

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Gustavo Henrique da Rocha Reis

**CA Learning - Recomendação Híbrida de Conteúdos
Educativos**

Juiz de Fora

2015

Gustavo Henrique da Rocha Reis

**CA Learning - Recomendação Híbrida de Conteúdos
Educativos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Eduardo Barrére

Juiz de Fora

2015

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Rocha Reis, Gustavo Henrique.
CALearning - Recomendação Híbrida de Conteúdos Educacionais / Gustavo Henrique Rocha Reis. -- 2015.
61 f.

Orientador: Eduardo Barrére
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2015.

1. Estilo de Aprendizagem. 2. Informações de Contexto. 3. Recomendação de Conteúdo. I. Barrére, Eduardo, orient. II. Título.

Gustavo Henrique da Rocha Reis

CALearning - Recomendação Híbrida de Conteúdos Educaçãoais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Aprovada em 6 de Agosto de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. D.Sc. Eduardo Barrére - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. D.Sc. Marcelo Ferreira Moreno
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. D.Sc. Carlos de Salles Soares Neto
Universidade Federal do Maranhão

*A Deus em primeiro lugar. À
minha esposa pelo apoio
incondicional.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por confiar a mim e à minha esposa os cuidados e ensinamentos à nossa filha Maria Eduarda. Verdadeiro presente de Deus.

Agradeço também à minha maravilhosa esposa, Luciana, pelo incentivo nos estudos e compreensão nos momentos de ausência durante o mestrado. Amor incondicional. Hoje somos uma família de três.

Agradeço aos meus pais pela maior herança que qualquer pai e mãe pode deixar para seu filho, caráter e educação. Obrigado de coração.

Não posso deixar de agradecer ao meu sogro Roberto e minha sogra Ana Lúcia pela estadia e paciência durante o mestrado. Vocês são demais.

Sou muito grato aos amigos que fiz durante o mestrado, em especial aos amigos do LApIC. Aprendi muito com vocês.

Agradeço ao meu orientador, Eduardo Barrére, pela paciência, pelos ensinamentos, dedicação e ajuda em todos os momentos de angústia e dificuldade. Agradeço também pelas valiosas dicas, a um pai de primeira viagem, de como cuidar da minha filha. Sou muito grato a você.

*"A tua palavra é lâmpada que
ilumina os meus passos e luz que
clareia o meu caminho"
Salmo 119.105*

RESUMO

O uso de dispositivos móveis vêm aumentando significativamente nos últimos anos. Outra tendência é a consolidação no uso Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação para fins educacionais. Estes cenários juntos possibilitam novas formas de comunicação entre professores e alunos, como, por exemplo, a recomendação de conteúdos educacionais e colaboração utilizando dispositivos móveis. Este trabalho mostra uma arquitetura, chamada CALearning, que reúne as principais características para um sistema de aprendizado móvel, como promover a colaboração (recomendação e avaliação de conteúdos) entre os alunos e fazer a recomendação de conteúdos de acordo com o estilo de aprendizagem e preferências do usuário. A arquitetura também faz uso de informações de contexto para recomendar conteúdos adaptados de acordo com as características de acesso à Internet (taxa de transmissão) e deslocamento do aluno durante sua interação com o aplicativo. Como prova de conceito foi desenvolvido três sistemas chamados CALearningDroid, CALearningWeb e CALearningWS, baseado na arquitetura proposta.

Palavras-chave: Estilo de Aprendizagem. Informações de Contexto. Recomendação de Conteúdo.

ABSTRACT

The use of mobile devices have increased significantly in recent years. Another trend is the consolidation in using Digital Technologies of Information and Communication for educational purposes. These scenarios together enable new forms of communication between teachers and students, for example, the recommendation of educational content and collaboration using mobile devices. This work shows an architecture called CALearning, which brings together the main features for a mobile learning system as promote collaboration (recommendation and content evaluation) among students and to do the content recommendation according to the learning style and user's preferences. The architecture also does use of context information to recommend content tailored according to the Internet access features (transmission rate) and displacement of the learner during their interaction with the application. As proof of concept, was developed three systems called CALearningDroid, CALearningWeb and CALearningWS, based in the proposed architecture.

Keywords: Learning Style. Context Information. Content Recommendation.

LISTA DE FIGURAS

4.1	Arquitetura CALearning	29
4.2	Diagrama caso de uso professor	31
4.3	Diagrama caso de uso aluno	32
5.1	Recomendação de conteúdos feita ao aluno	39
5.2	Mochila do aluno	39
5.3	Cadastro de conteúdos Diversos ou Objetos de Aprendizagem	41
5.4	Cadastro de Objetos de Aprendizagem	41
5.5	Avaliação de Conteúdos	42
5.6	Fluxograma Algoritmo de Recomendação de Conteúdos	44
5.7	Fluxograma Algoritmo Similarity	44
5.8	Fluxograma Algoritmo Throughput	45
5.9	Fluxograma Algoritmo Movement	46
5.10	Fluxograma Algoritmo Collaboration	46
5.11	Fluxograma Algoritmo LearnStyle	47
6.1	Requisições por Dia da Semana	49
6.2	Requisições por Turno	49
6.3	Requisições por Hora	50
6.4	Conteúdos disponibilizados/Conteúdos consumidos	51
6.5	Estilos de Aprendizagem assumidos pelos alunos	51
6.6	Representação da ordem dos conteúdos de acordo com o Estilo de Aprendizagem	52
A.1	Sequencia de interação do aluno com o aplicativo	60
B.1	Sequencia de interação do professor com o sistema	61

LISTA DE TABELAS

2.1	Dimensões do modelo de Felder e Silverman	20
3.1	Relacionamento entre campos do LOM e as dimensões de preferências	24
3.2	Quadro Comparativo entre os Trabalhos Relacionados	28
4.1	Quadro Ações desempenhadas pelo Professor, Aluno e Arquitetura (Ação Interna)	30
6.1	Tabela quantidade tipos de conteúdos/tópico	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GPS Global Position System

LOM Learning Object Metadata

QoE Qualidade de Experiência

QoS Qualidade de Serviço

RFID Radio Frequency Identification

TIMS Tecnologias de Informação e Comunicação Móveis e Sem Fio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	ANÁLISE DE CONTEXTO	16
2.2	RECOMENDAÇÃO DE CONTEÚDOS	17
2.3	ESTILOS DE APRENDIZAGEM	19
2.4	QUALIDADE DE EXPERIÊNCIA	20
2.5	MOBILE LEARNING	21
3	TRABALHOS RELACIONADOS	23
3.1	E-LORS	23
3.2	RECOMENDAÇÃO AUTOMÁTICA E DINÂMICA DE OBJETOS DE APREN- DIZAGEM	23
3.3	U-SEA: SISTEMA DE ENSINO ADAPTADO UBÍQUO	24
3.4	SISTEMA HIPERMÍDIA ADAPTATIVO EDUCACIONAL	25
3.5	MOBILE	25
3.6	SISTEMA DE APRENDIZAGEM UBÍQUA ADAPTATIVA	26
3.7	ARQUITETURA DE RECOMENDAÇÃO UBÍQUA DE CONTEÚDO	26
3.8	COMPARAÇÃO DAS PROPOSTAS	27
4	ARQUITETURA PROPOSTA	29
4.1	INTERAÇÃO DO PROFESSOR	30
4.2	INTERAÇÃO DO ALUNO	31
4.3	DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES	32
4.3.1	Componente Gerenciamento de Conteúdo.....	33
4.3.2	Componente Gerenciamento de Contexto	34
4.3.3	Componente Gerenciamento de Perfil.....	34
4.3.4	Recomendação de Conteúdo	36
4.3.5	Log das Interações.....	36

5	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	38
5.1	SISTEMA CALEARNINGDROID	38
5.2	SISTEMA CALEARNINGWS	40
5.3	SISTEMA CALEARNINGWEB	40
5.4	FUNCIONAMENTO DOS ALGORITMOS	42
5.4.1	Algoritmo Similarity.....	43
5.4.2	Algoritmo Throughput	44
5.4.3	Algoritmo Movement	45
5.4.4	Algoritmo Collaboration.....	45
5.4.5	Algoritmo LearnStyle.....	46
6	CENÁRIO DE TESTES.....	48
6.1	COLETA DOS DADOS	48
6.2	ANÁLISE DOS DADOS	49
7	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	53
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICES	59

1 INTRODUÇÃO

Recursos computacionais são amplamente utilizados em diversas áreas. A evolução destes recursos levam a um ambiente onde a computação está presente em quase todos os lugares, tornando seu uso cotidiano, principalmente com a evolução dos *smartphones* e da Internet. Conforme divulgado pela Anatel (2014), em 2013 o Brasil encerrou o ano com 271,1 milhões de acessos ao serviço móvel pessoal, cerca de 3,6% acima em relação a 2012. O advento do uso de dispositivos móveis está modificando a maneira como são acessados os sistemas de informação e criando oportunidades de utilização em diversas áreas (JÚNIOR et al., 2014).

Outro aspecto interessante dos dias atuais é a intensificação no uso de tecnologias na educação. Foi realizado um estudo sobre os resultados do uso de *notebooks* em sala de aula e chegaram aos seguintes resultados: maior aprendizado, maior autonomia (aprendizado individualizado), maior facilidade na realização de pesquisas, maior investigação empírica e aprendizado mais aprofundado (WILLIAMS; PENCE, 2011). Esta ideia é reforçada ao destacar que o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação Móveis e Sem Fio possibilita o acesso a qualquer tempo e lugar permitindo desta forma a ampliação da sala de aula (LIMA et al., 2014).

Apesar da enorme potencialidade em integrar dispositivos móveis e tecnologias para educação, uma pesquisa com professores no Brasil observou que poucos utilizam o celular com finalidade pedagógica e outra parcela sente dificuldade no seu uso em sala de aula (MATEUS; BRITO, 2011).

Utilizar dispositivos móveis no lugar dos tradicionais computadores de mesa gera uma gama de novas possibilidades e contextos educacionais, como acessar conteúdos a qualquer momento e lugar, fazer uso de GPS para recomendação de conteúdos de acordo com a localização do aluno, detecção de deslocamento permitindo desta forma recomendação de conteúdos adaptados conforme o tipo de deslocamento, informações de data e hora com a finalidade de conhecer quais dias e horários em que cada aluno prefere acessar os conteúdos. Toda essa tecnologia pode ser aliada ao ensino, aproveitando os recursos disponíveis para auxiliar no aprendizado dos alunos.

Mesmo com todas essas possibilidades tecnológicas, é importante frisar que o apren-

dizado deve ser considerado como a construção individual do conhecimento a partir de atividades de exploração, investigação e descoberta onde o aluno aprende os princípios através da análise do comportamento do sistema em experimentação (BARANAUSKAS et al., 1999).

Além do uso dessas tecnologias pode ser explorada a aprendizagem colaborativa, que envolve a possibilidade de recomendação de conteúdos pelos próprios alunos, na qual os participantes podem interagir entre eles para trocar experiências, conhecimentos, aprenderem uns com os outros, sendo que essas tecnologias voltadas para a educação devem ser utilizadas como suporte ao ensino e não como uma solução para o sucesso do aprendizado (BRITO et al., 2011).

Outro aspecto na potencialização do aprendizado, segundo Zaina et al. (2012), está na importância em determinar o estilo de aprendizagem dos alunos. Esse está relacionado nas estratégias de estudos em que os alunos adotam durante o ensino podendo variar de acordo com o momento e situação. Este estilo leva em consideração o relacionamento entre as dimensões e os conteúdos que são recomendados sendo que estão baseados no Modelo de Estilos de Aprendizagem de FELDER e SILVERMAN (1998). Esse modelo é dividido em quatro dimensões: percepção (concreto, abstrato), formato-apresentação (visual, verbal), participação do aluno (ativo, passivo), sequência (progressivo, visão geral).

A combinação desses recursos para fazer a análise do perfil e preferências do aluno resulta na recomendação de conteúdos customizados, permitindo dessa forma conteúdos mais próximos do estilo de cada aluno. A recomendação de conteúdos de acordo com o perfil do usuário permite uma melhor qualidade de experiência, pois é gerada uma expectativa do que é esperado pelo usuário de acordo com a interação com o sistema. No capítulo 6 (Cenário de Testes) é mostrado que esta expectativa não foi atingida em sua plenitude uma vez que nos testes não foram utilizados todos os estilos de aprendizagem.

No atual cenário, tão propenso ao uso de dispositivos móveis e técnicas de exploração de perfil do aluno, este trabalho apresenta uma arquitetura, chamada CALearning (*Context Aware Learning*), com o objetivo de recomendar conteúdos educacionais ao aluno levando em consideração seu contexto, aspectos colaborativos e estilo de aprendizagem, sendo o uso em conjunto dessas três técnicas (recomendação híbrida) a principal contribuição proposta nesta dissertação. Como prova de conceito, a arquitetura foi implementada baseada em três sistemas:

- CALearningDroid (*Context Aware Learning Android*): responsável pela interação do aluno com o sistema. O aplicativo permite que o aluno avalie conteúdos que foram recomendados a ele como relevantes e também permite que o mesmo recomende conteúdos para seus colegas de turma. Este sistema leva em consideração o contexto em que o aluno está inserido como o seu deslocamento e a taxa de transmissão de dados (qualidade de acesso da Internet).
- CALearningWeb (*Context Aware Learning Web*): responsável pela interação do professor com o sistema para poder disponibilizar conteúdos que estão disponíveis em locais diversos ou objetos de aprendizagem que serão recomendados aos alunos, como também avaliar conteúdos em que os próprios alunos recomendam.
- CALearningWS (*Context Aware Learning Web Service*): faz a comunicação com o CALearningDroid para receber e enviar conteúdos aos alunos, como também receber e analisar o contexto e o estilo de aprendizagem destes usuários.

O trabalho está organizado de forma a apresentar no capítulo 2 alguns conceitos importantes para o entendimento do trabalho. Já o capítulo 3 apresenta os trabalhos relacionados e como eles contribuíram para o trabalho. No capítulo 4 a arquitetura proposta é apresentada em detalhes. No capítulo 5 é apresentado o protótipo desenvolvido como prova de conceito e no capítulo seguinte os testes realizados para a validação da arquitetura. Por último, no capítulo 7, são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o desenvolvimento do trabalho proposto é necessária a apresentação de conceitos relativos a Análise de Contexto, Recomendação de Conteúdos e Estilos de Aprendizagem, Qualidade de Experiência e Mobile Learning. Nesse sentido, os subcapítulos a seguir descrevem tais conceitos.

2.1 ANÁLISE DE CONTEXTO

De acordo com Kronbauer e Santos (2013) contexto pode ser um conjunto de informações que afeta a execução de uma aplicação relacionada às pessoas, objetos, lugares, tempo e espaço em que a aplicação é utilizada. O uso de contexto influencia na interação dos usuários com as aplicações como por exemplo uma pessoa interagindo com um aplicativo móvel, sentada no sofá de sua casa terá diferentes interferências externas quando comparado à realização da mesma tarefa ao caminhar.

Silva et al. (2013) definem o contexto como sendo informações relativas às propriedades que se combinam para descrever e caracterizar uma entidade e seu papel de uma forma compreensível pelo computador. Estes mesmos autores destacam algumas informações de contextos como:

1. as diversas tarefas exigidas dos usuários;
2. disponibilidade de recursos (bateria, tamanho da tela);
3. situação física (nível de ruído, temperatura, luminosidade);
4. informação espacial (localização, velocidade);
5. informação temporal (hora, data).

