtrado.

**Tabela 3.3:** Tabela comparativa sobre os modelos de Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem

	Técnicas de filtragem	Tipo de extração do perfil	Ambiente virtual utilizado	Conteúdo Recomendado
<b>Modelo de Bremgartner e Netto</b>	Colaborativo	Explícito e Implícito	Moodle	Alunos
<b>Modelo de Ferro</b>	Não personalizado Baseado em conteúdo Colaborativo	Explícita e Implícita	Moodle	Matérias Didáticos
<b>Modelo de Carlos e Azevedo</b>	Colaborativo	Implícita	Aulanet	Matérias Didáticos e Alunos
<b>Modelo de Moraes e Branco</b>	Colaborativo	Explícita e Implícita	Moodle e Teleduc	Matérias Didáticos

O modelo de Bremgartner e Netto utiliza a técnica de filtragem colaborativa para a recomendação de alunos com potenciais habilidades superiores aos demais. Ao utilizar este tipo de filtragem pode-se considerar um eventual problema, ao recomendar usuários que possuem maior conhecimento é essencial que os mesmos resolvam uma quantidade satisfatória de atividades sugeridas pelos professores, desta forma, as atividades resolvidas são analisadas quantitativamente e não qualitativamente, podendo sugerir usuários que nem sempre possuem a capacidade de auxiliar seus colegas. Entretanto, como aspecto positivo, este modelo, no quesito competitividade, tem o objetivo de instigar os alunos a resolverem atividades para serem recomendados a outros alunos.

O modelo de Ferro utiliza três técnicas de filtragem, a não personalizada, a FBC e a FC. O objetivo de utilizar esse conjunto de técnicas é que sejam abordados os seus respectivos pontos positivos, de tal forma que a recomendação seja mais eficiente. Além disso, a técnica não personalizada permite que qualquer material didático seja recomendado levando em consideração não apenas as preferências, mais também o grau de requisição desse material pelos demais usuários do sistema. Porém, ao levar

em consideração o grau de requisição do material, a recomendação pode se tornar irrelevante para o usuário, pois não suas preferências.

O modelo de Carlos e Azevedo utiliza-se da técnica colaborativa, no qual é possível gerar grupos de usuários com capacidade de apoiar uns aos outros. Estes grupos são inicialmente avaliados e posteriormente enquadrados, levando em consideração seus aspectos de aprendizagem. Além destes grupos, é recomendado materiais didáticos, de acordo com a necessidade de cada grupo ou usuário independente. Um fator importante a ser tratado é que, a medida que um novo aluno é cadastrado no ambiente, não é possível nivelar completamente suas necessidades, até que o mesmo passe por uma sessão, no qual é obrigado a resolver inúmeras perguntas para ser alocado em um determinado grupo.

O modelo de Moraes e Franco utiliza a técnica de filtragem colaborativa para gerar grupos de usuários de turma heterogêneas a partir de níveis de conhecimento em comum. Além disso, é recomendado materiais didáticos avaliados por usuários que no passado tinham interesse. Entretanto, um eventual problema observado neste modelo é que, caso um usuário seja ocioso ao resolver suas atividades a análise de suas preferências será prejudicada, possibilitando que sua alocação em um grupo seja errônea, ocasionando assim recomendações para o usuário do insatisfatória.

Os modelos analisados utilizam em sua maioria o Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle, como é o caso do modelos Bremgartner e Netto, do modelo de Ferro e o modelo de Moraes e Franco. Este ambiente foi escolhido por ter uma maior quantidade de ferramentas disponíveis para o usuário. Porém, o modelos de Carlos e Azevedo e o modelo de Moraes e Franco utilizam como ambiente o AulaNet e TelEduc, respectivamente.

Sobre os tipos de extração do perfil do usuário adotados, os modelos de Bremgartner e Netto, Ferro e Moraes e Franco utilizam a extração implícita e explícita, visto que, neste tipo de extração é possível capturar uma maior quantidade de características do usuário. Todavia, somente o modelo de Carlos e Azevedo obtém o perfil do usuário por meio implícito.

