



Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em
Computação Aplicada
Mestrado Acadêmico

Luís Gustavo Araujo Ferreira

**UbiGroup: Um Modelo de Recomendação Ubíqua de
Conteúdo para Grupos de Aprendizes**

São Leopoldo, 2014

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA INTERDISCIPLINAR DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM COMPUTAÇÃO APLICADA
NÍVEL MESTRADO

LUIS GUSTAVO ARAUJO FERREIRA

**UBIGROUP: UM MODELO DE RECOMENDAÇÃO UBÍQUA DE
CONTEÚDO PARA GRUPOS DE APRENDIZES**

São Leopoldo
2014

Luís Gustavo Araujo Ferreira

UBIGROUP: UM MODELO DE RECOMENDAÇÃO UBÍQUA DE CONTEÚDO PARA GRUPOS DE APRENDIZES

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Aprovado em 31 de Março de 2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Rosa Maria Vicari – UFRGS

Prof. Dra. Patrícia A. Jaques Maillard – UNISINOS

Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa (Orientador)

Prof. Dr. João Carlos Gluz (Coorientador)

Visto e permitida a impressão

São Leopoldo,

Prof. Dr. Cristiano André da Costa

Coordenador PPG em Computação Aplicada

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

F383u Ferreira, Luís Gustavo Araújo

UbiGroup : um modelo de recomendação ubíqua de conteúdo para grupos de aprendizes / por Luís Gustavo Araújo Ferreira. – 2014.

91 f. : il.; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, 2014.

“Orientação: Prof. Dr. Jorge Luis Victória Barbosa ;
Coorientação: Prof. Dr. João Carlos Gluz”.

1. Recomendação para grupos. 2. Sensibilidade a contexto.
3. Ontologia. 4. Agente de software. I. Título.

CDU 004.75.057.5

Catálogo na Fonte: Bibliotecária Vanessa Borges Nunes - CRB 10/1556

RESUMO

A necessidade do professor buscar e selecionar materiais educacionais adequados para sua turma é um fato comum no meio educacional. Entretanto, a grande disponibilidade de materiais, a heterogeneidade dos perfis dos alunos e a diversidade de atividades pedagógicas que podem ser realizadas, tornam esta tarefa bastante trabalhosa. Neste cenário, este trabalho apresenta um modelo de recomendação ubíqua de conteúdo educacional para grupo de aprendizes, que visa auxiliar o professor no processo de busca e seleção de materiais educacionais levando em conta os perfis dos alunos e o contexto onde eles estão inseridos. A estratégia adotada neste trabalho se diferencia dos trabalhos relacionados por efetuar a recomendação de materiais educacionais considerando de forma conjunta os perfis de um grupo de aprendizes e o contexto no qual eles se encontram. Com base em uma validação por cenários foi possível verificar a viabilidade do modelo, além de propor uma solução para o problema de pesquisa.

Palavras-Chave: Recomendação para Grupos. Sensibilidade a Contexto. Ontologia. Agente de Software.

ABSTRACT

The necessity of teachers to search and to select appropriate educational materials for their classes is a common fact in the educational environment. However, the wide availability of materials, the heterogeneity of the students' profiles and the diversity of pedagogical activities that can be conducted, make this task laborious. In this scenario, this work presents a model for ubiquitous recommendation of educational content for groups of learners dynamically created, which aims to help teachers to search and to select educational materials taking into consideration the profile of the group and the teaching context. The strategy adopted in this work differs from related work by making the recommendation of educational content considering jointly the profiles of a group of learners and context in which they find themselves. Based on validation scenarios, it was possible to verify the feasibility of the model, and it was proposed a solution to the research problem.

Keywords: Recommendation to Groups. Sensitivity to Context. Ontology. Software Agent.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema geral do <i>framework GroupRecommendation</i>	30
Figura 2: Visão global do procedimento de recomendação do <i>GRec_OC</i>	32
Figura 3: Arquitetura do sistema e-LORS.	34
Figura 4: Visão macro do modelo.	35
Figura 5: Arquitetura proposta do MobiLE.	36
Figura 6: Arquitetura do UbiGroup.	39
Figura 7: Ontologia do Perfil do Aprendiz.	40
Figura 8: Ontologia do Contexto.	42
Figura 9: Diagrama de Dependência Estratégica.	48
Figura 10: Diagrama de Dependência Estratégica.	49
Figura 11: Diagrama de Dependência Estratégica com Agentes de Software.	49
Figura 12: Diagrama de Casos de Uso.	50
Figura 13: Diagrama de Sequência.	52
Figura 14: Arquitetura UbiGroup.	53
Figura 15: Diagrama de Classe – Camada <i>Model</i>	54
Figura 16: Diagrama de Classe – Camada <i>Controller</i>	55
Figura 17: Tela de cadastramento de locais para os contextos.	58
Figura 18: Representação física dos locais.	58
Figura 19: Tela de configuração de acesso aos repositórios.	59
Figura 20: Tela de manutenção de perfis.	60
Figura 21: Tela de cadastramento de contexto.	63
Figura 22: Tela de cadastramento de Regra de Recomendação.	64
Figura 23: Tela de cadastramento dos campos da regra de recomendação.	65
Figura 24: Tela de cadastramento do “de-para” dos campos da regra de recomendação.	66
Figura 25: Tela de login no UbiGroup.	67
Figura 26: Notificação de entrada no contexto.	67
Figura 27: Alunos contidos no contexto.	68
Figura 28: Tela de confirmação de recomendação.	69
Figura 29: Notificação de nova recomendação.	72
Figura 30: OAs Recomendados.	72
Figura 31: Avaliação dos OAs Recomendados.	73