Além dessas características de contextos esses mesmos autores destacam o uso de contextos de aprendizagem afim de fazer uma recomendação de conteúdos adaptados (este será discutido na seção 2.2). Saccol et al. (2011) afirmam que as diferentes TIMS, bem como os ambientes utilizados pelos usuários (tecnologias da Web 2.0 e Web 3D),

ambientes integradores, dentre outros, para agir e interagir com a finalidade na construção do conhecimento, fazem parte do contexto.

Huang et al. (2012) afirmam que adaptação do aluno e adaptação do dispositivo são considerados como dois fatores importantes para facilitar ambientes de aprendizagem móvel para alunos com várias habilidades e estilos de aprendizagem. Adaptação do aluno é definido como conteúdo para as habilidades e preferências individuais desses alunos. Adaptação de dispositivos é definido como adaptar automaticamente o conteúdo para as capacidades dos dispositivos de aprendizagem heterogêneos.

Esses conceitos foram utilizados pelo sub-componente chamado Análise de Contexto, que será explicado em 4.3.3, para servir de base para recomendação de conteúdos personalizados.

2.2 RECOMENDAÇÃO DE CONTEÚDOS

Sistemas de recomendação têm a finalidade de recomendar itens aos usuários de acordo com seus interesses ou preferências. Eles tornaram-se fundamentais em aplicações de comércio eletrônico e de acesso à informação, fornecendo sugestões que efetivamente direcionam os usuários aos itens que melhor atendam às suas necessidades e preferências. Exemplos de empresas que fazem uso de sistemas de recomendação são Amazon.com, Google e Coursera Inc.

De acordo com Burke (2002) sistema de recomendação é qualquer sistema que produz recomendações individualizadas e guia o usuário aos conteúdos úteis e de interesse. Segundo o mesmo autor os critérios de “individualizado” e “interesse e útil” são os que separam um sistema de recomendação de um sistema de recuperação de informação ou de pesquisa.

Garin et al. (2006) afirma que o objetivo dos sistemas de recomendação não é apenas retornar itens aos usuários através de uma formulação de consulta mas que o interesse por um determinado item possa ser previsto. Pois a tentativa de prever o que é mais adequado para o usuário é uma forma de tentar evitar a sobrecarga de informações. Segundo Silva et al. (2013) os alunos são expostos a uma grande quantidade de conteúdos educacionais, podendo levar um bom tempo para realizar escolhas difíceis. Tendo em vista que os estudantes estão em processo de formação, esses não estão aptos o suficiente para realizar tais escolhas. Dessa forma um sistema de recomendação pode suprir essa

limitação através da recomendação de conteúdos apropriados e tirando a responsabilidade de escolha do estudante.

Os autores Barragáns-Martínez et al. (2010), Silva et al. (2013), Campos et al. (2010) e Burke (2002) classificam os sistemas de recomendação em três grupos:

1. **Recomendação baseada em conteúdo:** realizada através de informações recuperadas do usuário (perfil, comportamento) e/ou do seu histórico de escolhas. Depende de descrições de itens e geram recomendações destes itens que são semelhantes aos que o usuário havia gostado no passado, sem depender diretamente das preferências de outros usuários. Um problema que pode surgir é o chamado *cold-start* que é causado por usuários novatos no sistema que não tenham feito quaisquer classificações dificultando a análise do seu perfil;
2. **Recomendação colaborativa:** tenta identificar grupos de pessoas com gostos semelhantes aos do usuário e recomendar itens que estes grupos gostaram. Este tipo de recomendação gera novas recomendações baseadas em comparações entre usuários de mesmo perfil. Neste tipo de recomendação pode haver o problema chamado *grey-sheep* em que há dificuldades quando as classificações de um usuário específico não ajuda o sistema identificar um conjunto de usuários semelhantes;
3. **Recomendação híbrida:** efetua a recomendação através da aplicação das técnicas utilizadas pelas recomendações baseadas em conteúdo e colaborativa, de forma a atingir um maior número de possibilidades. Uma maneira de fazer uso destas duas recomendações é a utilização delas de forma separadas e fazer a classificação de um resultado com outro. Uma outra abordagem diferente consiste em usar as duas recomendações de forma única, combinando o conteúdo e os recursos de colaboração. Dessa forma a adoção de uma abordagem híbrida ameniza as limitações da recomendação baseada em conteúdo e por colaboração.

O tipo de recomendação adotada como proposta na dissertação será discutida na subseção 4.3.4.

2.3 ESTILOS DE APRENDIZAGEM

A recomendação de conteúdos adaptados de acordo com o dispositivo e ambiente em que se encontra o aluno são muito importantes para facilitar seu estudo e interatividade com o que foi recomendado. Outra questão que deve ser levada em consideração está relacionada ao formato desse conteúdo recomendado em função do estilo que o aluno adota para seus estudos. Os alunos possuem características individuais durante seu processo de aprendizagem, possuindo particularidades na organização de suas tarefas.

Segundo (ZAINA et al., 2012) a observação do estilo de aprendizagem do aluno é uma das maneiras de se identificar características que sejam relevantes para a adequada recomendação de conteúdo. Um estilo de aprendizagem pode determinar como um aluno interage e reage em um ambiente de aprendizagem eletrônica (*e-learning*) refletindo suas preferências reais. Valaski et al. (2011) afirmam a importância da recomendação de conteúdos de acordo com o estilo de aprendizagem do aluno, pois desta forma a recomendação será feita através das preferências e necessidades do aluno.

Em uma revisão bibliográfica feita por Valaski et al. (2011), dos vários modelos de estilos de aprendizagem existentes o mais utilizado é o de Felder e Silverman seguido pelo modelo de Kolb. Algumas justificativas para isso podem ser a sua disponibilidade gratuita na internet e a adequação melhor de suas escalas às características dos materiais de aprendizagem. O modelo de Kolb é definido de acordo com duas escalas: experiência concreta ou conceitualização abstrata e experimentação ativa ou observação reflexiva (CARNEIRO et al., 2013). Já o modelo definido por Felder e Silverman são separados em quatro dimensões de aprendizagem como mostrado na Tabela 2.1.

Uma das formas para traçar o estilo de aprendizagem do aluno é feita através da aplicação de um questionário com 44 questões que foi desenvolvido por Felder e Soloman chamado de *Index of Learning Styles Questionnaire* (ILS)¹, sendo que cada dimensão é representada por 11 questões com duas opções de respostas “a” ou “b”. De acordo com Felder e Spurlin (2005), para análise estatística é conveniente usar um método de pontuação que conta as respostas “a”, de modo que uma nota de uma dimensão deve ser um número inteiro entre 0 e 11. Utilizando a dimensão Participação como um exemplo, 0 ou 1 resposta “a” representaria uma forte preferência para a aprendizagem reflexiva, 2 ou 3 representaria uma preferência moderada para reflexivo, 4 ou 5 uma preferência leve

¹<http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>

Tabela 2.1: Dimensões do modelo de Felder e Silverman

Dimensão	Características	Estilo de Aprendizagem	Método de Ensino
Percepção	Está relacionada em como o aluno recebe o conteúdo; tipos de exercícios, por exemplo	Sensorial	Concreto
		Intuitivo	Abstrato
Apresentação	Está relacionado à forma como o conteúdo é apresentado; tipos de mídias, por exemplo.	Visual	Visual
		Auditivo	Verbal
Participação	Representa o quanto o aluno gosta o de participar das atividades; por exemplo, se possui liderança, ou se prefere refletir mais tempo sobre um dado assunto.	Ativo	Ativo
		Reflexivo	Passivo
Organização	Determina como deve ser a ordem de apresentação de um conteúdo. O aluno sequencial prefere que as informações sejam apresentadas de forma progressiva. Já o global prefere ter uma visão do todo, dos objetivos, para então visualizar as partes.	Sequencial	Progressivo
		Global	Visão Geral

Fonte: Zaina et al. (2012)

para reflexivo, 6 ou 7 uma preferência leve para uma aprendizagem ativa, 8 ou 9 uma preferência moderada para ativa, e 10 ou 11 uma forte preferência para aprendizagem ativa.

Outra forma de traçar o estilo de aprendizagem é através de mecanismos de monitoramento em um ambiente de aprendizagem durante a interação do aluno. Uma relação entre as dimensões de preferência e os objetos de aprendizagem são usados para construir automaticamente os cenários de aprendizagem de acordo com o perfil de aprendizagem do aluno. Zaina e Bressan (2008) propuseram uma arquitetura que faz a classificação do perfil de aprendizagem do aluno baseado na interação com um ambiente de aprendizagem.

A forma como foi traçado o estilo de aprendizagem do aluno será discutida na subseção 4.3.3.

2.4 QUALIDADE DE EXPERIÊNCIA

QoE pode ser definida como as características das sensações, percepções e opiniões das pessoas de acordo com suas interações em um ambiente (PATRICK et al., 2004). Essas

características podem ter valores diferentes como, por exemplo, na transmissão de vídeo na rede onde uma alta latência não afeta a QoE para serviços de vídeo sob demanda mas pode influenciar em aplicações interativas como teleconferência.

Outra definição sobre QoE é a aceitação geral de uma aplicação ou serviço percebida subjetivamente pelo usuário final (KISHIGAMI, 2007). A QoE surgiu para suprir uma lacuna que a QoS promove pois em aplicações multimídia, por exemplo, a QoS leva em consideração a qualidade da transmissão na rede deixando de lado a qualidade percebida pelo usuário (OLIVEIRA, 2011).

De acordo com OLIVEIRA (2011) existem duas abordagens na QoE:

- Abordagem subjetiva: é o processo no qual a avaliação é feita por seres humanos. Sendo que esta avaliação depende de alguns fatores como o próprio humor e experiência do avaliador no momento da avaliação.
- Abordagem objetiva: essa abordagem faz uso de algoritmos como processo de avaliação na tentativa de modelar a percepção humana. Dependendo do que for avaliada o desenvolvimento do algoritmo pode ter uma certa complexidade.

Para o trabalho proposto nesta dissertação foi utilizada a abordagem subjetiva para avaliar se os conteúdos que foram recomendados eram o esperado pelos alunos. Esse levantamento foi feito através de um questionário aplicado após os testes realizados com alguns alunos que será mostrado no Capítulo 6.

2.5 MOBILE LEARNING

Segundo Wu et al. (2012), Mobile Learning (M-Learning) é definida como o uso de dispositivos móveis para o acesso a dados e comunicação fazendo uso de comunicação sem fio. Ozdamli e Cavus (2011) afirmam que M-Learning deve permitir ao aluno obter conteúdos educacionais em qualquer lugar e a qualquer hora fazendo uso de comunicação sem fio, eliminando dessa forma barreiras geográficas e provendo um ambiente de aprendizagem colaborativo.

Esses autores definiram cinco elementos básicos para o M-Learning que são: professor, aluno, conteúdo, ambiente e avaliação. O papel do professor está relacionado em aumentar a motivação dos alunos, organizar atividades para apoiar a colaboração entre

grupos. O papel do aluno está relacionado no acesso aos conteúdos quando necessário, ser responsável pelo próprio aprendizado, criar e compartilhar novas informações, aprender com seus pares de forma colaborativa, como também fazer uso de estilos de aprendizagem. O conteúdo deve ser variado de acordo com a necessidade pedagógica do aluno. Em relação ao ambiente, este deve permitir a interação entre aluno-aluno e aluno-professor. A avaliação deve ajudar o aluno a esclarecer suas dúvidas em relação ao conteúdo e deve prover um *feedback* rápido para que possa julgar o quanto aprendeu sobre o conteúdo.

Quando é estudado o uso de dispositivos móveis voltados para a educação, principalmente levando em consideração a vantagem de ter acesso a conteúdos em qualquer lugar, não pode ser deixado de lado a questão da computação ubíqua. Segundo Saccol et al. (2011) a computação ubíqua não está restrita apenas à mobilidade, mas na existência de diversos computadores interconectados através de redes sem fio, fazendo uso de protocolos de comunicação para troca de dados entre diferentes dispositivos. Além disso é incluído o uso de sensores, melhorando a interface computacional através da “ciência” do ambiente em seu entorno e do usuário.

Segundo os mesmos autores, com o uso destas tecnologias na educação surge um conceito chamado Aprendizado Ubíquo (U-Learning) que envolve todos os processos de aprendizagem apoiados pelas diversas tecnologias da informação e comunicação, que incluem mobilidade e comunicação sem fio, mas que não se limita apenas a elas. No U-Learning, pode solicitar conteúdos de acordo com o seu contexto como, também, receber avisos, alertas, conteúdos sem qualquer solicitação explícita através de um sistema “inteligente” que analisa seu perfil.

As ideias de interação entre aluno-aluno, aluno-professor e contexto serão discutidas no Capítulo 4.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Existem várias propostas de sistemas e arquiteturas, que podem ser encontradas na literatura, com a finalidade em fazer recomendação levando em consideração a análise do perfil e contexto do usuário. Sendo assim este capítulo relaciona os trabalhos que fazem recomendações de conteúdos educacionais e que, de alguma forma, estão relacionados com a proposta da arquitetura CALearning, mostrada no capítulo 4, que tem por objetivo a recomendação de conteúdos adaptados ao perfil, contexto e colaboração do aluno.

3.1 E-LORS

Em Zaina et al. (2012) foi proposta uma metodologia chamada e-Lors para a recomendação de conteúdo eletrônico baseada no relacionamento entre perfis e objetos de aprendizagem. Estes perfis foram baseados no modelo de Estilos de Aprendizagem de FELDER e SILVERMAN (1998). A forma como foi traçado o perfil do aluno foi feita através da adoção de um sistema classificador de perfis como proposto por Zaina e Bressan (2008). Usando a monitoração das interações do estudante é feita, então, a comparação de suas atividades com modelos de perfis previamente elaborados. Esses modelos estão representados na 3.1 que mostra o relacionamento entre os objetos de aprendizagem e as dimensões de preferências. Após um período de observação o classificador de perfis compara o comportamento observado com os modelos de perfil, determinando para cada dimensão de preferência a classificação do aluno. A recomendação de objetos é realizada confrontando-se as informações do tema de estudo a ser apresentado ao aluno, o perfil de aprendizagem do aluno, e as possíveis restrições tecnológicas que caracterizam o ambiente eletrônico em que o aluno interage.

3.2 RECOMENDAÇÃO AUTOMÁTICA E DINÂMICA DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Carvalho et al. (2014) desenvolveram um modelo computacional que relaciona, de forma automática, o mapeamento de características de estilos de aprendizagem em metadados de objetos de aprendizagem (LOM) para recomendação automática e dinâmica de con-

Tabela 3.1: Relacionamento entre campos do LOM e as dimensões de preferências

Campo LOM	Perfil de Aprendizagem	Característica do Perfil	Dimensão de Preferência
Tipo de Interatividade	Ativo	Sensorial	Percepção
	Expositivo	Intuitivo	
Tipo de recurso de aprendizagem	Figura, vídeo, filme, entre outros	Visual	Apresentação
	Texto, som, entre outros	Auditivo	
	Exercício prático, experimento, entre outros	Ativo	Participação
	Questionário e leitura de textos	Reflexivo	

Fonte: Zaina et al. (2012)

teúdos. Foi utilizado um modelo probabilístico de estilos de aprendizagem para que possa levar em consideração as incertezas relacionadas às preferências do estudante no processo de recomendação de conteúdos. Foi realizada uma análise do padrão LOM destacando os campos mais relevantes em relação às características do modelo de estilos de aprendizagem. A próxima etapa é definir o estilo de aprendizagem do aluno de forma probabilística e em seguida calcular a distância entre o perfil do aluno com as características dos objetos de aprendizagem para fazer a recomendação.