Em relação ao conteúdo recomendado, os modelos de Bremgartner e Netto e Carlos e Azevedo recomendam alunos com conhecimento maior que os demais.

O modelo Carlos e Azevedo também recomenda materiais didáticos, assim como o modelo de Ferro e o modelo de Moraes e Franco.

Em todos os modelos destacados neste trabalho deve-se considerar que o uso de SR é eminente para AVA. Desta forma, todos os modelos analisados abordam a filtragem de informação. Porém, nenhum destes modelos define com exatidão como as técnicas de filtragem de informação aplicada ao AVA deve ser realizada de fato.

## 4 Conclusão

Devido a carência de estudos realizados em Sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, principalmente no que diz respeito ao uso de técnicas de Filtragem de Informação, surgiu a necessidade de realizar um estudo, para auxiliar os usuários através da recomendação de materiais didáticos em AVAs.

A fim de atender essas necessidades, este trabalho apresentou uma revisão das principais técnicas de Filtragem de Informação utilizadas para o desenvolvimento de um Sistema de Recomendação. Foi apresentado também, uma análise comparativa sobre os principais modelos de Ambientes Virtuais de aprendizagem. Para realizar esta análise crítica, foram descritos neste trabalho alguns modelos de sistemas de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, que abordam as Técnicas de Filtragem para recomendar materiais didáticos.

Os estudos e as experiências constituídas neste trabalho poderão de forma substancial contribuir e auxiliar na construção de outros modelos que envolvem a área de Sistemas de Recomendação e Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Além disso, a maioria destes SR fazem uso da FC e da FH, que segundo Lops [32] são mais desfavoráveis quanto as necessidades do usuário. Neste caso, estas duas técnicas requerem que o usuário produza esforços para que o SR realize a recomendação.

Desta forma, por ter uma representatividade maior em relação as preferências do usuário do que as demais técnicas de filtragem, o uso da FBC como meio de recuperação de materiais didáticos se torna um requisito fundamental em AVA devido à grande quantidade de informação a ser tratada.

### 4.1 Contribuições e Resultados da Pesquisa

As principais contribuições desta pesquisa foram:

- Análise do estado da arte das principais técnicas para o desenvolvimento de Sistema de Recomendação.

- Análise do estado da arte sobre Ambientes Virtuais de Aprendizagem e seus mais relevantes modelos.
- Uma discussão sobre as principais técnicas de construção de Sistemas de Recomendação aplicada aos modelos de Ambientes Virtuais de Aprendizagem.
- Uma análise comparativa dos modelos de Sistema de Recomendação para Ambientes Virtuais de Aprendizagem, ressaltando suas principais características, bem como suas carências e virtudes.

## 4.2 Trabalhos Futuros

Vários trabalhos podem ser abordados a partir dos resultados obtidos neste:

- Desenvolver um Sistema de Recomendação que utilize técnicas de filtragem de informação para AVA, para recomendação de materiais didáticos. E como base para a construção desse sistema, utilizar os aspectos defectivos abordado neste trabalho, mais precisamente, no estudo realizado dos modelos de SR para AVA;
- Definir formalmente como é capturada e realizada a modelagem do usuário utilizando técnicas como ontologias e árvores de decisão;
- Definir métricas para avaliar as diversas técnicas de Filtragem de Informação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, visto que, para recomendação de materiais didáticos nos AVAs é necessário comparar de forma efetiva a satisfação do usuário;
- Comparar a utilização de outros Ambientes Virtuais de Aprendizagem no campo da pesquisa, visto que, neste trabalho foram abordados somente o TelEduc, o AulaNet e o Moodle.