Figura 32: Notificação de entrada no contexto.....	74
Figura 33: Tela de cadastramento de contexto para aula 4.	74
Figura 34: Tela de cadastramento de campos da Regra de Recomendação.....	76
Figura 35: Similaridade entre os perfis.....	76
Figura 36: OAs recomendados para os alunos em sala de aula.....	77
Figura 37: OAs recomendados para os alunos no Bar 1.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação entre os trabalhos relacionados.....	37
Tabela 2: Detalhamento da Ontologia de Perfil do Aprendiz.	40
Tabela 3: Detalhamento da Ontologia de Contexto.....	43
Tabela 4: Relações entre o Perfil do Aprendiz e os metadados de OA.	46
Tabela 5: Relações entre o Contexto e os metadados de OA.	46
Tabela 6: Informações dos locais cadastrados.....	57
Tabela 7: Perfis dos alunos.....	60
Tabela 8: Roteiro das aulas.....	61
Tabela 9: Cadastramento do contexto para aula 3.....	62
Tabela 10: Associação entre Contexto, Perfil do Grupo de Aprendizes e Metadados do OA.	63
Tabela 11: Lista de OAs retornados do repositório OBAA.....	71
Tabela 12: OAs ordenados conforme avaliação.....	71
Tabela 13: OAs recomendados para os alunos em sala de aula.	77
Tabela 14: OAs recomendados para os alunos no Bar 1.	77
Tabela 15: Comparação entre os trabalhos relacionados e o UbiGroup.....	83

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
PIPCA	Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Computação Aplicada
UNISINOS	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
AO	Objeto de Aprendizagem

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE SIGLAS	13
SUMÁRIO	15
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Motivação.....	17
1.2 Problema de Pesquisa	19
1.3 Objetivos	20
1.4 Metodologia	21
1.5 Organização do texto	21
2 CONCEITUAÇÃO	23
2.1 Sistemas de Recomendação.....	23
2.2 Sistemas de Recomendação para Grupos	24
2.3 Sensibilidade a contexto	25
2.4 Sistemas multiagentes	26
2.5 Ontologias.....	26
2.6 Considerações sobre o Capítulo	26
3 TRABALHOS RELACIONADOS.....	29
3.1 Recomendação para Grupos	29
3.1.1 GroupRecommendation	29
3.1.2 ImprovedGRA.....	30
3.1.3 GRec_OC	31
3.2 Recomendação de Objetos de Aprendizagem	33
3.2.1 e-LORS.....	33
3.2.2 Recomendação por Competências	35
3.2.3 MobiLE	36
3.3 Comparação.....	37
4 MODELO UBIGROUP	39
4.1 Arquitetura	39
4.2 Ontologias.....	40
4.2.1 Ontologia de Perfil.....	40
4.2.2 Ontologia de Contexto.....	42
4.3 Modelagem dos Agentes	44
4.3.1 Agente Apoio Pedagógico.....	44
4.3.2 Agente Gestor de Perfis.....	45
4.3.3 Agente Gestor de Contexto.....	45
4.3.4 Agente Recomendador	46
4.3.5 Agente Comunicador.....	47
4.4 Análise de Requisitos	47
4.4.1 Diagramas de Relação de Dependência	48
4.4.2 Diagramas UML	50
4.5 Considerações sobre o Capítulo	52
5 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO.....	53
6 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO.....	57
6.1 Preparação da Aplicação.....	57
6.2 Cenário 1 – Aula 3	66

6.3 Cenário 2 – Aula 4	73
6.4 Conclusão das avaliações.....	78
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
7.1 Conclusões	81
7.2 Contribuições	82
7.2.1 Publicações Realizadas	84
7.3 Trabalhos Futuros.....	84

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

Atualmente, percebe-se um aumento dos recursos tecnológicos disponíveis para apoiar os alunos no seu processo de aprendizagem. Estes recursos também podem auxiliar os professores na organização das suas aulas. Existem diversas possibilidades de utilização pelo professor, no entanto, uma questão específica na utilização destes recursos é a busca de materiais educacionais para utilização junto aos alunos. Pelo fato de existirem muitos repositórios, com muitos materiais educacionais, o trabalho de busca, bem como a avaliação destes, torna-se custoso e demorado para o professor.

Em uma consulta a dois repositórios, foi verificada uma grande quantidade de materiais disponíveis. No repositório (MEC, 2013) encontram-se disponíveis aproximadamente 17.000 materiais educacionais e mais 1.900 em processo de avaliação. Já no repositório (CSU, 1997) são disponibilizados cerca de 40.000 materiais. Além destes, existem outros repositórios que também disponibilizam materiais educacionais, como por exemplo, (MEC, 2008) e (CINTED, 2013).

Neste cenário, a busca de materiais educacionais se torna algo que demanda considerável esforço do professor, primeiro pelo fato de existirem muitos materiais disponíveis, segundo por estes materiais estarem distribuídos em diversos repositórios. A busca e a seleção manual destes materiais não se tornam efetiva ao ponto de atender as necessidades do professor.

Os materiais contidos nos repositórios em sua maioria estão padronizados, sendo conceitualmente chamados de Objetos de Aprendizagem (OA) (WILEY, 2000). Existem diversos tipos de padronização para os OAs, como por exemplo, LOM (IEEE-LTSC, 2002), DCMI (DCMI, 2001) e OBAA (VICCARI, GLUZ, *et al.*, 2010). Pelo fato dos OAs estarem padronizados, é possível desenvolver ferramentas capazes de buscar estes materiais de forma sistemática. Este processo de busca normalmente está limitado à utilização de filtros de pesquisa por assunto, palavras-chave, autor, entre outras informações. Esta busca auxilia o professor a encontrar os materiais, mas não resolve o problema que consiste em analisar todos os materiais, verificando quais destes estão adequados ao seu planejamento pedagógico.

Um dos critérios do professor para avaliação do OA é a consistência do conteúdo com o perfil da turma. O professor precisa analisar se o material irá se adequar a turma em questão baseando-se no plano pedagógico da disciplina, além de levar em conta as características da turma. Segundo Felder e Silverman (1988), os alunos possuem características a serem observadas pelo professor para auxiliá-los no seu aprendizado. Por exemplo, em termos de compreensão do conteúdo, precisa ser verificado se os alunos são ativos ou reflexivos. Também pode ser observado se os alunos são racionais ou intuitivos em relação à assimilação do conteúdo e ao desenvolvimento de trabalhos. Outro fator que os autores citam é que precisa ser observado se os alunos possuem maior facilidade em aprender por apresentações visuais ou por meio de explicações verbais.