3.3 U-SEA: SISTEMA DE ENSINO ADAPTADO UBÍQUO

Piovesan et al. (2011) propuseram a adaptação do Ambiente de Aprendizagem Virtual Moodle e do Módulo Mle-Moodle ao contexto computacional chamado U-SEA. O objetivo específico do desenvolvimento do U-SEA é proporcionar um ambiente adaptativo tanto para computadores *desktops* quanto para dispositivos móveis proporcionando um ambiente adequado ao contexto computacional do estudante, através da adaptação do conteúdo e da interface disponibilizada, de acordo com a velocidade de conexão. Seu funcionamento é de modo transparente ao usuário, quando o aluno entra no ambiente, este não apresenta nenhuma modificação aparente, tendo assim características de um software u-learning. Quando o aluno acessar o curso, o sistema verifica sua velocidade de conexão e disponibiliza os materiais que estão adequados para o uso de acordo com o *throughput* de rede identificado.

3.4 SISTEMA HIPERMÍDIA ADAPTATIVO EDUCACIONAL

Um Sistema Hipermídia Adaptativo foi proposto pelos autores Carneiro et al. (2013) que levaram em consideração a utilização de Estilos de Aprendizagem para o processo de adaptação de conteúdo. Para a construção do estilo de aprendizagem do aluno foi utilizado o questionário Felder-Silverman que contém 44 questões e o classifica em quatro dimensões cognitivas (Percepção, Entrada, Processamento e Entendimento). Após traçado o seu estilo é calculado quantos por cento de cada dimensão representa o estilo de aprendizagem predominante do aluno. Por exemplo, um aluno que possuir na dimensão de Entrada 64% visual e 36% para o estilo verbal, o mecanismo adaptativo proposto utiliza uma roleta de probabilidade para decidir qual tipo de conteúdo será exibido ao aluno, baseando-se em seu estilo. Caso o número sorteado na roleta for inferior ao valor da porcentagem referente à preferência em uma dada dimensão, será apresentado um conteúdo com características do estilo de aprendizagem dominante, enquanto que sorteado um valor superior ao valor do estilo, é selecionado um conteúdo do estilo de aprendizagem não dominante.

3.5 MOBILE

Silva et al. (2013) propuseram um ambiente de aprendizagem móvel chamado MobiLE para fornecer conteúdos educacionais adequados às características do contexto no qual os alunos se encontram. Este ambiente faz uso de:

1. Objetos de Aprendizagem (OAs): entidade material educacional, digital ou não, que pode ser usada para aprendizagem, educação ou treinamento que possuem quatro propriedades principais que são reusabilidade, acessibilidade, interoperabilidade e durabilidade.
2. Ontologias: especifica um conhecimento a respeito de um determinado domínio de conhecimento (são formas de representar o conhecimento de um dado domínio).
3. Agentes de Software: entidades de software autônomas que percebem seu ambiente por meio de sensores e que atuam sobre esse ambiente.
4. Algoritmo Genético: de forma bem sucinta tenta resolver problemas para os quais não existem algoritmos conhecidos, gerando uma população inicial e, de acordo com

critérios de avaliação, selecionando os melhores indivíduos dessa população, que servirão como solução para o problema ou, caso contrário, serão combinados para obter uma nova geração.

Os estudantes informam algumas características de seu perfil como local e hora do dia preferidos para o estudo, sua área de interesse, entre outras. Desta forma os agentes de software monitoram as atividades dos estudantes e analisam seus perfis e seus históricos de escolha de OAs. Após estas análises é utilizado um algoritmo genético para a recomendação dos OAs adequados ao contexto do estudante. O uso de algoritmo genético é justificada pela alta complexidade do problema de recomendação, o que pode denegrir o desempenho do agente de software quando o número de OAs for suficientemente grande. Neste caso, um algoritmo genético viabiliza a busca por uma solução próxima da ótima.

3.6 SISTEMA DE APRENDIZAGEM UBÍQUA ADAPTATIVA

Wang e Wu (2011) propuseram um Sistema de Aprendizagem Ubíqua Adaptativa que faz recomendação de conteúdos personalizados e sensíveis ao contexto. O experimento foi realizado em um Museu Nacional de Ciência Natural para recomendação de conteúdos na área da botânica. O aluno utiliza o leitor de RFID do seu *smartphone* para que o sistema detecte automaticamente objetos de aprendizagem sensíveis ao seu contexto. Para definir o perfil do aluno foram levados em consideração três etapas:

1. Seleção do conteúdo que o aluno teve interesse
2. Guardar o conteúdo selecionado em sua “mochila virtual”
3. Leitura do conteúdo (foi considerado leitura o fato de acessar/entrar no conteúdo)

Após calculada a preferência (perfil) do aluno, foi utilizado o cálculo de similaridade para definir os conteúdos com maior nível de semelhança e fazer a recomendação destes.

3.7 ARQUITETURA DE RECOMENDAÇÃO UBÍQUA DE CONTEÚDO

Ferreira et al. (2013) propuseram uma arquitetura de recomendação ubíqua de conteúdo, chamado UbiGroup, para grupos de alunos. Seu objetivo é recomendar objetos de aprendizagem considerando de forma integrada os perfis dos alunos e o contexto onde eles estão inseridos. Esta arquitetura é composta por cinco agentes de software que são:

1. O Agente Apoio Pedagógico: é o responsável por obter as informações do aluno e de informá-lo sobre novas recomendações
2. O Agente Gestor de Perfis: mantém atualizados os perfis dos alunos e gera a similaridade entre eles
3. O Agente Gestor de Contextos: gerencia os contextos
4. O Agente Recomendador: mantém as regras de recomendação
5. O Agente Comunicador: efetua a comunicação com os repositórios de objetos de aprendizagem

As informações principais para gerar a recomendação são o contexto e o agrupamento de perfis dos alunos. Sendo que a primeira etapa é a análise dos perfis contidos no contexto, identifica quais são os perfis mais representativos para o grupo, por meio do grau de similaridade entre os alunos, e, com isso toma estes como base na consulta aos objetos de aprendizagem.

3.8 COMPARAÇÃO DAS PROPOSTAS

A Tabela 3.2 apresenta um comparativo entre os trabalhos relacionados e a arquitetura proposta nesta dissertação. Os parâmetros utilizados foram os citados nesta dissertação como também foram inseridos parâmetros considerados relevantes para a arquitetura proposta como informações de contexto (Contexto), uso de Estilo de Aprendizagem (EA), Recomendação de Conteúdos de acordo com o Estilo de Aprendizagem ou Contexto (RC), uso de Repositórios de Objetos de Aprendizagem ou Repositórios Diversos, classificação Automática ou Manual dos conteúdos em relação ao estilo de aprendizagem que se aplica (Class), uso de Aplicativos Residentes (AR) que necessita de aplicações previamente instaladas (leitor de PDF, SMS, etc), Aplicativo para *smartphone* ou Web Site (App/Web).

Pelo comparativo apresentado na Tabela 3.2 é possível visualizar que as soluções apresentadas pelos autores citados não utilizam em sua totalidade os conceitos apresentados nesta dissertação. A arquitetura proposta procura combinar a análise do perfil (estilo de aprendizagem) do aluno e os recursos de contexto que um sistema ubíquo oferece (GPS, rede sem fio), como também a colaboração entre os alunos, para fazer uma recomendação de conteúdos educacionais mais personalizado.

Tabela 3.2: Quadro Comparativo entre os Trabalhos Relacionados

	Contexto	EA	RC	Repositório	Class	AR
Piovesan et al. (2011)	Sim	Não	Contexto	Diversos	—	—
Carneiro et al. (2013)	Não	Sim	EA	Diversos	Manual	—
Silva et al. (2013)	Sim	Não	Contexto	OA	—	Sim
(ZAINA et al., 2012)	Não	Sim	EA	OA	Manual	—
Wang e Wu (2011)	Sim	Não	Contexto	OA	—	Sim
Ferreira et al. (2013)	Sim	Não	Contexto	OA	—	Sim
Carvalho et al. (2014)	Não	Sim	EA	OA	Auto	Não

A CALearning procura fazer uso tanto de repositórios de objetos de aprendizagem quanto de qualquer outro local público em que estão disponibilizados conteúdos na Internet. Dessa forma aumenta a quantidade de conteúdos disponíveis que possam ser recomendados.

Um ponto negativo da arquitetura proposta é a associação dos conteúdos recomendados aos alunos com os estilos de aprendizagem, feita de forma manual pelo professor, ao contrário do processo automatizado proposto por Carvalho et al. (2014) explicado na seção 3.2. Outro ponto negativo é que a arquitetura depende de outras aplicações pré-existentes no dispositivo, como leitor de PDF e reproduzidor de vídeo. Esta situação limita atividades como dimensionar o quanto o aluno manipulou cada mídia (acesso parcial ou total ao conteúdo). Fato esse que pode ser importante numa abordagem relacionada ao consumo real da mídia.

4 ARQUITETURA PROPOSTA

Este capítulo está organizado de forma a apresentar inicialmente os aspectos gerais da arquitetura proposta, em seguida o processo de interação do professor (seção 4.1), do aluno (seção 4.2) com a mesma, e em sequencia a descrição de cada componente (seção 4.3).

A arquitetura proposta, chamada CALearning (Figura 4.1), reúne o uso dos principais conceitos para recomendação de conteúdos personalizados, como recomendação baseada em conteúdo, análise de estilo de aprendizagem, colaboração e contexto do aluno, que foram citados no Capítulo 3. O uso desses conceitos caracteriza a recomendação denominada híbrida. Essa arquitetura é dividida em 5 componentes: Gerenciamento de Contexto, Recomendação de Conteúdo, Gerenciamento de Perfil, Log das Interações e Gerenciamento de Conteúdo.

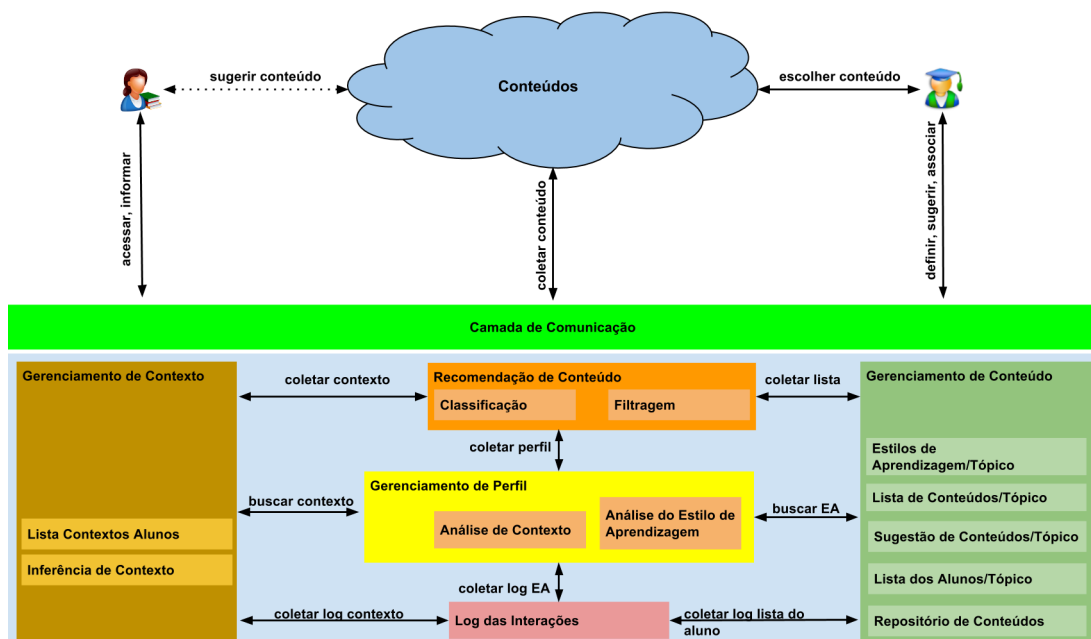


Figura 4.1: Arquitetura CALearning (REIS; BARRÉRE, 2014)

Para o correto funcionamento da arquitetura as seguintes informações já devem estar previamente disponibilizadas: (1) informações dos professores; (2) informações das disciplinas; (3) informações dos alunos; (4) relacionamentos entre professor, disciplinas e alunos; (5) os diferentes estilos de aprendizagem que serão analisados de acordo com o comportamento desses alunos. Na versão atual da implementação, essas informações

são cadastradas manualmente, mas elas podem ser obtidas, em uma implementação futura, através da integração com sistemas de gestão acadêmica ou plataformas de ensino à distância, por exemplo o Moodle².

A tabela 4.1 mostra as ações desempenhadas pelo Professor, Aluno e Arquitetura.

Tabela 4.1: Quadro Ações desempenhadas pelo Professor, Aluno e Arquitetura (Ação Interna)

Responsável	Ação desempenhada
Ação Interna	Analisar o contexto do aluno em relação ao seu deslocamento e qualidade de acesso à Internet
Ação Interna	Fazer filtragem baseada em conteúdo de acordo com o tópico (assunto) de interesse do aluno
Ação Interna	Classificar os conteúdos, de um determinado tópico, que foram melhores avaliados pelos alunos
Ação Interna	Definir o melhor estilo de aprendizagem que representa o comportamento do aluno de acordo com o consumo de conteúdos que foram recomendados
Ação Interna	Fazer a recomendação propriamente dita
Ação Interna	Armazenar os logs de interações do aluno
Professor	Disponibilizar conteúdos que serão recomendados
Professor	Associar estes conteúdos a um determinado tópico da disciplina
Professor	Associar os estilos de aprendizagem aos tópicos da disciplina, estilos que se tenha interesse em monitorar
Professor	Avaliar os conteúdos que os alunos compartilharam para possível recomendação
Aluno	Armazenar conteúdos de interesse que foram recomendados
Aluno	Avaliar esses conteúdos
Aluno	Compartilhar conteúdos

A seguir são mostradas as interações do professor e do aluno com a arquitetura CA-Learning para melhor entendimento.

4.1 INTERAÇÃO DO PROFESSOR

Inicialmente, após sua autenticação, o professor irá disponibilizar conteúdos, esses disponíveis na Internet, no subcomponente “Repositório de Conteúdos” que se encontra no componente “Gerenciamento de Conteúdo” através dos fluxos “escolher conteúdo” e “definir, sugerir, associar”. Após essa ação o professor irá associar esses conteúdos a cada tópico das disciplinas que ele ministra através do fluxo “definir, sugerir, associar” ao subcomponente “Sugestão de Conteúdos/Tópico”. Além dessa ação, o professor também definirá

²<http://moodle.org>

quais estilos de aprendizagem serão monitorados em cada tópico de sua disciplina, dessa forma ele tem a opção de associar os estilos através do fluxo “definir, sugerir, associar” no subcomponente “Estilos de Aprendizagem/Tópico”.