## Referências Bibliográficas

- [1] ADOMAVICIUS, G., AND TUZHILIN, A. Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on* 17, 6 (2005), 734–749.
- [2] ALMEIDA, M. E. B. D. Tecnologia e educação a distância: abordagens e contribuições dos ambientes digitais e interativos de aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação a Distância* (2011), 6.
- [3] ALVES, L., BARROS, D., AND OKADA, A. Moodle: Estratégias pedagógicas e estudos de casos.
- [4] ALVES, L., AND BRITO, M. O ambiente moodle como apoio ao ensino presencial. In *Actas do 12º Congresso Internacional da Associação Brasileira de Educação a Distância* (2005).
- [5] BALABANOVIĆ, M., AND SHOHAM, Y. Fab: content-based, collaborative recommendation. *Communications of the ACM* 40, 3 (1997), 66–72.
- [6] BASU, C., HIRSH, H., COHEN, W., ET AL. Recommendation as classification: Using social and content-based information in recommendation. In *AAAI/IAAI* (1998), pp. 714–720.
- [7] BREMGARTNER, V., AND NETTO, J. F. M. Auxílio personalizado a estudantes em ambientes virtuais de aprendizagem utilizando agentes e competências. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (2011), vol. 1.
- [8] BRUSILOVSKY, P., AND TASSO, C. Preface to special issue on user modeling for web information retrieval. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 14, 2 (2004), 147–157.
- [9] CARLOS FELIX, Z., AND CABRAL DE AZEVEDO RESTELLI TEDESCO, P. O. Smart chat group: ferramenta ciente de contexto para formação de grupos.

- [10] CAZELLA, S. C. *Aplicando a Relevância da Opinião de usuários em Sistema de Recomendação para Pesquisadores*. PhD thesis, Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul., 2006.
- [11] CLAYPOOL, M., BROWN, D., LE, P., AND WASEDA, M. Inferring user interest. *Internet Computing, IEEE* 5, 6 (2001), 32–39.
- [12] CLAYPOOL, M., GOKHALE, A., MIRANDA, T., MURNIKOV, P., NETES, D., AND SARTIN, M. Combining content-based and collaborative filters in an online newspaper. In *Proceedings of ACM SIGIR workshop on recommender systems* (1999), vol. 60, Citeseer.
- [13] CLAYPOOL, M., LE, P., WASED, M., AND BROWN, D. Implicit interest indicators. In *Proceedings of the 6th international conference on Intelligent user interfaces* (2001), ACM, pp. 33–40.
- [14] DA COSTA FERRO, M. R., DO NASCIMENTO JÚNIOR, H. É. M., PARAGUAÇU, F., DE BARROS COSTA, E., AND MONTEIRO, L. A. L. Um modelo de sistema de recomendação de materiais didáticos para ambientes virtuais de aprendizagem. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (2011), vol. 1.
- [15] DA COSTA FERRO, M. R., PARAGUAÇU, F., PERES, A. L., AND MARINHO, M. F. Recomendação assistida por computador de materiais didáticos em ambientes virtuais de aprendizagem. *Informática na educação: teoria & prática* 17, 1.
- [16] DE ALMEIDA, M. E. B. dos ambientes digitais de aprendizagem. *Educação e pesquisa* 29, 2 (2003), 327–340.
- [17] DE BAKER, R. S. J., ISOTANI, S., AND DE CARVALHO, A. M. J. B. Mineração de dados educacionais: Oportunidades para o brasil. *Revista Brasileira de Informática na Educação* 19, 2 (2011).
- [18] DE BARROS, F. M. M. Um sistema de recomendação para páginas web sobre culturas da cana-de-açúcar. Master's thesis, Universidade Estadual de Campinas, 2013.
- [19] DRUMOND, L. R., LINDOSO, A. N., AND GIRARDI, R. Infonorma: Um sistema de recomendação baseado em tecnologias da web semântica. *INFOCOMP Journal of Computer Science* 5, 4 (2006), 93–100.