Analisando esta situação, pode-se considerar processos automatizados, que utilizem por completo as Tecnologias atuais de Informação e Comunicação (TIC) para a busca e análise destes materiais, como alternativa para propiciar um ganho de tempo ao professor e

uma maior qualidade na seleção de OAs. Atualmente, existem processos que efetuam buscas de materiais através de informações básicas, como por exemplo, título, palavras-chave e autor, mas estas informações não fornecem os filtros de pesquisa necessários para a seleção adequada dos materiais. Considerando a gama de informações disponíveis nos metadados dos OAs é possível identificar os materiais, por exemplo, por tipo de mídia, suporte a dispositivos, tipo de recurso de aprendizagem, grau de interatividade, entre outras informações. Estas informações podem ser diretamente relacionadas ao perfil de aprendizado do grupo de alunos, deste modo, sendo possível identificar quais os OAs mais adequados aos alunos em questão.

O processo de busca e seleção dos OAs pode ser executado de forma sistemática, com isso, obtendo maior ganho de tempo para o professor. Ao invés dele analisar todos os materiais, é apresentada apenas uma seleção de OAs relevantes, que podem ainda ser analisados mais detalhadamente se o professor considerar necessário. Dessa forma, o professor indicaria qual o material mais adequado, e este, por sua vez, seria enviado para os alunos.

Um ponto de partida para este processo de seleção é a filtragem dos OAs relevantes baseada no plano de ensino da turma e no estágio atual de execução deste plano. Tal processo de filtragem é importante, mas certamente não é suficiente porque deixa de lado tanto aspectos individuais, quanto eventuais aspectos sociais (trabalhos em grupo, por exemplo) de um processo de aprendizagem.

Assim, um refinamento deste processo de seleção deveria considerar o perfil ou estilo de aprendizagem dos alunos (AKBULUT e CARDAK, 2012) (PETERSON, RAYNER e ARMSTRONG, 2009) (FELDER e SILVERMAN, 1988), levando em conta as possíveis preferências individuais.

Em relação aos aspectos sociais da aprendizagem, pode-se partir das informações relativas às atividades colaborativas dos alunos, tipicamente representadas por grupos de estudo, e criar então um primeiro nível de agregação capaz de identificar os grupos existentes na turma. Mecanismos mais avançados de agregação podem combinar as informações individuais de cada aluno (perfil e preferências), sendo capazes de gerar um perfil representativo para um dado grupo, ou para toda a turma, que pode também ser utilizado para a busca e seleção dos OAs.

Uma turma é composta por grupos de alunos. Tais grupos podem ser relativamente estáticos, quando, por exemplo, são constituídos formalmente para executar alguma atividade de estudo (fazer um trabalho em grupo), mas também podem ser dinâmicos, formados de acordo com o contexto físico e social dos alunos em um dado instante de tempo. Por exemplo, um grupo dinâmico pode ser formado pelos alunos presentes na sala de aula durante um dado período. Nem sempre todos os alunos estão presentes na sala de aula. Para considerar os alunos que de fato estão presentes é necessária a utilização de recursos para indicar quais são estes alunos. Uma possibilidade é identificá-los baseado na sua localização física, algo que pode ser obtido automaticamente, por exemplo, através de tecnologias de Computação Ubíqua (WEISER, 1991).

Com os estudos provenientes da Educação Ubíqua (BARBOSA, 2011), onde a educação se apoia na Computação Ubíqua, é possível tratar a questão da localização dos alunos bem como promover diversas oportunidades pedagógicas. Visto que o objetivo da Educação Ubíqua é explorar, por meio de dispositivos móveis, os recursos pedagógicos a qualquer hora, em qualquer lugar.

Dessa forma, através da tecnologia de Educação Ubíqua seria possível obter as informações do contexto do aluno, que no presente trabalho assume a definição de (DEY, ABOWD e SALBER, 2001) incluindo, além da localização física, a atividade sendo executada pelo aluno e o instante de tempo que isso ocorre. A partir do contexto dos alunos pode-se obter mais informações para refinar a consulta dos OAs, buscando trazer os materiais mais adequados para a condição atual dos alunos, sendo levado em conta se os alunos estão em sala de aula, no laboratório realizando alguma atividade específica ou mesmo em casa aguardando uma atividade extraclasse.

O papel do professor neste processo seria definir as regras de recomendação atreladas ao plano pedagógico, considerando palavras-chave do tema da aula, o grupo de alunos presentes e o contexto deles. Uma vez cadastradas estas regras, o sistema poderia recomendar os materiais automaticamente sendo necessário apenas o professor analisar uma gama menor de OAs, antes do material ser encaminhado para os alunos. Dessa forma, o professor foca seus esforços em fazer seu planejamento pedagógico e preparar as regras de recomendação para suas aulas. Uma vez feito isso, basta analisar uma gama restrita de materiais antes de repassá-los aos alunos. Por outro lado, os alunos podem usufruir desses materiais em um cenário de Educação Ubíqua, através de seus dispositivos móveis.

Assim definido, o processo de busca e seleção de OAs considerado neste trabalho, formaria essencialmente um sistema de recomendação, que conforme (BORATTO e CARTA, 2010), é um sistema que visa auxiliar as pessoas em suas atividades sugerindo informações que possam ser relevantes.

Ao se considerar o contexto dos alunos no refinamento da busca de OAs aliadas a possibilidade de se enviar materiais educacionais em qualquer lugar e em qualquer horário, pode-se dizer que este é um processo de recomendação ubíqua de conteúdo.

Um incentivo no desenvolvimento deste trabalho é o fato de existirem ações governamentais apoiando o processo de aprendizagem baseada na utilização de dispositivos móveis (MEC, 2012a) e (MEC, 2012b).

Outro incentivo importante para o desenvolvimento do presente trabalho é o alinhamento que existe entre os objetivos do trabalho com objetivos do projeto OBAA-MILOS (GLUZ e VICCARI, 2012) que estão relacionados à interoperação com dispositivos móveis. Neste sentido, a criação de mecanismos de interoperação que permita utilizar o repositório de OAs e as ferramentas e sistemas providos pelo projeto OBAA-MILOS são fundamentais para o trabalho.