A arquitetura permite que o aluno recomende conteúdos em um determinado tópico. Dessa forma o professor tem a opção de avaliar estes conteúdos que foram recomendados no subcomponente “Sugestão de Conteúdos/Tópico” para que sejam recomendados para outros alunos da mesma turma. A Figura 4.2 mostra o fluxo de interação do professor com a arquitetura de forma simplificada.

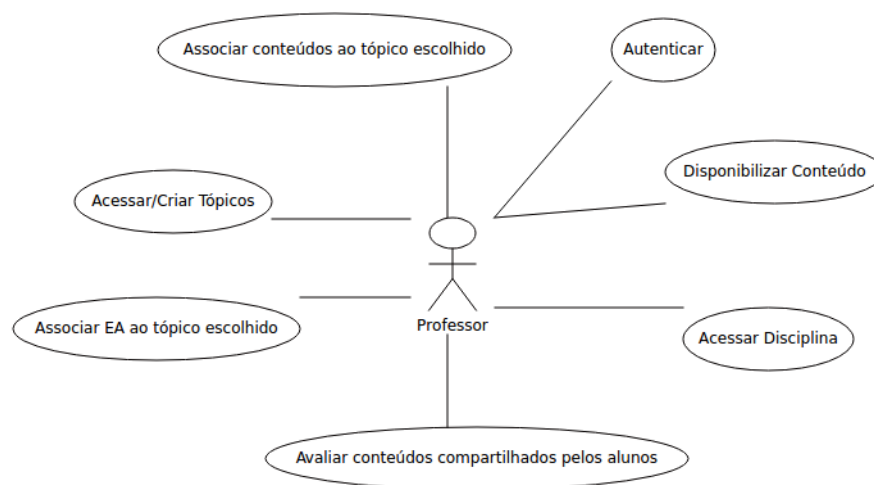


Figura 4.2: Diagrama caso de uso professor

4.2 INTERAÇÃO DO ALUNO

Após a autenticação do aluno, serão enviadas informações de contexto (qualidade de conexão com a Internet e deslocamento) através do fluxo “acessar, informar” ao subcomponente “Lista Contextos Alunos” que se encontra no componente “Gerenciamento de Contexto”. Após essa etapa serão disponibilizadas as disciplinas e seus respectivos tópicos. Caso seja o primeiro acesso do aluno, o componente “Gerenciamento de Perfil” irá determinar apenas o contexto do aluno para servir como base para a classificação dos conteúdos inicialmente recomendados, independente do estilo de aprendizagem. À medida em que o aluno começa a interagir com o ambiente e mostrar interesse em determinadas mídias, guardar conteúdos recomendados no subcomponente “Lista dos Alunos/Tópico” através do fluxo “acessar, informar”, a arquitetura monitora este comportamento e define o estilo de aprendizagem ideal para o aluno. Esse monitoramento é feito pelo subcomponente “Análise do

Estilo de Aprendizagem” através do fluxo “buscar EA” que recupera os conteúdos que o aluno guardou no subcomponente “Lista dos Alunos/Tópico”.

O próximo passo é a recomendação de conteúdos propriamente dita sob a responsabilidade do componente “Recomendação de Conteúdo”. O subcomponente “Filtragem” é responsável por gerar e coletar uma lista de conteúdos definidas no subcomponente “Lista de Conteúdos/Tópico”, que se encontra no componente “Gerenciamento de Conteúdo”, através do fluxo “coletar lista”. Essa filtragem é feita através da técnica chamada Recomendação Baseada em Conteúdo. Além dessa filtragem, o componente “Recomendação de Conteúdo” coleta o perfil do aluno através do fluxo “coletar perfil”. Após a coleta dessas informações o subcomponente “Classificação” ordena os conteúdos de acordo com o perfil do aluno e estilo de aprendizagem para fazer a recomendação dos itens na ordem em que melhor representa o seu comportamento.

O aluno também pode recomendar conteúdos que achar relevante para sua turma através dos fluxos “sugerir conteúdo” e “acessar, informar” que serão armazenados no subcomponente “Sugestão de Conteúdos/Tópico”, como também avaliar conteúdos que foram recomendados a ele. A Figura 4.3 mostra o fluxo de interação do aluno com a arquitetura de forma simplificada.

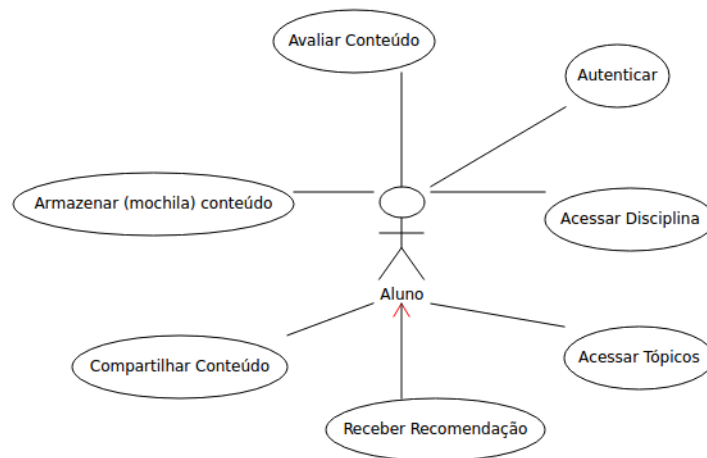


Figura 4.3: Diagrama caso de uso aluno

4.3 DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES

Esta seção descreve as ações de cada componente e subcomponentes definidos na arquitetura proposta.

4.3.1 COMPONENTE GERENCIAMENTO DE CONTEÚDO

Este componente é responsável por manipular os conteúdos que são sugeridos pelos professores e alunos, associar conteúdos a cada tópico de uma disciplina, armazenar os conteúdos que os alunos têm interesse em consumir como também guardar o estilo de aprendizagem que os alunos assumem em cada tópico. Ele é dividido em:

- Subcomponente Estilos de Aprendizagem/Tópico: Permite ao professor associar estilos de aprendizagem que considera ideais para cada tópico referente a uma disciplina. Esses estilos já devem estar previamente disponibilizados pela arquitetura.
- Subcomponente Lista de Conteúdos/Tópico: Responsável por criar uma lista de conteúdos, de forma automática, conforme o contexto do aluno e estilo de aprendizagem, caso o aluno possua esse último, para que esses conteúdos sejam recomendados a ele de acordo com seu perfil. Essa mesma lista pode ser utilizada como recomendação inicial em que todos os alunos, que não possuem um estilo de aprendizagem, recebam algum conteúdo. Isto é necessário para que no primeiro acesso do aluno já tenha uma lista de recomendação inicial.
- Subcomponente Sugestão de Conteúdos/Tópico: Recebe as sugestões de conteúdos do professor (fluxo “definir, sugerir, associar”) ou dos alunos (fluxo “acessar, informar”), este último, desde que seja aprovado pelo professor. Dessa forma a arquitetura permite que qualquer conteúdo indicado, posteriormente às listas de conteúdos iniciais criadas, possam ser associadas de forma automática às listas fazendo o uso do cálculo de proximidade como por exemplo Similaridade de Cossenos. Para fazer o cálculo de similaridade podem ser utilizadas informações como título do conteúdo, sua descrição, palavras-chave ou adicionar outras *tags* onde o professor define ser relevante. Cavalcanti et al. (2011) usaram Similaridade de Cosseno para detectar cola em provas escolares onde essa técnica é bastante utilizada em mineração de textos. Segundo Belém et al. (2010) o uso de *tags* pode melhorar a qualidade da informação disponível e a eficácia de diversos serviços de recuperação da informação.
- Subcomponente Lista dos Alunos/Tópico: Responsável por conter os conteúdos preferenciais de cada aluno (mochila do aluno) de cada tópico de uma disciplina. Esses conteúdos serão adicionados (fluxo “acessar, informar”) a essa lista de acordo

com a interação do aluno com os materiais que foram recomendados a ele. O aluno pode avaliar o conteúdo que está na sua lista para assim auxiliar na recomendação desses conteúdos.

- Subcomponente Repositório de Conteúdos: Esse subcomponente é responsável por armazenar conteúdos que estão disponíveis na Internet através de locais que disponibilizam publicamente conteúdos como Youtube³, repositórios de objetos de aprendizagem, página de instituições de ensino, página pessoal do professor, entre outros locais.

4.3.2 COMPONENTE GERENCIAMENTO DE CONTEXTO

Esse componente é responsável por gerenciar informações que caracterizam e descrevem situações em um determinado momento. Essas informações representam a disponibilidade de recursos utilizados pelo aluno (data, hora, localização, qualidade de conexão com a Internet, movimento). De acordo com Kronbauer e Santos (2013) as condições do usuário mudam a cada momento onde a relação entre contexto e usabilidade influenciam na interatividade com o dispositivo móvel. Ele está dividido em:

- Subcomponente Lista Contextos Alunos/Tópico: Ao acessar o sistema, serão enviadas informações de contexto (fluxo “acessar, informar”) que irão compor uma lista de contextos do aluno a um determinado tópico de uma disciplina. Como exemplo de informações de contexto utilizados na arquitetura são deslocamento e qualidade de acesso à Internet.
- Subcomponente Inferência de Contexto: Além dos contextos “brutos”, esse subcomponente é capaz de obter novos contextos a partir da análise das informações recebidas, como por exemplo, através da localização (GPS), inferir se o aluno está ou não na instituição de ensino. Dessa forma, dependendo da localização do aluno, conteúdos referentes àquele local/região podem ser priorizados na recomendação.

4.3.3 COMPONENTE GERENCIAMENTO DE PERFIL

Esse componente tem a função de analisar o contexto e o estilo de aprendizagem do aluno para gerar um resultado que servirá de base para a recomendação de conteúdos. Ele está

³<http://youtube.com>

divido em:

- Subcomponente Análise de Contexto: Responsável por buscar (fluxo “buscar contexto”) todo ou parte dos contextos informados pelo dispositivo do aluno. Com base nessas informações é possível verificar alguns contextos (em movimento, dentro da instituição de ensino, qualidade da conexão, etc.) e, a partir destas informações, permitir que o componente de “Recomendação de Conteúdos” possa indicar tipos de conteúdos (formato da mídia) mais adequados para aquele aluno. Segundo Lemos et al. (2012) a sensibilidade ao contexto é uma área bastante relevante que está sendo explorada para aumentar a eficiência e a usabilidade dos sistemas, principalmente os dispositivos móveis.
- Subcomponente Análise do Estilo de Aprendizagem: Zaina e Bressan (2008) afirmam a importância de identificar as características marcantes do aluno em conjunto com sua interação no ambiente de ensino com o objetivo de definir seu estilo de aprendizagem. Para traçar o estilo de aprendizagem do aluno, esse subcomponente monitora os conteúdos mais acessados por ele (fluxo “buscar EA”). Essa análise será feita verificando os conteúdos que o aluno acessou e dessa forma permite calcular sua correspondência através de características relevantes associadas aos estilos de aprendizagem existentes no sistema. Esses estilos existentes contém características de conteúdos ideais para cada estilo, características essas que serão analisadas nos conteúdos consumidos pelos alunos para definir um estilo de aprendizagem mais próximo ao seu comportamento. De acordo com Wang e Wu (2011) é possível calcular a preferência do aluno de acordo com seu comportamento em relação a interação com os conteúdos. O motivo pelo qual levou o uso do monitoramento está relacionado ao fato dos *smartphones* possuírem uma tela menor em comparação aos computadores pessoais, limitando assim sua interatividade caso fosse aplicado um questionário de 44 questões como proposto por Felder e Soloman. Outro motivo está relacionado ao tamanho do questionário, pois isto pode desmotivar o aluno a responder de forma precisa o questionário, levando a uma análise imprecisa do seu estilo. Carneiro et al. (2013) aplicaram o questionário em um grupo de usuários onde estes consideraram muito longo porém direto e de fácil entendimento.

4.3.4 RECOMENDAÇÃO DE CONTEÚDO

Este componente é responsável por coletar as informações de contexto (fluxo “coletar contexto”) e perfil (fluxo “coletar perfil”) dos alunos para poder analisar e recomendar conteúdos personalizados às necessidades deles. Este componente está dividido em:

- Subcomponente Filtragem: Este subcomponente tem a função de buscar (fluxo “coletar lista”) conteúdos fazendo uso do cálculo de proximidade dos conteúdos existentes a um determinado tópico, gerando assim um conjunto L (correspondente ao subcomponente “Lista de Conteúdos/Tópico”) de possíveis conteúdos recomendáveis. Para fazer a recomendação foi utilizada a recomendação baseada em conteúdos. O motivo pelo qual levou a escolha desse tipo de recomendação foi devido ao fato dos conteúdos serem filtrados de acordo com o assunto em que estão inseridos e esses conteúdos filtrados sejam classificados de acordo com o contexto e estilo de aprendizagem do aluno.
- Subcomponente Classificação: Em cima do conjunto L gerado pelo subcomponente Filtragem, o subcomponente Classificação será responsável por classificar L baseado no contexto do aluno gerando um conjunto chamado L'. Outra classificação que será feita levará em consideração os conteúdos melhores avaliados pelos alunos, gerando assim o conjunto chamado L". Após esta classificação este conjunto será ordenado de acordo com o estilo de aprendizagem do aluno (caso ele tenha) formando assim um conjunto chamado R (os conteúdos mais adequados estarão no topo deste conjunto) estando pronto para ser recomendado.

4.3.5 LOG DAS INTERAÇÕES

Este componente possui a função de coletar algumas informações durante a interação do aluno para fazer análise dos horários em que o aluno consumiu conteúdo, se consumiu mais conteúdo em movimento ou parado, se houve troca de estilo de aprendizagem em um mesmo tópico de uma disciplina.

O fluxo “coletar log contexto” é responsável por recuperar todas as condições de acesso à Internet (qualidade de conexão) e deslocamento do aluno. O fluxo “coletar log EA” tem a função de buscar todos os estilos de aprendizagem assumidos pelo aluno, sendo que o fluxo “coletar log lista do aluno” busca todos os conteúdos consumidos por ele. Ou-

tras informações que este componente armazena são datas e horários para poder analisar o momento de maior consumo de conteúdos durante o dia, como também justificar os momentos onde o aluno consumiu conteúdo em movimento ou parado.

5 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Como prova de conceito da arquitetura proposta, foram desenvolvidos três sistemas CALearningWeb (sistema web de interação com o professor), CALearningDroid (sistema *mobile* de interação com o aluno) e CALearningWS (responsável pela comunicação com o CALearningDroid).

5.1 SISTEMA CALEARNINGDROID

Sistema desenvolvido para a plataforma Android que tem por objetivo fazer a interação com o aluno para fornecer conteúdos educacionais de acordo com o seu perfil.

Ao executar o aplicativo será utilizada a conta cadastrada no *smartphone* para autenticar o aluno no sistema. Após essa autenticação serão inicializados dois serviços, executados em *background*, que monitoram o deslocamento do aluno e a taxa de transmissão (velocidade da conexão) enviando estas informações a cada instante ao sistema CALearningWS para manter atualizado o seu contexto. O envio das informações da taxa de transmissão é feito a cada cinco minutos e do deslocamento é feito a cada mudança de *status* de movimentação do aluno.

Em seguida o aplicativo disponibiliza as disciplinas em que o aluno está matriculado e os tópicos abordados em cada uma delas. Ao acessar um determinado tópico de uma disciplina os conteúdos serão disponibilizados de acordo com o perfil do aluno, levando em consideração seu estilo de aprendizagem, contexto e os conteúdos avaliados pelos próprios colegas de turma, tudo previamente calculado no sistema CALearningWS.