- [20] FELIX, Z. C., AND TEDESCO, P. A. Smart chat group: Ferramenta ciente de contexto para formação de grupos-versão final. *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO-SBIE 19* (2008).
- [21] FERNANDES, R. R., FERNANDES, A. P. L. M., DA SILVA, A. C. M., ARAÚJO, M. O., AND CAVALCANTE, M. C. T. Moodle: uma ferramenta on-line para potencializar um ambiente de apoio à aprendizagem no curso java fundamentos (jse). *7º SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. Anais..., Associação Educacional Dom Bosco, Resende-RJ* (2010).
- [22] FRANCISCATO, F. T., DA SILVA RIBEIRO, P., MOZZAQUATRO, P. M., AND MEDINA, R. D. Avaliação dos ambientes virtuais de aprendizagem moodle, teleduc e tidia-ae: um estudo comparativo. *RENOTE* 6, 1 (2008).
- [23] FUKS, H., LAUFER, C., CHOREN, R., AND BLOIS, M. Communication, coordination and cooperation in distance education. *AMCIS 1999 Proceedings* (1999), 45.
- [24] GAUCH, S., SPERETTA, M., AND PRETSCHNER, A. Ontology-based user profiles for personalized search. In *Ontologies*. Springer, 2007, pp. 665–694.
- [25] GEROSA, M. A., FUKS, H., AND LUCENA, C. J. P. Tecnologias de informação aplicadas à educação: construindo uma rede de aprendizagem usando o ambiente aulanet. *Informática na Educação: Teoria e prática* 4, 2 (2001), 63–74.
- [26] GOLDBERG, D., NICHOLS, D., OKI, B. M., AND TERRY, D. Using collaborative filtering to weave an information tapestry. *Communications of the ACM* 35, 12 (1992), 61–70.
- [27] GONSALVES, E. C. Regras de associações e suas medidas de interesse objetivas e subjetivas. *INFOCOMP Journal of Computer Science* 4, 1 (2004), 26–35.
- [28] HAYKIN, S., AND NETWORK, N. A comprehensive foundation. *Neural Networks* 2, 2004 (2004).
- [29] HERLOCKER, J. L. *Understanding and improving automated collaborative filtering systems*. PhD thesis, Citeseer, 2000.

- [30] HERLOCKER, J. L., KONSTAN, J. A., TERVEEN, L. G., AND RIEDL, J. T. Evaluating collaborative filtering recommender systems. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)* 22, 1 (2004), 5–53.
- [31] LI, Y., LU, L., AND XUEFENG, L. A hybrid collaborative filtering method for multiple-interests and multiple-content recommendation in e-commerce. *Expert Systems with Applications* 28, 1 (2005), 67–77.
- [32] LOPS, P., DE GEMMIS, M., AND SEMERARO, G. Content-based recommender systems: State of the art and trends. In *Recommender systems handbook*. Springer, 2011, pp. 73–105.
- [33] MELVILLE, P., MOONEY, R. J., AND NAGARAJAN, R. Content-boosted collaborative filtering for improved recommendations. In *AAAI/IAAI (2002)*, pp. 187–192.
- [34] MONTANER, M., LÓPEZ, B., AND DE LA ROSA, J. L. S. A taxonomy of recommender agents on the internet. *Artificial intelligence review* 19, 4 (2003), 285–330.
- [35] MORAIS, C. T. Q., AND FRANCO, S. R. K. Estudo de caso de alertas e recomendações para educação a distância aplicado em turmas heterogêneas. *Informática na educação: teoria & prática* 14, 2 (2011).
- [36] PÓS, E. T. F. A. À. "UMA SOLUÇÃO EM FILTRAGEM DE INFORMAÇÃO PARA SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO BASEADA EM ANÁLISE DE DADOS SIMBÓLICOS. PhD thesis, Universidade Federal de Pernambuco, 2004.
- [37] QUINLAN, J. R. Induction of decision trees. *Machine learning* 1, 1 (1986), 81–106.
- [38] ROCHA, H. D., AND MORAES, M. O ambiente teleduc para educação à distância baseada na web: Princípios, funcionalidades e perspectivas de desenvolvimento. *Educação a distância: Fundamentos e práticas*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED (2002), 197–212.
- [39] SAMPAIO, I. Aprendizagem ativa em sistemas de filtragem colaborativa.
- [40] SOBOROFF, I., AND NICHOLAS, C. Combining content and collaboration in text filtering. In *Proceedings of the IJCAI (1999)*, vol. 99, pp. 86–91.

- 
- [41] TORRES, R. Combining collaborative and content-based filtering to recommend research papers. *Porto Alegre* (2004).
- [42] TUMMINELLO, M., ASTE, T., DI MATTEO, T., AND MANTEGNA, R. N. A tool for filtering information in complex systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102, 30 (2005), 10421–10426.