1.2 Problema de Pesquisa

O planejamento pedagógico e a organização das aulas são relevantes para os professores. Eles precisam dedicar tempo para realizar esta tarefa, pois é necessário, a partir do plano de ensino, buscar materiais adequados para lecionar suas aulas. O problema é que devido a gama de materiais disponíveis, o professor leva muito tempo para encontrar os materiais necessários. Além do que, no caso mais geral, seria preciso analisar se estes materiais se adequam não só ao plano de ensino, mas também ao perfil (estilo) de aprendizado do grupo de alunos e ao contexto físico e social onde este aprendizado está ocorrendo.

Tal problema pode se tornar mais complexo ainda, quando se considera, por exemplo, não apenas os aspectos individuais de um perfil de aprendizagem, mas seus aspectos sociais vinculados à execução de atividades pedagógicas realizadas de forma colaborativa em grupo. Da mesma forma, atualmente há uma ampla gama de possibilidades de contextos de ensino que podem ocorrer além do universo da sala de aula, incluindo, por exemplo, atividades extraclasse, realizadas em grupo ou individualmente e atividades à distância realizadas de modo síncrono ou assíncrono, dentre outras possibilidades.

Uma alternativa para auxiliar o professor é o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio pedagógico baseada em um modelo de seleção de materiais que considere os requisitos citados acima. Isso inclui a capacidade de usar informações provenientes dos temas e tópicos do plano de ensino, do perfil de aprendizagem do grupo de alunos e dos contextos de ensino para selecionar os materiais que o professor necessita. Por meio da criação de regras de recomendação, que levem em conta estas informações, é possível modelar o grau de refinamento mais adequado ao planejamento pedagógico do professor e, com isso, ele pode direcionar o desenvolvimento de competências da sua turma.

A tecnologia de Educação Ubíqua se torna instrumental neste processo, não só facilitando a distribuição customizada destes materiais diretamente aos alunos no horário e local necessários, mas também permitindo o levantamento preciso das informações de contexto de ensino.

1.2.1 Questão de Pesquisa

É possível construir um modelo computacional para busca, seleção e recomendação de OAs que considere nesta seleção o agrupamento dos perfis dos alunos e o contexto de ensino onde estão inseridos?

1.3 Objetivos

Aliando a padronização de materiais educacionais em repositórios e os recursos provenientes da educação ubíqua, pode-se modelar uma infraestrutura de agentes de software (RUSSEL e NORVIG, 1995) visando aperfeiçoar o processo de busca e seleção de OAs para recomendação a grupo de aprendizes.

Neste cenário, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver um método de recomendação ubíqua de OAs para grupos de aprendizes, por meio da especificação e implementação do sistema denominado *UbiGroup*. Desta forma, será possível personalizar o processo de busca e seleção de OAs para ambientes ubíquos utilizando regras de recomendação baseadas no perfil da turma e no contexto onde os aprendizes estão inseridos. Abaixo segue a lista de objetivos específicos deste trabalho:

- a) Verificar se o professor poderia otimizar seu processo de organização das aulas;
- b) Verificar se as recomendações realizadas poderiam ser satisfatórias para os alunos;
- c) Verificar se as recomendações realizadas poderiam atender ao plano pedagógico do professor.

1.4 Metodologia

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica para viabilizar os objetivos propostos neste trabalho. Esta revisão teve por objetivo esclarecer temas como sistemas de recomendação, recomendação para grupos, sensibilidade a contexto, sistemas multiagentes e ontologias. Esta atividade foi concretizada através da leitura de obras que abordem estes temas.

A segunda etapa consistiu no estudo de trabalhos relacionados ao modelo proposto. O estudo estabeleceu os parâmetros de comparação entre estes trabalhos e viabilizou a identificação dos diferenciais do UbiGroup. Foram selecionados trabalhos compatíveis com o modelo proposto, onde abordavam o tema de recomendação para grupos de usuários e recomendação de OAs. Foi realizada a leitura destes trabalhos buscando identificar aspectos relacionados ao UbiGroup. Para comparação destes trabalhos foram utilizados alguns quesitos, como por exemplo, a técnica utilizada para prover a recomendação do material, sensibilidade a contexto e disponibilidade para dispositivos móveis.

Na terceira etapa foi especificado o modelo UbiGroup. A especificação consistiu na visão geral da arquitetura do modelo, os agentes e suas relações, o detalhamento das ontologias desenvolvidas para o perfil de aluno e para o contexto, e, a especificação detalhada dos agentes do modelo explicando os objetivos e suas responsabilidades. Para realizar a especificação do modelo, foram desenvolvidos diagramas de relações de dependências, mapeando a relação do processo de busca e seleção de materiais com o modelo proposto. Também foram desenvolvidos diagramas com o detalhamento das funcionalidades dos agentes. Na implementação das ontologias foi utilizada a ferramenta Protegé.

A quarta etapa do trabalho foi a implementação do protótipo considerando os agentes propostos. A implementação teve como objetivo auxiliar na última etapa do trabalho que é a validação do modelo. A implementação foi realizada na linguagem de programação Java e consistiu na codificação das funcionalidades dos agentes e a comunicação entre eles.

A validação do modelo foi realizada por meio de cenários, ilustrando a utilização do UbiGroup como uma ferramenta de apoio em determinadas aulas do professor. Estes cenários visaram demonstrar a viabilidade técnica do modelo e uma alternativa de solução para o problema de pesquisa apresentado.

1.5 Organização do texto

O trabalho está organizado da seguinte forma. O capítulo 2 descreve os conceitos principais relacionados com o modelo proposto. Estes conceitos descrevem sistemas de recomendação, sensibilidade a contexto, ontologias e sistemas multiagentes. O capítulo 3 aborda os trabalhos relacionados. No capítulo 4 é apresentado o modelo UbiGroup,

detalhando seus agentes. O capítulo 5 descreve os aspectos de implementação do protótipo e a metodologia de avaliação do modelo. Por fim, o capítulo 6 apresenta considerações finais.

2 CONCEITUAÇÃO

Neste capítulo é apresentada uma breve descrição sobre os assuntos relacionados ao escopo deste trabalho.