Outro recurso disponível no aplicativo é a possibilidade do aluno guardar (salvar a referência) os conteúdos que tem interesse em consumir na sua “mochila” (subcomponente Lista do Aluno/Tópico). Assim ele pode avaliar se o conteúdo é interessante (gostou ou não gostou) além de permitir que a aplicação CALearningWS defina seu estilo de aprendizado de acordo com os conteúdos em sua mochila.

É possível também o próprio aluno recomendar conteúdos aos seus colegas de turma, promovendo dessa forma a colaboração entre eles. Todos os conteúdos que o próprio aluno recomenda devem ser analisados previamente pelo professor da disciplina, os conteúdos sendo aprovados estarão disponíveis para recomendação.

As Figuras 5.1 (conteúdos que foram recomendados ao aluno de acordo com seu perfil e contexto) e 5.2 (conteúdos que o aluno tem interesse em consumir e avaliar) mostram as telas de recomendação feita ao aluno e sua lista de preferências de conteúdos (mochila do aluno).

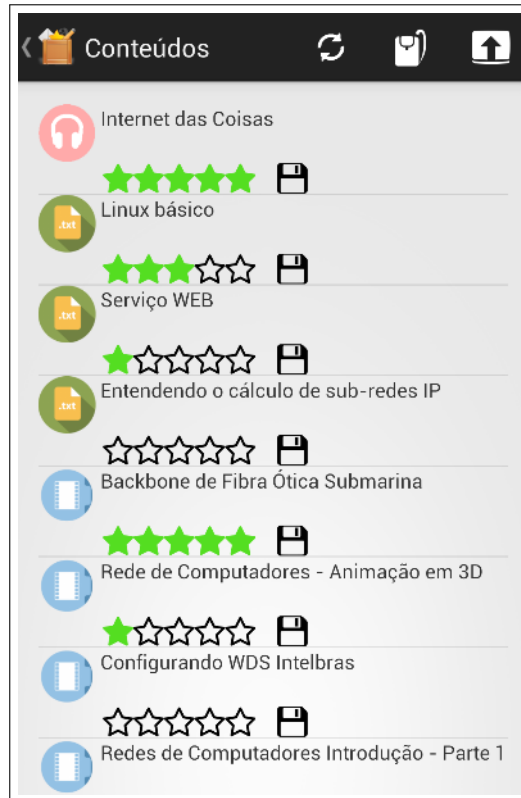


Figura 5.1: Recomendação de conteúdos feita ao aluno



Figura 5.2: Mochila do aluno

O aplicativo foi desenvolvido para a plataforma Android, fazendo uso da API Level 15 (Android 4.0.3) e das seguintes bibliotecas:

- Google-Http-Client para requisições Http com o objetivo em fazer *download* de

conteúdos recomendados e analisar o tipo do conteúdo recomendado

- Ksoap2-Android-Assembly 3.3.0 para comunicar com o componente CALearningWS via Web Service
- Json 20120521 para enviar e receber dados ao componente CALearningWS

No Apêndice A é mostrada a interação do aluno com o aplicativo, pelo ponto de vista da interface do sistema.

5.2 SISTEMA CALEARNINGWS

Sistema responsável por receber as requisições do aluno, traçar seu perfil e recomendar conteúdos. Ao receber a listagem de conteúdos da mochila do aluno, o sistema executa o algoritmo que define o estilo de aprendizagem mais provável do aluno e dessa forma busca (algoritmo Similarity) todos os conteúdos relacionados ao tópico que o aluno escolheu classificando estes conteúdos através dos algoritmos Throughput, Movement, Collaboration e LearnStyle. Após essa classificação, os conteúdos são enviados ao sistema CALearningDroid.

Foi utilizada linguagem Java 6.0 para o desenvolvimento da aplicação com as seguintes bibliotecas:

- Lucene-Core 3.0.0 para fazer o cálculo de similaridade dos conteúdos baseado em suas palavras-chave
- Json 1.1.1 para receber e enviar dados ao sistema CALearningDroid
- MySQL-Connector 5.1.34 para fazer a comunicação com o banco de dados MySQL

5.3 SISTEMA CALEARNINGWEB

Esse sistema é responsável em promover a interação com o professor. Após fazer autenticação no sistema, serão disponibilizadas as disciplinas que o professor ministra permitindo a criação de tópicos para cada uma delas. Após a criação desses tópicos, o professor pode escolher quais estilos de aprendizagem serão explorados.

É permitido ao professor associar conteúdos que estão disponíveis em qualquer local público da Internet (como Youtube) informando título, tipo de conteúdo (texto, áudio,

vídeo, imagem), palavras-chave e a URL do conteúdo. O sistema permite também o cadastro de objetos de aprendizagem informando apenas a URL dos metadados do objeto para fazer a análise e extrair as informações necessárias para o cadastro do conteúdo que será recomendado (em específico foram utilizados os portais Repositório OBAA⁴ e o Banco Internacional de Objetos Educacionais⁵). Como os alunos podem recomendar conteúdos a um determinado tópico da disciplina, o CALearningWeb permite o professor visualizar esse conteúdo (fazer avaliação) e decidir pela aprovação ou desaprovação (caso seja aprovado o conteúdo automaticamente estará disponível para recomendação).

Na listagem dos conteúdos por tópico, o professor poderá visualizar a quantidade de alunos que gostaram de um determinado conteúdo. Essa quantidade irá influenciar na classificação dos conteúdos que forem recomendados aos alunos.

A seguir são apresentadas algumas telas da aplicação para cadastro de conteúdos diversos e objetos de aprendizagem (Figuras 5.3 e 5.4) como também avaliação dos conteúdos recomendados pelos alunos (Figura 5.5).

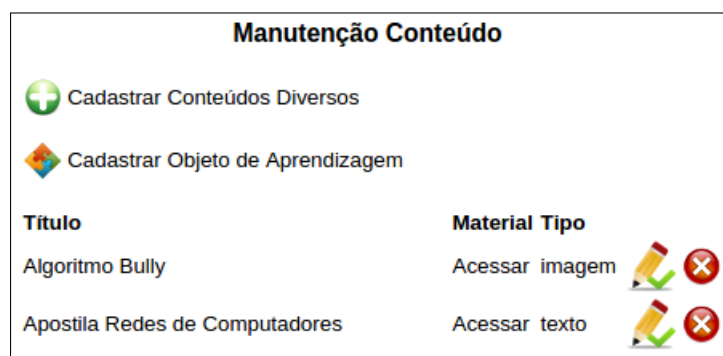


Figura 5.3: Cadastro de conteúdos Diversos ou Objetos de Aprendizagem

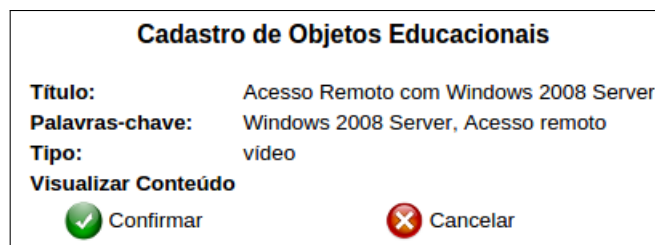


Figura 5.4: Cadastro de Objetos de Aprendizagem

Para o desenvolvimento da aplicação foi utilizada a linguagem Java 6.0, JSP, HTML fazendo uso das seguintes bibliotecas:

⁴<http://repositorio.portalobaa.org/>

⁵<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>




Manutenção Lista de Conteúdos (Redes de Computadores - Prática em Redes)				
Título	Avaliação	Material	Usuário	
Linux básico	3	Acessar	ghenri@gmail.com	
Rede de Computadores - Animação em 3D	1	Acessar	backup.ifgnu@gmail.com	
Serviço WEB	1	Acessar	ghenri@gmail.com	

Figura 5.5: Avaliação de Conteúdos

- Google OAuth 1.19.0 para fazer autenticação (utilizando contas do Google) no sistema
- Json 1.1.1 para analisar os dados de usuário logado pelo sistema através das contas do Google
- Jsoap 1.8.2 para analisar os sites que armazenam Objetos de Aprendizagem e fazer a extração dos dados necessários para o cadastro destes objetos no sistema
- HttpClient 4.0.1 para fazer requisições Http com o objetivo de obter o tipo e tamanho dos conteúdos que estão sendo cadastrados no sistema
- MySQL-Connector 5.1.34 para fazer a comunicação com o banco de dados MySQL

No apêndice B é mostrada a interação do professor com o sistema, pelo ponto de vista da interface do sistema.

5.4 FUNCIONAMENTO DOS ALGORITMOS

Este subcapítulo descreve o funcionamento geral do algoritmo de recomendação de conteúdos e o funcionamento de cada algoritmo executado pelo algoritmo principal. Esses algoritmos foram utilizados na implementação dos sistemas como prova de conceito.

Quando o sistema recebe a requisição do aluno, informando o tópico de interesse de uma determinada disciplina e o contexto (deslocamento e taxa de transmissão), o algoritmo busca todos os conteúdos relacionados à disciplina que está em carga e que já foram ministradas. Logo em seguida o algoritmo concatena as palavras-chave do tópico escolhido que servirão para o cálculo de similaridade. Concatenada as palavras-chave o algoritmo Similarity é executado formando assim uma lista L com conteúdos de assuntos similares.

Após o cálculo de similaridade a lista L é submetida a uma nova classificação em relação à taxa de transmissão, sendo os conteúdos classificados em ordem do menor tempo de *download* para o maior tempo, gerando uma lista chamada L' . Gerada esta nova lista, L' passa pela classificação de movimentação para verificar se o aluno está em deslocamento ou está parado. Caso o aluno esteja parado será gerada uma lista chamada LE sem sofrer alteração alguma na ordem dos conteúdos. Caso contrário L' será classificada na seguinte ordem: no topo da lista os conteúdos do tipo áudio, depois vídeo, logo em seguida imagem e por último texto gerando assim uma lista chamada LE . Em seguida LE será classificada pelo algoritmo Collaboration criando uma nova lista chamada LE' .

Caso o aluno não possua estilo de aprendizagem (não tem conteúdo em sua mochila), a lista LE' é recomendada a ele. Essa recomendação é chamada de recomendação inicial levando em consideração apenas o contexto do aluno e avaliações dos conteúdos feitas por seus colegas de turma. Mas caso o aluno possua algum conteúdo em sua mochila o algoritmo LearnStyle é executado para gerar seu estilo de aprendizagem e classificar LE' gerando uma nova lista denominada LE'' que será recomendada ao aluno.

Dessa forma caso a recomendação passe por todos os algoritmos de classificação a lista inicial estará classificada da seguinte forma: primeiro pela ordem do estilo de aprendizagem que melhor representa o perfil do aluno, sendo que dentro deste estilo os conteúdos estarão na ordem dos melhores classificados pela turma no tópico específico, mantendo a ordem do contexto do usuário em relação ao deslocamento/não deslocamento seguido da taxa de transmissão. Caso o aluno não possua estilo de aprendizagem a ordem dos conteúdos será semelhante com exceção da classificação do algoritmo LearnStyle. A Figura 5.6 mostra o fluxograma de funcionamento do algoritmo de recomendação de conteúdos.

5.4.1 ALGORITMO SIMILARITY

Tem a função de buscar itens de mesmo conteúdo baseados nas palavras-chave, fazendo dessa forma a Filtragem Baseada em Conteúdos.

Funcionamento: o algoritmo recebe as palavras-chave dos conteúdos que estão relacionados a um tópico de uma determinada disciplina juntamente com uma lista de todos os conteúdos dessa disciplina que está sendo e que já foi ministrada. Feito isto o algoritmo cria índices dessa lista para fazer o cálculo de similaridade. Em seguida o algoritmo busca todos os conteúdos que estão relacionados com as palavras-chave recebidas inicialmente,

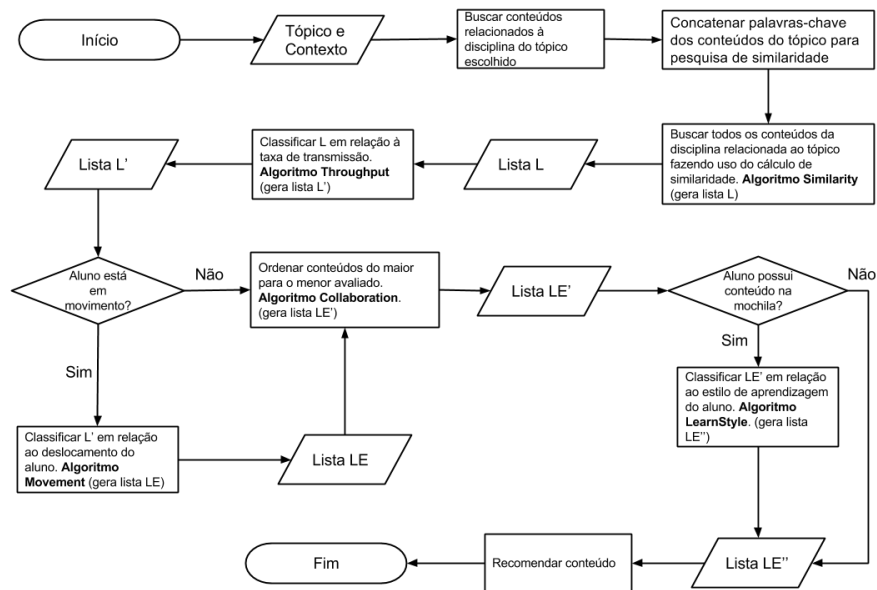


Figura 5.6: Fluxograma Algoritmo de Recomendação de Conteúdos

criando dessa forma uma lista com conteúdos relacionados às palavras-chave. Após gerar essa lista o algoritmo retorna o resultado gerado. A Figura 5.7 mostra o fluxograma de funcionamento do algoritmo Similarity.

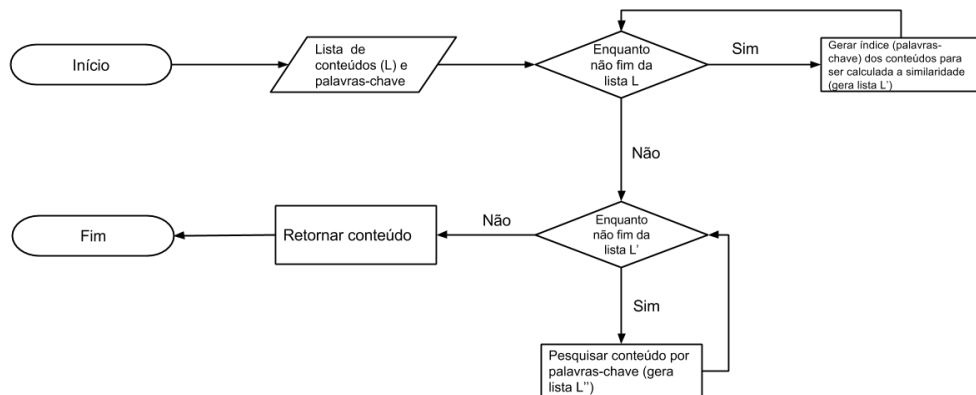


Figura 5.7: Fluxograma Algoritmo Similarity

5.4.2 ALGORITMO THROUGHPUT

Esse algoritmo é responsável por fazer o cálculo do tempo de *download* de cada conteúdo e classificar esses do menor ao maior tempo de transferência.