2.1 Sistemas de Recomendação

Os sistemas de recomendação (SR) têm por objetivo auxiliar as pessoas sugerindo algum tipo de informação por meio de ferramentas de apoio para determinadas tarefas. Visam fornecer itens de informação (paginas web, livro, filmes, músicas, documentos, entre outros itens) que são de interesse para um determinado usuário (BORATTO e CARTA, 2010).

Para sugerir os itens são utilizadas diferentes fontes de dados, como as preferências e as características dos usuários, sua localização, dispositivo utilizado, atividades em redes sociais, entre outras.

Segundo ADOMAVICIUS e TUZHILIN (2005), os sistemas de recomendação são classificados em três categorias:

- **Sistemas de recomendação baseado no conteúdo:** os usuários recebem recomendações de itens com características similares as de outros itens adquiridos no passado;
- **Sistemas de recomendação baseado na filtragem colaborativa:** os usuários recebem recomendações com base nas preferências de outros usuários que possuem perfis semelhantes;
- **Sistemas híbridos:** combina técnicas de recomendação baseadas no conteúdo e técnicas de recomendação baseadas na filtragem colaborativa.

Os sistemas de recomendação estão classificados dentre estas três categorias, sendo que a maior parte das aplicações utiliza filtragem colaborativa (ADOMAVICIUS e TUZHILIN, 2005). A principal informação para gerar uma recomendação por esta técnica são as preferências dos usuários. Esta informação pode ser obtida de duas formas, explícita ou implícita. Na forma explícita o usuário informa espontaneamente seus interesses e suas preferências. Já na forma implícita os interesses do usuário são obtidos a partir de suas ações no sistema.

Para efetuar a recomendação existem algumas estratégias que podem ser adotadas segundo REATEGUI e CAZELLA (2005):

- **Listas de recomendação:** Listas organizadas por tipo de interesse, como por exemplo, "Itens mais vendidos" e "Idéias para presentes".
- **Avaliação de usuários:** A partir das avaliações dos usuários, outros consumidores se asseguram quanto à qualidade e da utilidade dos produtos.
- **Associação por item avaliado:** Este tipo é obtido através de técnicas capazes de encontrar em uma base de dados associações entre itens avaliados por usuários. Ou seja, se um usuário se interessa por um produto X ele também deve ter interesse em um produto Y.

- **Associação por conteúdo:** Nesta estratégia é necessário que se encontrem associações num escopo mais restrito entre produtos. São associações ligadas diretamente as informações contidas no produto.

2.2 Sistemas de Recomendação para Grupos

Os estudos iniciais dos sistemas de recomendação foram realizados com foco na recomendação individual. Atualmente, exploram-se as recomendações para grupos visto que algumas atividades são realizadas por grupos de pessoas (BORATTO e CARTA, 2010). Por exemplo, um grupo de pessoas que compartilham um mesmo interesse em um determinado evento, um grupo de pessoas aguardando o início de um filme no cinema, um grupo de alunos realizando uma atividade no laboratório de informática, entre outras situações. Nestes casos, a recomendação de um determinado item pode ser realizada levando em conta o grupo de pessoas.

Os grupos em sistemas de recomendação podem ser divididos em quatro categorias (BORATTO e CARTA, 2010):

- **Grupo estabelecido:** um número de pessoas que opta por ser parte de um grupo. Por exemplo, uma turma de aula ou um grupo de estudos;
- **Grupo ocasional:** um número de pessoas que fazem algo ocasionalmente. Seus membros têm um objetivo comum em um determinado momento. Por exemplo, um grupo para apresentação de um trabalho;
- **Grupo randômico:** um número de pessoas que compartilham um ambiente em um determinado momento, mas não necessariamente com interesses explícitos em comum. Por exemplo, alunos estudando na biblioteca ou no laboratório de informática;
- **Grupo automaticamente identificado:** grupos que são automaticamente detectados considerando as preferências dos usuários e/ou os recursos disponíveis. Neste caso, o grupo é formado levando em conta as necessidades do trabalho que se espera com a criação deste grupo.

A informação de tipo do grupo é relevante para que se possa dar o direcionamento correto na estruturação da recomendação. Inicialmente é preciso saber o grupo de pessoas que se deseja atingir para após iniciar os passos para prover a recomendação.

Segundo JAMESON e SMYTH (2007), o processo de recomendação para grupos está dividido em quatro etapas: adquirir informação sobre as preferências dos usuários, gerar a recomendação, entregar a recomendação ao grupo e coletar a avaliação final da recomendação.

Para adquirir as informações sobre as preferências dos usuários podem-se adotar duas abordagens, explícita ou implícita. A abordagem explícita é quando o usuário informa diretamente suas informações por meio de um questionamento ou colocando-as em suas preferências. A abordagem implícita é quando se faz necessário coletar algumas informações dos usuários, como por exemplo, as atividades recentes, arquivos e logs, para apurar suas preferências.

Existem diferentes estratégias para realizar a geração de recomendação para grupos, entretanto, a estratégia mais difundida é a agregação de preferências individuais, que consiste em agregar as preferências dos membros do grupo para gerar a recomendação. Para atender a esta estratégia, existem três abordagens: compilar as recomendações individuais de cada indivíduo, agregar a classificação individual de cada item avaliado ou construir um modelo que represente a agregação das preferências do grupo.

Além destas três principais abordagens, ainda existem outras estratégias complementares para apoiar no processo de geração da recomendação para grupos (JAMESON e SMYTH, 2007), como por exemplo: *Maximizing Average Satisfaction*, *Minimizing Misery*, *Ensuring Some Degree of Fairness*, *Treating Group Members Differently Where Appropriate*, *Discouraging Manipulation of the Recommendation Mechanism* e *Ensuring Comprehensibility and Acceptability*.

A entrega do item para o grupo é um ponto importante para concluir o objetivo da recomendação. Quando a recomendação já é esperada pelo grupo, a aceitação do item recomendado acaba ocorrendo naturalmente, mas, quando a recomendação não é esperada, precisa-se ter cuidado na abordagem inicial com o grupo para que não ocorra de forma intrusiva. A apresentação do item também tem que ser levado em conta.