Funcionamento: o algoritmo recebe uma lista de conteúdos e a taxa de transmissão (contexto). Faz a análise do tamanho de cada conteúdo da lista para calcular o tempo de *download* de acordo com a taxa de transmissão. Este tempo calculado será o peso associado ao conteúdo sendo utilizado como base para a classificação do mesmo. Após a

classificação dos conteúdos em função do tempo de *download* a lista gerada é retornada para quem executou o algoritmo. A Figura 5.8 mostra o fluxograma de funcionamento do algoritmo Throughput.

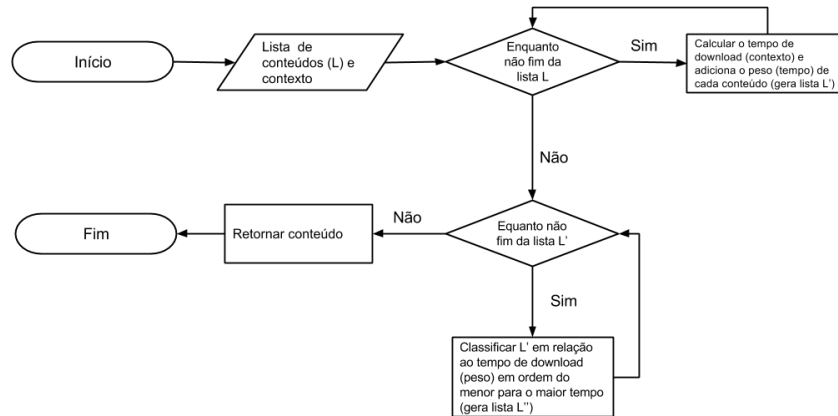


Figura 5.8: Fluxograma Algoritmo Throughput

5.4.3 ALGORITMO MOVEMENT

Algoritmo responsável por determinar se o aluno está em movimento ou parado. Sendo assim os conteúdos serão classificados de acordo com o contexto do aluno relacionado ao seu deslocamento.

Funcionamento: o algoritmo recebe uma lista de conteúdos e informações sobre seu deslocamento (contexto) e analisa cada tipo de conteúdo (texto, imagem, vídeo ou áudio). O aluno estando em movimento os conteúdos receberão pesos com os seguintes valores: peso 4 (áudio), peso 3 (vídeo), peso 2 (imagem) e peso 1 (texto). Desta forma os conteúdos serão classificados do maior para o menor peso. Caso o aluno não esteja em movimento a lista recebida pelo algoritmo não sofre alteração. A Figura 5.9 mostra o fluxograma de funcionamento do algoritmo Movement.

5.4.4 ALGORITMO COLLABORATION

Esse algoritmo tem a responsabilidade de ordenar os conteúdos que foram melhores classificados pelos alunos para serem recomendados.

Funcionamento: o algoritmo recebe uma lista de conteúdos com a quantidade de avaliações (positivas) de cada conteúdo e estes são ordenados na sequência decrescente da

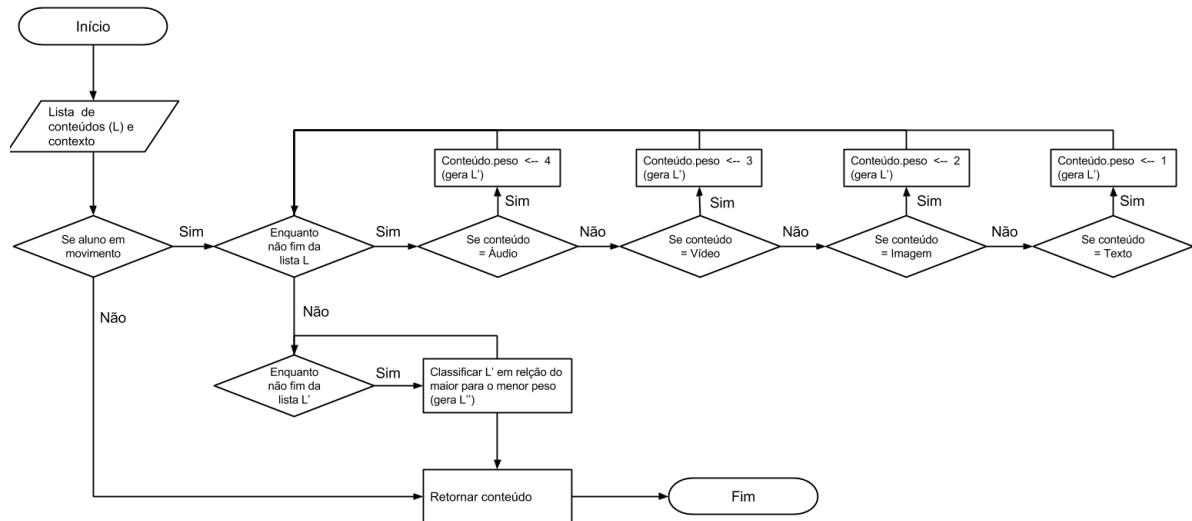


Figura 5.9: Fluxograma Algoritmo Movement

avaliação. A Figura 5.10 mostra o fluxograma de funcionamento do algoritmo Collaboration.

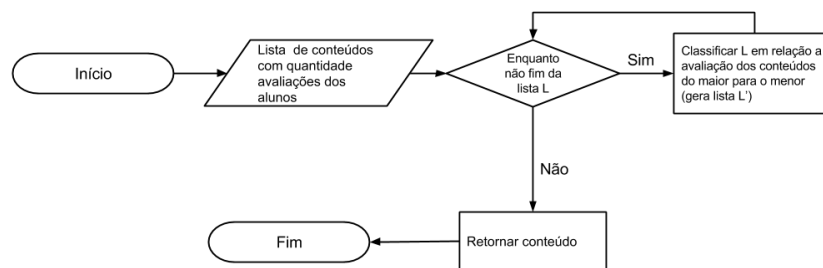


Figura 5.10: Fluxograma Algoritmo Collaboration

5.4.5 ALGORITMO LEARNSTYLE

Tem a finalidade de definir o estilo de aprendizagem mais provável que representa o comportamento do aluno. À medida em que o aluno interage com o aplicativo (consumindo conteúdos recomendados) o algoritmo vai definindo o seu estilo de acordo com os tipos de conteúdos consumidos.

Funcionamento: o algoritmo recebe uma lista de conteúdos do aluno (mochila de conteúdos) e uma lista de estilos de aprendizagem que possuem as características observáveis. O algoritmo percorre as duas listas comparando cada conteúdo com cada estilo de aprendizagem verificando qual conteúdo equivale a estas características observáveis. Sendo positiva a comparação a distância deste estilo é somado com valor zero, caso seja negativa a distância é somada com valor um. A equação (5.1) representa a soma da distância de

cada estilo. Após o cálculo, o estilo de aprendizagem que tiver o menor valor da distância será o estilo que melhor representa o comportamento do aluno. Sendo assim, o algoritmo recebe uma lista de conteúdos (vinda do algoritmo Collaboration), concatena as características observáveis do estilo de aprendizagem do aluno e atribui peso zero para o conteúdo que possui a mesma característica do estilo e peso um para o caso contrário. Logo em seguida o algoritmo classifica essa lista em ordem decrescente onde os conteúdos que representam o estilo de aprendizagem do aluno estarão no topo da lista. A Figura 5.11 mostra o fluxograma de funcionamento do algoritmo LearnStyle.

$$DT(LE) = \sum_{k=1}^N VCO \quad (5.1)$$

DT = Distância Total

LE = Lista de Estilos de Aprendizagem analisados

K = Característica Observada

N = Quantidade de Características Observadas

VCO = Valor Característica Observada (sendo 0 ou 1)

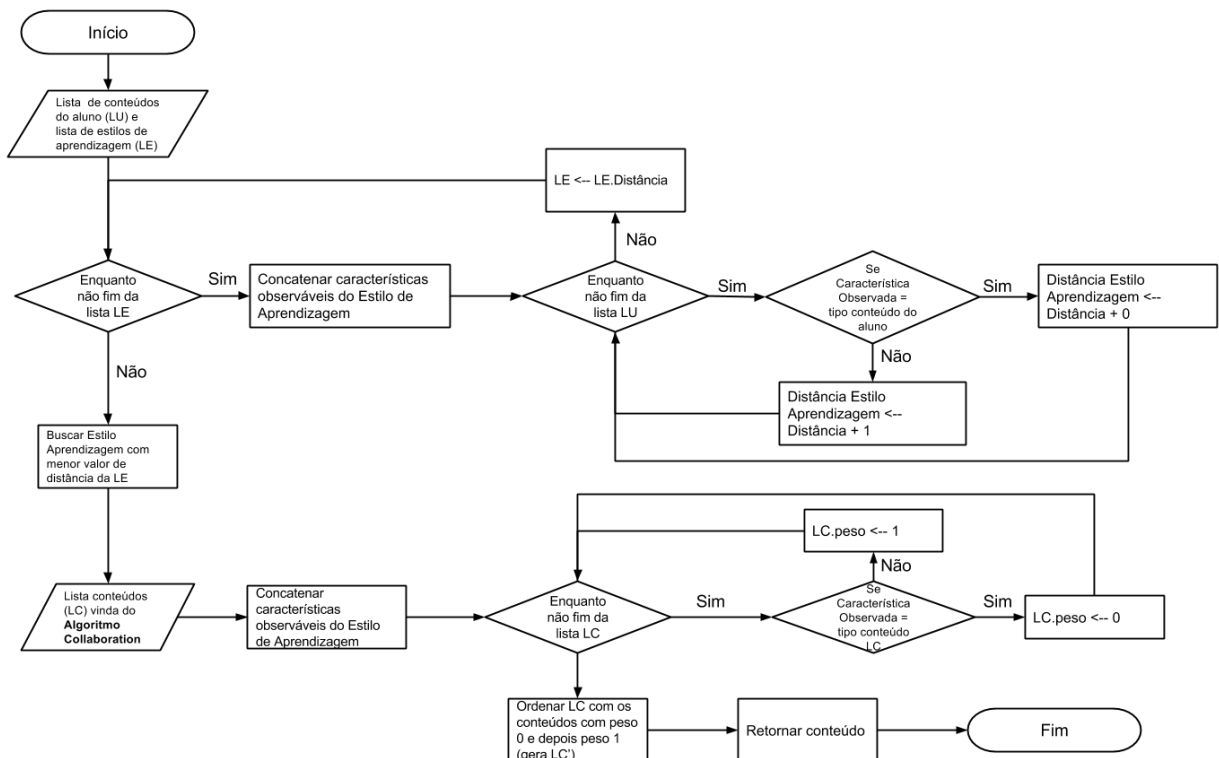


Figura 5.11: Fluxograma Algoritmo LearnStyle

6 CENÁRIO DE TESTES

Para validar a arquitetura proposta foram feitos testes com os alunos de duas turmas de uma Instituição Federal de Ensino. Uma turma foi do curso Técnico em Informática com a disciplina Redes de Computadores e a outra turma foi do curso Bacharelado em Ciência da Computação com a disciplina Sistemas Paralelos e Distribuídos, totalizando 25 alunos voluntários que fizeram uso do aplicativo durante os testes.

A metodologia adotada foi baseada na simulação de uma situação real, na qual o professor recomendaria um conjunto de conteúdos para sua turma e a dinâmica de acesso ao material recomendado e a recomendação por pares ocorreria livremente, mesmo aplicando o teste em um tempo de duração reduzido (somente um mês e não um semestre letivo todo).

Foi apresentado aos alunos o sistema CALearningDroid, suas funcionalidades e a instalação do mesmo em seus *smartphones*. Após a explicação, os alunos fizeram uso do aplicativo consumindo, avaliando e compartilhando conteúdos.

6.1 COLETA DOS DADOS

Para fazer o levantamento dos dados, foram coletadas informações de duas formas:

1. Monitoramento de Logs: durante o uso do aplicativo pelos alunos foram armazenadas informações da interação com objetivo de verificar os picos de acesso ao sistema, os estilos de aprendizagem assumidos pelos alunos, como também a troca de estilos, os contextos em que os alunos estavam inseridos além da avaliação dos conteúdos recomendados e a recomendação de conteúdos feitos pelos próprios alunos.
2. Uso de questionário: foi aplicado um questionário aos alunos no final dos testes com o objetivo de validar a importância da recomendação de conteúdos personalizados, validar o contexto dos alunos (o porque dos alunos consumirem mais conteúdos em movimento ou parado), a influência do compartilhamento de conteúdos pelos próprios alunos no aprendizado deles, se a recomendação de conteúdos pelos colegas torna o uso do aplicativo interessante, como também se a própria recomendação

dos conteúdos pelo sistema traduzem o perfil que os alunos assumem durante a sua interação com o aplicativo.

6.2 ANÁLISE DOS DADOS

Durante os testes foi constatado que o maior pico de acesso foram nos dias da semana segunda e terça no turno da tarde. Isso se deve pelo fato das disciplinas que foram utilizadas para os testes serem ministradas nesses mesmos dias da semana e no mesmo turno dos maiores acessos. A Figura 6.1, Figura 6.2 e Figura 6.3 mostram esses picos.

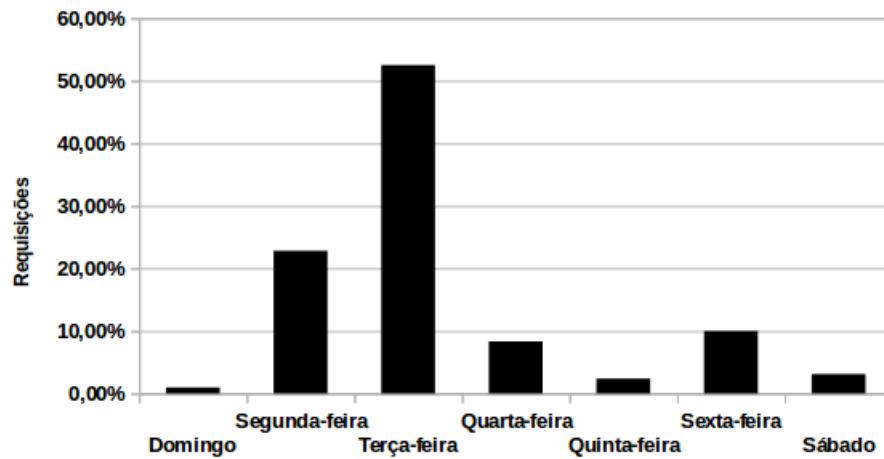


Figura 6.1: Requisições por Dia da Semana

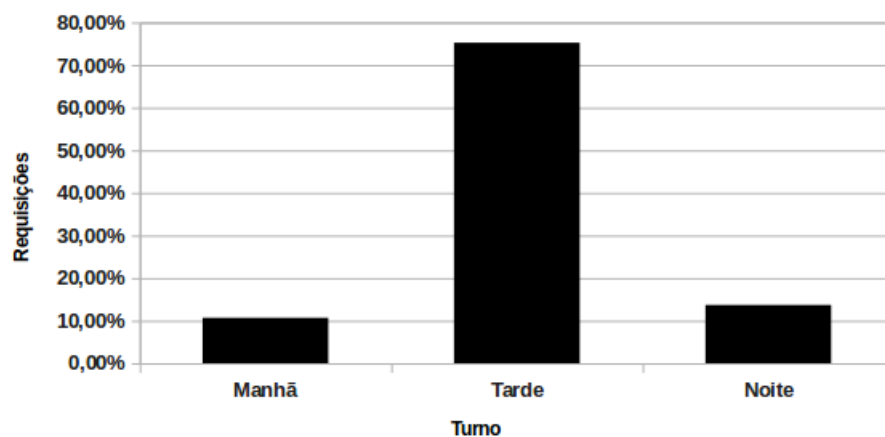


Figura 6.2: Requisições por Turno

Outra análise está relacionada à quantidade de conteúdos disponibilizados com a quantidade de conteúdos consumidos como é mostrado na Figura 6.4. Essa quantidade de conteúdos disponibilizados pode influenciar no estilo de aprendizagem que será adotado

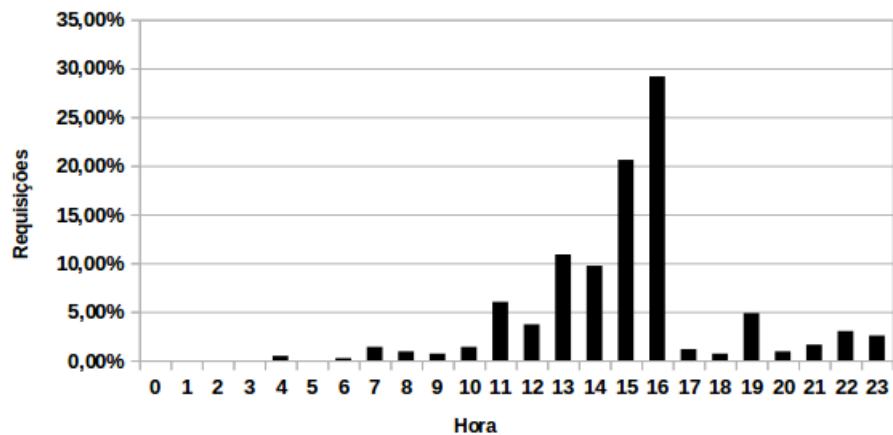


Figura 6.3: Requisições por Hora

pelos alunos. Em média foram disponibilizados 8 conteúdos para cada tópico com uma média de 7 conteúdos consumidos (guardado na mochila) pelos alunos da graduação e 2 conteúdos consumidos pelos alunos do técnico. A maior quantidade de tipos consumidos está relacionada à quantidade maior de conteúdos disponibilizados que são texto e vídeo. Esta influência pode ser mostrada na Figura 6.5 onde a maioria dos alunos, em torno de 62,5%, assumiram o estilo de aprendizagem Verbal-Abstrato, estilo esse em que os alunos tem preferência em consumir conteúdos do tipo texto e áudio. A tabela 6.1 mostra a quantidade dos tipos de conteúdos disponibilizados em cada tópico.

Tabela 6.1: Tabela quantidade tipos de conteúdos/tópico

Tópico	Texto	Áudio	Vídeo	Imagem
Introdução - Redes de Computadores	4	2	4	0
Prática - Redes de Computadores	6	0	3	1
Segurança - Redes de Computadores	0	2	2	0
Comunicação entre Processos	7	0	5	1
Introdução Sistemas Distribuídos	3	0	3	1
Sistemas de Arquivos Distribuídos	2	0	0	1
Algoritmos Distribuídos	8	0	5	0

Fazendo uma análise na disciplina Sistemas Paralelos e Distribuídos, em específico no tópico Comunicação entre Processos, 55% dos alunos adotaram o estilo de aprendizagem Verbal-Abstrato mas mesmo assim houveram 63% de avaliações positivas dos conteúdos relacionados ao estilo de aprendizagem Visual-Concreto. Dessa forma podemos supor que mesmo o aluno tendo um estilo principal, ele pode fazer uso de conteúdos de outro estilo de aprendizagem como apoio aos seus estudos.

O fato de 96% dos alunos acharem que a participação deles na recomendação de

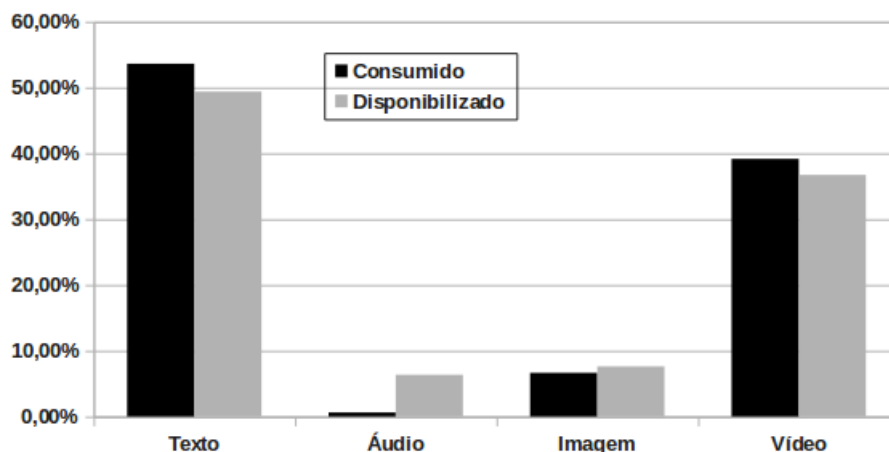


Figura 6.4: Conteúdos disponibilizados/Conteúdos consumidos

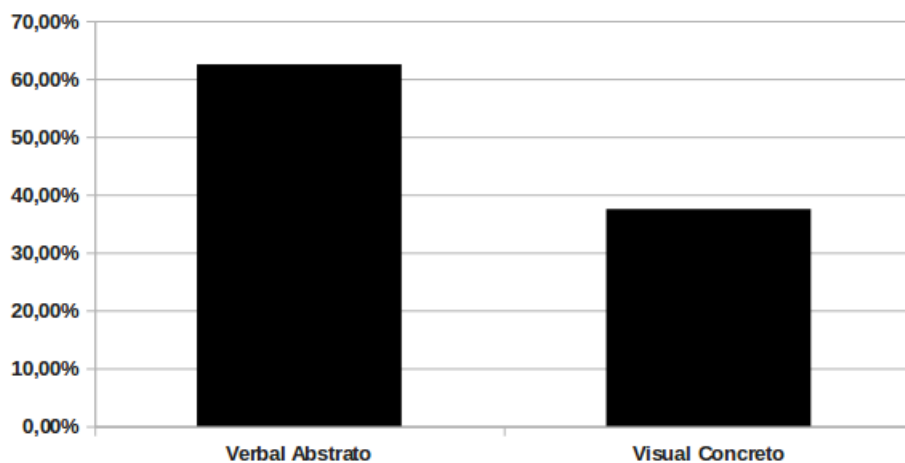


Figura 6.5: Estilos de Aprendizagem assumidos pelos alunos

conteúdos deixa a interação no aplicativo mais interessante, na prática o que foi observado durante os testes foi a pouca participação dos alunos em relação a eles mesmos poderem recomendar conteúdos entre os colegas da turma. Talvez esse comportamento pode ser explicado pelo fato de existir uma expectativa, em partes pelos alunos, por uma pedagogia tradicional onde eles se sentem inseguros e ansiosos quando são retiradas as soluções oferecidas pelos professores (DIAS et al., 2013).

Outro levantamento feito está relacionado aos tipos de dispositivos (*Smartphone, Tablet, Notebook e Desktop[PC]*) utilizados para acessar a Internet sendo que 76% dos alunos fazem uso do *smartphone* para esse tipo de acesso. O uso desse dispositivo pela maioria dos alunos vem comprovar a importância da utilização desse equipamento no auxílio da aprendizagem dos mesmos.

Apesar de 56% dos alunos possuírem planos de acesso a Internet pelo *smartphone*

apenas 2 alunos fizeram uso do aplicativo durante seus deslocamentos. O motivo pela baixa adesão está relacionado ao alto consumo de energia quando se faz uso combinado de GPS e acesso a dados (3G/4G).

Em relação à recomendação de conteúdos foi feito levantamento se a ordem dos tipos de conteúdos (áudio, vídeo, texto e imagem) traduz o tipo de preferência do aluno após sua interação com o aplicativo e perfil traçado. Cerca de 52% dos alunos disseram que às vezes a ordem refletia o esperado contra 48% afirmaram que a ordem sempre era o esperado como é mostrado na Figura 6.5.

Segundo relatos dos alunos, a ordem nem sempre era o esperado por eles terem preferência de consumirem mais conteúdos do tipo vídeo e áudio e que esses viessem recomendados no topo da lista. Dessa forma podemos afirmar a importância do uso de outros estilos de aprendizagem para tentar alcançar a maioria dos estilos que os alunos utilizam para os seus aprendizados.

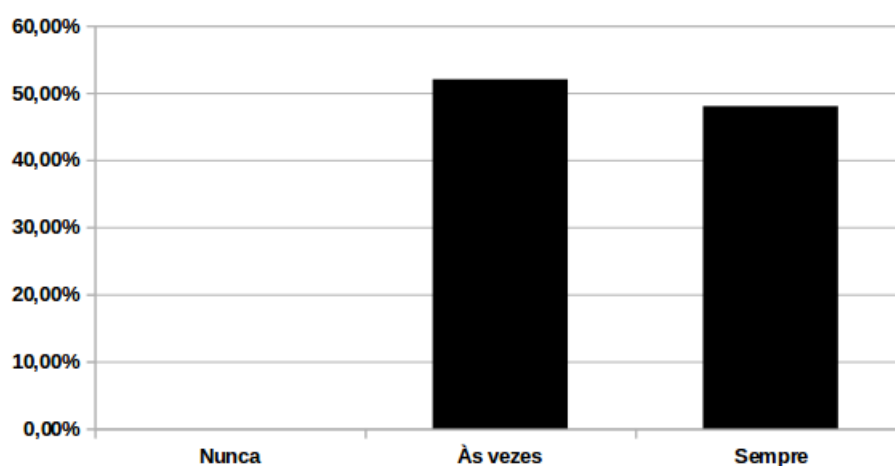


Figura 6.6: Representação da ordem dos conteúdos de acordo com o Estilo de Aprendizagem

Foi feito um levantamento quanto à viabilização do aprendizado do aluno através do uso do aplicativo sendo que 88% afirmaram que viabiliza muito contra 22% afirmaram que viabiliza pouco (Figura 6.6). Podemos supor que este grupo de alunos que afirmaram o uso do aplicativo ajudar pouco no aprendizado está atrelado à recomendação de várias fontes de conteúdos ao contrário do que esperam ser recomendado um único conteúdo que abrange todas as informações necessárias para os estudos.

7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A utilização de dispositivos móveis aumentou a demanda por consumo de informações, principalmente o seu uso na escola, onde o professor tenha condições de utilizar este recurso como um aliado ao ensino.

Este trabalho propõe uma arquitetura que reúne as principais características para um sistema de aprendizado móvel, como promover a colaboração entre os alunos (recomendação e avaliação de conteúdos) e fazer recomendação de conteúdos de acordo com seu estilo de aprendizagem e preferências do usuário. Além disso, a arquitetura faz uso de informações de contexto para recomendar conteúdos adaptados de acordo com as características de acesso à Internet (taxa de transmissão) e deslocamento do aluno durante sua interação com o aplicativo.

Diante da arquitetura proposta e do desenvolvimento de um sistema como prova de conceito é possível chegar às seguintes conclusões:

- Mesmo o aluno tendo um estilo de aprendizagem definido, o mesmo pode fazer uso de conteúdos de outro estilo para complementar seus estudos. Isto é mostrado na disciplina Sistemas Paralelos e Distribuídos, em específico no tópico Comunicação entre Processos, 55% dos alunos adotaram o estilo de aprendizagem Verbal-Abstrado mas mesmo assim houveram 63% de avaliações positivas dos conteúdos relacionados ao estilo de aprendizagem Visual-Concreto;
- A importância de traçar um maior número de estilos de aprendizagem para tentar contemplar, em sua totalidade ou quase totalidade, os perfis dos alunos para uma recomendação personalizada, pois nos testes foram traçados apenas dois perfis refletindo dessa forma a opinião de 52% dos alunos ao afirmarem que a ordem das recomendações às vezes refletiam a preferência deles;
- Promover a colaboração por parte dos alunos pressupõe a viabilização do aprendizado do aluno ao recomendar e avaliar conteúdo sendo que 96% dos alunos afirmam importante a sua participação na recomendação onde é reforçado pela aceitação de 88% dos alunos ao afirmarem que o aplicativo viabiliza seu aprendizado.

Um ponto negativo, observado durante os testes, foi a pouca participação dos alunos

em relação ao fato deles poderem recomendar conteúdos para a própria turma. Mesmo assim os resultados obtidos pelos testes realizados mostraram a viabilidade da proposta apresentada neste trabalho.

Como contribuição deste trabalho podem ser destacadas:

- junção das principais tecnologias utilizadas para recomendação de conteúdo (contexto, colaboração e estilo de aprendizagem) como discutido na seção 3.8 (Comparação das Propostas);
- a possibilidade do aluno poder assumir mais de um perfil em uma disciplina de acordo com a abordagem de cada tópico dessa disciplina.

Outros trabalhos podem expandir as ações realizadas até o presente momento, tais como:

- fazer testes contemplando outros estilos de aprendizagem como Ativo/Reflexivo (para representar o quanto o aluno gosta de participar das atividades), Sequencial/Global (determinar como deve ser a ordem de apresentação de um conteúdo);
- integração com uma plataforma de ensino, como por exemplo o Moodle, dessa forma poderá calcular melhor o perfil do usuário de acordo com sua evolução durante o curso;
- fazer o acompanhamento de uma turma, durante todo o período letivo, utilizando o sistema desenvolvido para verificar o quanto houve de contribuição para o aprendizado do aluno;
- fazer uso de localização como por exemplo inferir se o aluno está na instituição de ensino para recomendar determinados conteúdos;
- definir de forma automática os estilos em que os conteúdos serão incluídos, atualmente está sendo feito de forma manual pelo professor;
- utilizar questionário que avalie a motivação do aluno no uso do aplicativo como foi feito em Drumond et al. (2014).

REFERÊNCIAS

- ANATEL. **Relatório Anual 2013**, jan. 2014. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=312603&assuntoPublicacao=null&caminhoRel=null|&filtro=1&documentoPath=312603.pdf>.
- BARANAUSKAS, M. C. C.; ROCHA, H. d.; MARTINS, M. C.; D'ABREU, J. V. Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador. **Valente, JA O computador na sociedade do conhecimento. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.**
- BARRAGÁNS-MARTÍNEZ, A. B.; COSTA-MONTENEGRO, E.; BURGUILLO, J. C.; REY-LÓPEZ, M.; MIKIC-FONTE, F. A.; PELETEIRO, A. A hybrid content-based and item-based collaborative filtering approach to recommend tv programs enhanced with singular value decomposition. **Information Sciences**, Elsevier, v. 180, n. 22, p. 4290–4311, 2010.
- BELÉM, F.; MARTINS, E.; ALMEIDA, J.; GONÇALVES, M.; PAPPA, G. Recomendacao de tags a partir de métricas de qualidade de atributos textuais em aplicações da web 2.0. In: **Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Multimedia and the Web, WebMedia**, 2010. v. 10.
- BRITO, J. A.; FILHO, I. J.; CARVALHO, R. S.; MELO, R. M.; GOMES, A. S. Interfaces colaborativas para atividades assíncronas em fórum de discussão. In: **XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2011. v. 22, n. 1.
- BURKE, R. Hybrid recommender systems: Survey and experiments. **User modeling and user-adapted interaction**, Springer, v. 12, n. 4, p. 331–370, 2002.
- CAMPOS, L. M. D.; FERNÁNDEZ-LUNA, J. M.; HUETE, J. F.; RUEDA-MORALES, M. A. Combining content-based and collaborative recommendations: A hybrid approach based on bayesian networks. **International Journal of Approximate Reasoning**, Elsevier, v. 51, n. 7, p. 785–799, 2010.