A avaliação final da recomendação envolve a opinião consensual do grupo. Isso só pode ser feito mediante um debate do grupo para formar uma opinião. Todavia, a avaliação individual ocorre mais facilmente, podendo ser coletada a partir das ações que o indivíduo irá realizar após receber a recomendação, como por exemplo, imediatamente analisar a recomendação, descartá-la de imediato ou guardar para olhar em outro momento. Ou mesmo, lhe questionado, após a visualização, se a recomendação foi útil ou não.

Na condição de grupo de aprendizes é necessário levar em conta as preferências e características dos alunos contidos no grupo além do estilo de aprendizagem de cada um. Dentre as características para formação do grupo podemos considerar as informações de um curso, uma turma, um grupo de estudos ou mesmo a posição física onde os alunos estão. A recomendação para um grupo é uma forma diferenciada de sugerir conteúdos aos aprendizes. Neste caso, o objetivo é recomendar conteúdos que sejam adequados para o perfil do grupo como um todo.

2.3 Sensibilidade a contexto

A sensibilidade a contexto é um tema de pesquisa dentro da área da Computação Ubíqua. O conceito de Computação Ubíqua foi criado por Mark Weiser e seus colegas da Xerox no início da década de 1990 (WEISER, 1991). Naquela época, a visão que se tinha era de um ambiente de computação altamente distribuído e integrado, com dispositivos computacionais, onde a noção de computação pessoal como conhecemos hoje não existe. O computador passa a ser algo comum e está em praticamente toda parte por meio de assistentes pessoais sendo utilizados em roupas, utensílios domésticos ou carros.

Em 2001, Satyanarayanan enquadrava a visão de Weiser dentro do estado tecnológico existente. Na sua publicação (SATYANARAYANAN, 2001), ele especifica áreas de pesquisa da computação ubíqua, sendo uma destas, a sensibilidade a contexto.

Satyanarayanan entende que para um sistema seja minimamente intrusivo, é necessário que ele seja capaz de reconhecer a situação do usuário e seus arredores, e adaptar seu comportamento de acordo com esta informação. Esta informação é chamada de “contexto” e sistemas capazes deste tipo de adaptação são chamados “sensíveis a contexto”.

O contexto foi definido por vários autores, entretanto a definição que se tornou referência é a realizada por Dey em 2001 (DEY, ABOWD e SALBER, 2001) onde: “Contexto é qualquer informação que possa ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, local ou objeto que seja considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e aplicação”.

No UbiGroup, o contexto é a informação mais relevante para agrupar os aprendizes, pois ela identifica os alunos por meio de sua posição física e com isso os agrupa em contextos de comum interesse.

2.4 Sistemas multiagentes

Os sistemas multiagentes, conforme (ODELL, 2010), são sistemas compostos de agentes coordenados através de suas relações uns com os outros. Sendo que o Agente é uma entidade autônoma que pode adaptar-se e interagir com o seu ambiente (RUSSEL e NORVIG, 1995). Nesta estrutura cada agente de software possui seu papel e responsabilidade, e por meio de seus objetivos, planos e relações, visam atender as necessidades do sistema.

A base tecnológica do UbiGroup é fundamentada na utilização de agentes. Com base nesta estruturação é possível delegar responsabilidades isoladas para cada agente tendo eles atuando de forma independente. Desta forma, teremos um sistema flexível podendo ser integrado a outros sistemas multiagentes.

Esta flexibilidade é importante para o desenvolvimento de trabalhos futuros em cima do modelo UbiGroup e também para integrar com a estrutura de agentes já desenvolvidos no projeto OBAA MILOS.

2.5 Ontologias

Uma ontologia, segundo Gruber (2003), é uma especificação explícita de uma conceituação. Em outras palavras, é a descrição de conceitos e relações que podem existir para um agente ou para uma comunidade de agentes.

Desta forma, podemos representar os conceitos do domínio do sistema, para que estes sejam compartilhados entre os agentes. No escopo deste trabalho, o perfil do aluno e o contexto serão representados por ontologias, pois são as informações mais relevantes a serem trocadas entre os agentes.

A utilização das ontologias se torna um fator relevante em um sistema multiagente devido à comunicação entre os agentes e as trocas de mensagens entre eles. Este processo de comunicação precisa ser padronizado a fim de garantir a interoperabilidade do sistema.

2.6 Considerações sobre o Capítulo

Neste capítulo foram apresentados de forma sucinta os principais assuntos relacionados ao desenvolvimento deste trabalho. Foram introduzidos conceitos referentes aos sistemas de recomendação e sua utilização em grupos de pessoas. Também foi abordada a questão da sensibilidade a contexto, sendo uma subárea da computação ubíqua, onde tratamos o contexto e suas aplicabilidades em sistemas computacionais. Também foi apresentado o sistema multiagentes, estrutura no qual o modelo foi desenvolvido, e ainda, introduzimos a definição de ontologias e a aplicação no trabalho realizado.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são apresentados trabalhos relacionados ao UbiGroup e um comparativo entre eles. Inicialmente buscou-se trabalhos que fossem diretamente relacionados ao domínio de aplicação do modelo, educação, e que realizassem recomendação ubíqua para grupos de aprendizes. Entretanto, não foram encontrados na literatura trabalhos de recomendação para grupos que considerassem o contexto dos aprendizes, tão pouco, onde o item a ser recomendado fosse um OA.

Por esta razão optou-se por escolher trabalhos que se assemelhassem ao modelo por meios de duas frentes, por um lado trabalhos que fossem sobre recomendação para grupo, mas que não recomendassem OAs. Do outro lado, trabalhos que recomendassem OAs, mas não para grupos de aprendizes. Adotando esta abordagem, foi possível efetuar uma comparação dos trabalhos levando em conta os principais aspectos do UbiGroup que são Grupos, Contextos e OAs. No processo de seleção foram selecionados os trabalhos que tivessem sido publicados recentemente e, preferencialmente, que tivessem sido publicados em periódicos.

3.1 Recomendação para Grupos

3.1.1 GroupRecommendation

O trabalho apresentado por (CHRISTENSEN e SCHIAFFINO, 2011), consiste no desenvolvimento de dois sistemas de recomendação para grupos, o *jMusicGroupRecommender* e o *jMoviesGroupRecommender*, os quais respectivamente, recomendam músicas e filmes. Ambos os sistemas foram desenvolvidos tendo com base um *framework* desenvolvido pelos autores chamado de *GroupRecommendation*.

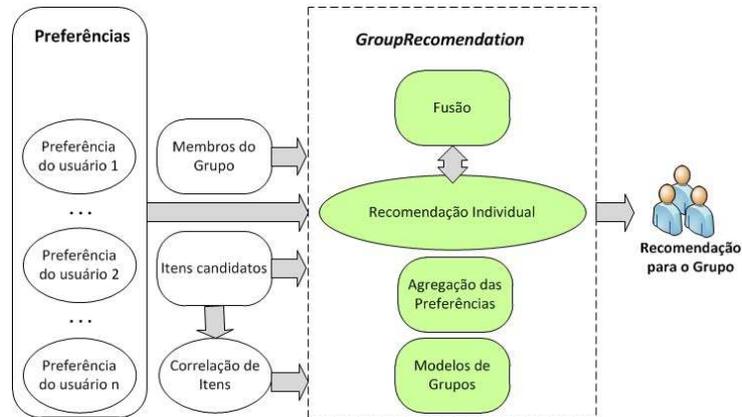
O desenvolvimento deste trabalho foi realizado atendendo as três abordagens para geração de recomendação para grupos: mesclando as recomendações realizadas individualmente, agregando as classificações individuais de cada item avaliado e construindo um modelo das preferências do grupo. O objetivo geral do trabalho foi analisar e comparar as diferentes técnicas nos diferentes domínios (músicas e filmes).

O processo de recomendação é baseado no *framework GroupRecommendation* que tem como principal objetivo prover um conjunto de componentes para que os desenvolvedores possam criar sistemas de recomendação personalizados para grupo de usuários. Na figura 1 pode ser visto o esquema geral do *framework*, onde são apresentadas as seis técnicas para recomendação do grupo: quatro técnicas de agregação, uma técnica de fusão e uma técnica para definição de um modelo para o grupo.

Na aplicação *jMusicGroupRecommender*, foram utilizadas duas técnicas para obter as preferências, uma técnica explícita e outra implícita. Na técnica explícita o usuário seleciona manualmente a faixa de música da sua biblioteca e a classifica. Na técnica implícita, o sistema classifica as músicas de acordo com as ações do usuário. Ao selecionar uma música a classificação da faixa passa de “Indefinido” para “Não gosto”. Caso ele escute a música por um longo período, a classificação da música é trocada para “Gosto”.

O sistema permite ao usuário que selecione a técnica de recomendação a ser gerada. Somente após esta seleção que é gerada a recomendação. O sistema ainda permite que o resultado da recomendação seja limitado a músicas que nunca foram escutadas pelo grupo. Também pode ser informado o limite de itens esperados da recomendação.

Figura 1: Esquema geral do *framework GroupRecommendation*.



Fonte: (CHRISTENSEN e SCHIAFFINO, 2011).

Na aplicação *jMoviesGroupRecommender*, para obter as preferências foi utilizada apenas a técnica explícita coletando as informações diretamente dos usuários. O modo de geração da recomendação é igual ao sistema *jMusicGroupRecommender*, onde pode ser selecionada a técnica, o tipo de resultado e a quantidade esperada.

A avaliação dos sistemas foi executada com base em dez experimentos que visavam analisar o comportamento das diferentes técnicas de recomendação. Para cada experimento eram executados os seguintes passos: obtinham certo número de usuários da base de dados, criavam os grupos, geravam a recomendação para os grupos variando as técnicas de recomendação e calculavam devidamente a satisfação para cada grupo. Cabe salientar que os dados utilizados para os experimentos foram obtidos do Yahoo! Webscope Program¹, onde existem inúmeras bases de dados de músicas e filmes.

A conclusão com os experimentos do domínio de músicas foi a confiança nas diferentes técnicas, pois houve um equilíbrio de satisfação entre as técnicas e os grupos formados. Também foi possível observar um alto grau de satisfação dentre todas as técnicas.

Com relação aos experimentos do domínio de filmes foi observado que houve uma menor aceitação na técnica de mescla de recomendações individuais. Já as técnicas de agregação e híbrida apresentaram os mais altos níveis de satisfação.

3.1.2 ImprovedGRA

O estudo apresentado em (BORATTO, CARTA e SATTA, 2010) consiste na definição de um modelo para identificação automática de grupos de usuários e um algoritmo de recomendação para grupos utilizando a técnica de filtragem colaborativa. Para identificação

¹ http://research.yahoo.com/Academic_Relations.

do grupo, o modelo utiliza as recomendações individuais, as combina com as preferências dos usuários e as usa como entrada para o algoritmo de agrupamento clássico.

No que diz respeito à recomendação para grupos, o artigo apresenta o algoritmo *ImprovedGRA* (*Improved Group Recommendation Algorithm*). Este algoritmo foi desenvolvido a partir do algoritmo *BaseGRA* (*Baseline Group Recommendation Algorithm*). O *BaseGRA* usa um algoritmo de agrupamento clássico para identificar os grupos, explorando as últimas preferências expressadas pelos usuários do sistema. Para modelar o grupo, *BaseGRA* combina as preferências de cada usuário com a classificação prevista usando um algoritmo de filtragem colaborativa para os itens não classificados.

Uma vez que o número de itens avaliados por um usuário num sistema é normalmente muito mais baixo do que o número de itens que podem ser avaliados, considerou-se o fato de que o passo de agrupamento pode ser afetado por um problema de dispersão de dados disponíveis. O algoritmo apresentado, *ImprovedGRA*, foi desenvolvido para superar este problema potencial e melhorar a qualidade do agrupamento. Em resumo, o algoritmo gera predições a partir da matriz de classificação utilizada na identificação dos grupos e adiciona as predições dos itens não classificados pelos usuários.