- CARNEIRO, R. E.; GALLE, B. A.; NETO, F. B. L.; SILVEIRA, D. S. Sistema hipermídia adaptativo educacional baseado em estilos de aprendizagem. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2013. v. 24, n. 1.
- CARVALHO, V. C. de; DORÇA, F. A.; CATTELAN, R. G.; ARAÚJO, R. D. Uma abordagem para recomendação automática e dinâmica de objetos de aprendizagem baseada em estilos de aprendizagem. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2014. v. 25, n. 1, p. 1188–1197.
- CAVALCANTI, E. R.; CAVALCANTI, E. P.; PIRES, C. E.; COSTA, R. A.; CAVALCANTI, C. R. Detecção e avaliação de cola em provas escolares utilizando mineração de texto: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 19, n. 02, p. 56, 2011.
- DIAS, G. P. P.; SAUAIA, A. C. A.; YOSHIDA, H. T. Estilos de aprendizagem felder-silverman e o aprendizado com jogos de empresa. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, v. 53, n. 5, p. 469–484, 2013.
- DRUMOND, R.; BRANDAO, A.; SALLES, C. Wanda: A framework to develop card based games to help motivate programming students. In: IEEE. **Computer Games and Digital Entertainment (SBGAMES), 2014 Brazilian Symposium on**, 2014. p. 158–164.
- FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and teaching styles in engineering education. In: **Engineering Education**, 1998. v. 77, n. 7.
- FELDER, R. M.; SPURLIN, J. Applications, reliability and validity of the index of learning styles. **International journal of engineering education**, v. 21, n. 1, p. 103–112, 2005.
- FERREIRA, L. G. A.; BARBOSA, J. L. V.; GLUZ, J. C. Um modelo de recomendação ubíqua de conteúdo para grupos de aprendizes. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2013. v. 24, n. 1.
- GARIN, R. S.; LICHTNOW, D.; PALAZZO, L. A. M.; LOH, S.; KAMPFF, A. J. C.; PRIMO, T. T.; OLIVEIRA, J. P. M. d.; LIMA, J. V. d. O uso de técnicas de recomen-

dação em um sistema para apoio à aprendizagem colaborativa. **Revista brasileira de informática na educação. Vol. 14, n. 3 (set./dez. 2006), p. 49-59.**, 2006.

HUANG, H.-C.; WANG, T.-Y.; HSIEH, F.-M. Constructing an adaptive mobile learning system for the support of personalized learning and device adaptation. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, Elsevier, v. 64, p. 332–341, 2012.

JÚNIOR, G. S. A.; FILHO, I. M. B.; NETO, M. A. V. M.; BARBOSA, T. E. Turma virtual para dispositivos móveis no sistema integrado de gestão de atividades acadêmicas. In: **Revista Novas Tecnologias na Educação**, 2014. v. 12, n. 2.

KISHIGAMI, J. The role of qoe on iptv services style. In: IEEE. **Multimedia, 2007. ISM 2007. Ninth IEEE International Symposium on**, 2007. p. 11–13.

KRONBAUER, A. H.; SANTOS, C. A. S. Evaluation of the influence of contextual factors on the interactions with applications for smartphones. In: ACM. **Proceedings of the 19th Brazilian symposium on Multimedia and the web**, 2013. p. 81–88.

LEMOS, F. D.; CARMO, R. A.; VIANA, W.; ANDRADE, R. Improving photo recommendation with context awareness. In: ACM. **Proceedings of the 18th Brazilian symposium on Multimedia and the web**, 2012. p. 321–330.

LIMA, C. C.; BASSANI, P. B. S.; BARBOSA, D. N. F. Aprender com mobilidade: utilização das tecnologias da informação e comunicação móveis e sem fio como potencializadoras da interação em processos educativos. In: **Revista Novas Tecnologias na Educação**, 2014. v. 12, n. 1.

MATEUS, M. C.; BRITO, G. S. Celulares, smartphones e tablets na sala de aula: complicações ou contribuições? In: **X Congresso Nacional em Educação – Educere**, 2011. v. 10.

OLIVEIRA, R. d. S. **Predição de qualidade de experiência em redes wimax em aplicações de video baseada em aspectos de qualidade de serviço**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Pará, 2011.

OZDAMLI, F.; CAVUS, N. Basic elements and characteristics of mobile learning. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, Elsevier, v. 28, p. 937–942, 2011.

- PATRICK, A. S.; SINGER, J.; CORRIE, B.; NOE, S.; KHATIB, K. E.; EMOND, B.; ZIMMERMAN, T.; MARSH, S. A qoe sensitive architecture for advanced collaborative environments. In: IEEE. **Quality of Service in Heterogeneous Wired/Wireless Networks, 2004. QSHINE 2004. First International Conference on**, 2004. p. 319–322.
- PIOVESAN, S. D.; AMARAL, É. M. H. do; ARENHARDT, C. P. B.; POSSOBOM, C.; OLIVEIRA, T. de; BIAZUS, L.; MEDINA, R. D. U-sea: Um ambiente de aprendizagem ubíquo utilizando cloud computing. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2011)**, 2011.
- REIS, G.; BARRÉRE, E. Recomendação colaborativa de conteúdos educacionais para dispositivos portáteis. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2014. v. 25, n. 1, p. 934–943.
- SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J.; HAHN, R. **M-learning e U-learning: novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua**. 1. ed., 2011. ISBN 978-85-7605-377-4.
- SILVA, L. C.; NETO, F. M. M.; JÚNIOR, L. J. Mobile: Um ambiente multiagente de aprendizagem móvel baseado em algoritmo genético para apoiar a aprendizagem ubíqua. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n. 01, p. 62, 2013.
- VALASKI, J.; MALUCELLI, A.; REINEHR, S. Revisão dos modelos de estilos de aprendizagem aplicados à adaptação e personalização dos materiais de aprendizagem. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2011. v. 1, n. 1.
- WANG, S.-L.; WU, C.-Y. Application of context-aware and personalized recommendation to implement an adaptive ubiquitous learning system. **Expert Systems with applications**, Elsevier, v. 38, n. 9, p. 10831–10838, 2011.
- WILLIAMS, A. J.; PENCE, H. E. Smart phones, a powerful tool in the chemistry classroom. In: **Journal of Chemical Education**, 2011. v. 88, n. 6, p. 683–686.
- WU, W.-H.; WU, Y.-C. J.; CHEN, C.-Y.; KAO, H.-Y.; LIN, C.-H.; HUANG, S.-H. Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. **Computers & Education**, Elsevier, v. 59, n. 2, p. 817–827, 2012.

ZAINA, L.; BRESSAN, G.; CARDIERI, M. A. A.; JÚNIOR, J. F. R. e-lors: Uma abordagem para recomendacao de objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 20, n. 1, p. 04, 2012.

ZAINA, L. A.; BRESSAN, G. Classification of learning profile based on categories of student preferences. In: IEEE. **Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual**, 2008. p. F4E-1.

Apêndice A - INTERAÇÃO DO ALUNO COM CALEARNINGDROID

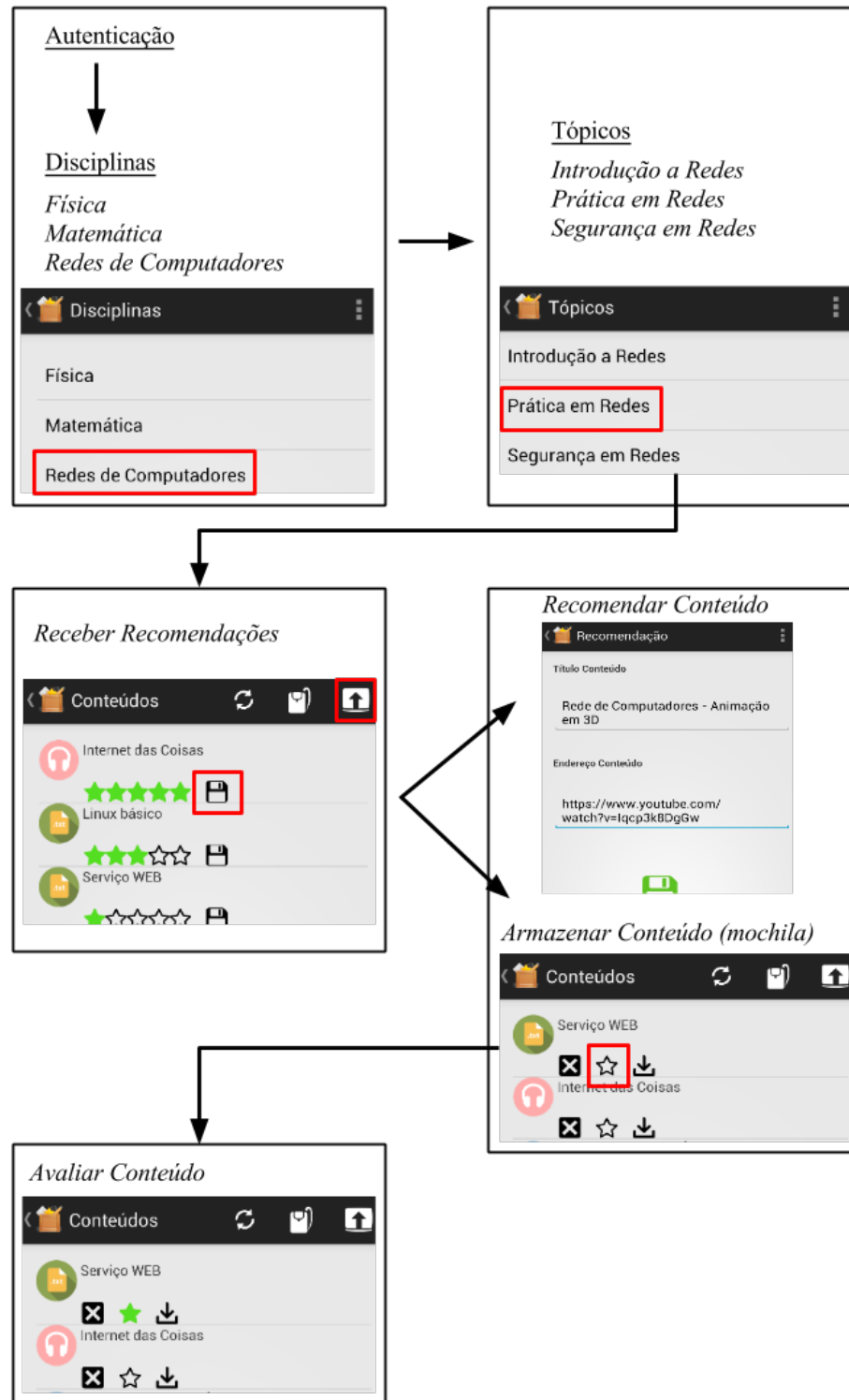


Figura A.1: Sequencia de interação do aluno com o aplicativo

Apêndice B - INTERAÇÃO DO PROFESSOR COM CALEARNINGWEB

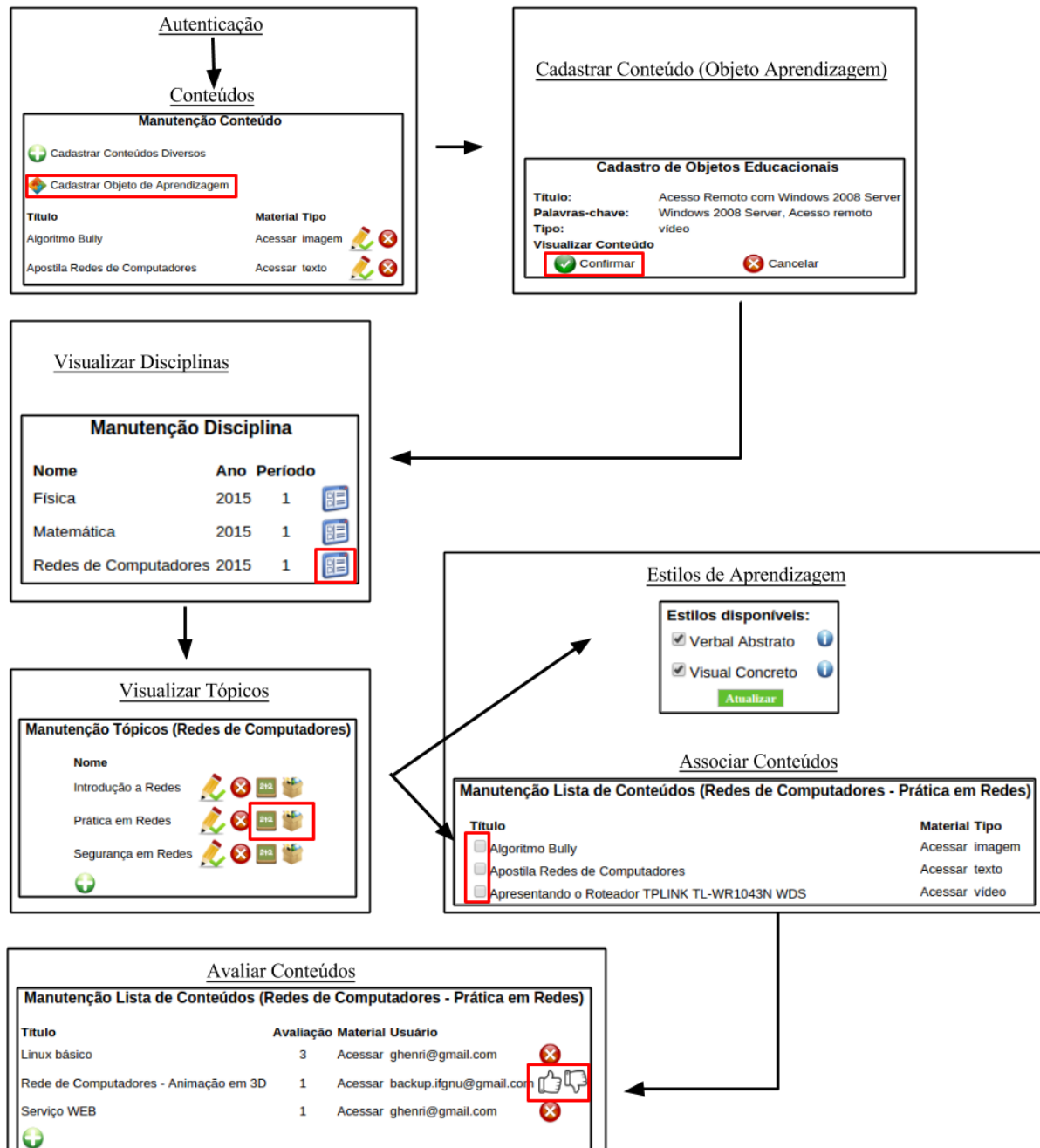


Figura B.1: Sequencia de interação do professor com o sistema