Os experimentos foram realizados com recomendações de filmes para grupos de usuários. Os dados utilizados eram provenientes do MovieLens-1M², que é composto de um milhão de avaliações, expresso por 6.040 usuários para 3.900 filmes. Para avaliar a qualidade das classificações preditas por cada algoritmo, foram utilizadas cerca de 20% das classificações como o conjunto de dados para testes e o restante dos dados foi utilizado como o conjunto de treino para o algoritmo. Os experimentos consistiram em realizar a recomendação para o grupo utilizando três algoritmos *BaseGRA*, *ImprovedGRA* e o *ModularityBasedGRA* (BORATTO, CARTA, *et al.*, 2009). Sendo este último a principal referência para avaliação do modelo apresentado.

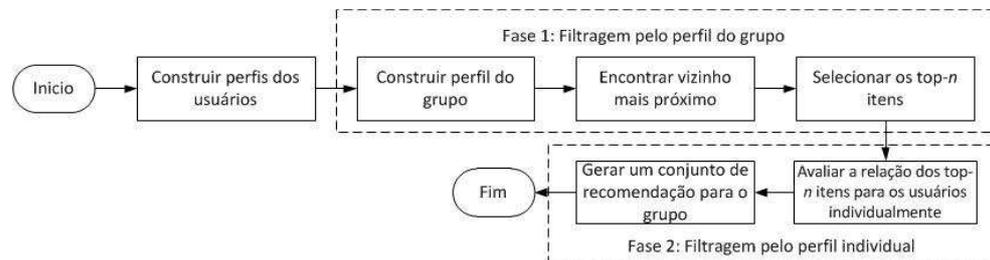
Após a execução dos experimentos foram apurados os resultados e coletadas algumas métricas de desempenho dos algoritmos. A conclusão obtida pelos autores é que quando comparados, os algoritmos *BaseGRA* e *ImprovedGRA* superam o algoritmo *ModularityBasedGRA* em termos de qualidade de recomendação. Também foi possível observar que o algoritmo *ImprovedGRA*, usando uma avançada matriz de classificação para identificar e modelar os grupos, é capaz de produzir grupos homogêneos em termos de tamanho e distribuição.

3.1.3 GRec_OC

O trabalho desenvolvido por (KIM, KIM, *et al.*, 2009) consiste no desenvolvimento de um procedimento para recomendação para grupos em comunidades *on-line*, o *GRec_OC*. O trabalho consiste em duas fases. A primeira é a geração de um conjunto de recomendações para o grupo utilizando o método de filtragem colaborativa. A segunda é a remoção de itens irrelevantes desta recomendação para melhor satisfazer as preferências dos membros. Na figura 2 pode ser observada uma visão global do procedimento *GRec_OC*.

² <http://www.grouplens.org/node/73>

Figura 2: Visão global do procedimento de recomendação do *GRec_OC*.



Fonte: (KIM, KIM, *et al.*, 2009).

Na fase de geração da recomendação, o sistema realiza primeiro uma etapa de criação de um perfil para representar a agregação das preferências do grupo. A segunda etapa consiste em calcular a similaridade entre os perfis do grupo e encontrar grupos vizinhos com base em um grupo principal.

Após encontrar a similaridade entre o grupo principal com os outros grupos, são escolhidos os grupos que apresentam maior semelhança. Para cada grupo, é produzido um conjunto de recomendações de livros no qual provavelmente o grupo principal escolha. Ao gerar uma recomendação definida para um determinado grupo, o procedimento seleciona os itens mais frequentemente comprados. Estes dados são lidos em um banco de dados de vendas que possui a frequência de compra de livros.

A segunda fase inclui um método de filtragem baseado no perfil para reduzir a insatisfação individual dos membros do grupo. O sistema remove os conteúdos irrelevantes do conjunto candidato a recomendação considerando os membros individuais do grupo. Esta fase consiste de duas etapas: avaliação da relevância e geração do conjunto final de recomendação. O objetivo em uma comunidade on-line é a retenção de membros, desta forma, esta segunda fase é projetada para melhorar a satisfação individual dos membros do grupo.

A primeira etapa consiste em calcular a relevância entre cada membro de um grupo e os livros candidatos à recomendação. O *GRec_OC* realiza este processo baseado nos perfis individuais dos membros por meio dos seus registros anteriores de leitura do livro. Todos os livros têm palavras-chave para representar o seu conteúdo. Foi usada a abordagem baseada em conteúdo para avaliar a compatibilidade entre os perfis de usuários e os perfis dos livros. Um perfil de livro inclui informações sobre as características do livro. A pontuação de compatibilidade entre um usuário individual e um livro candidato é obtida pela medida de correlação de *Pearson-r* entre ambos.

A segunda etapa minimiza a insatisfação de membros individuais, em grupos, eliminando os livros, com baixa pontuação de compatibilidade entre a relação livro e usuário, dos livros candidatos à recomendação. Uma pontuação com maior compatibilidade entre o perfil do livro e o perfil do usuário indica que o usuário estaria mais satisfeito com o livro. Sendo assim, é definido um limite, que pode ser o valor médio de compatibilidade, a pontuação mínima de compatibilidade ou qualquer valor arbitrário. Desta forma, se existe um livro cuja classificação de compatibilidade está abaixo do limite, ele é eliminado do conjunto de livros candidatos à recomendação obtidos na primeira fase. Após a conclusão desta etapa, se obtém a listagem final a ser recomendada.

Os experimentos foram produzidos a partir do desenvolvimento de um protótipo. Foram propostos cinco grupos, mas com o objetivo de avaliar a recomendação para apenas um dos grupos. Os dados foram coletados de estudantes de graduação e pós-graduação em uma universidade, contendo 1.876 dados transacionais gerados por 265 usuários em 889 livros. Os dados dos livros e palavras-chave utilizadas no experimento foram obtidos a partir de uma livraria, que utiliza canais de distribuição *on-line* e *off-line*. Os grupos de participantes foram formados com base na idade dos indivíduos, interesses pessoais e objetivos. O tamanho dos grupos foi definido aleatoriamente e que variava de 5 a 30.

Após receber a recomendação, cada grupo foi convidado a selecionar um determinado número de livros que seus membros irão ler juntos. Alguns grupos selecionaram um livro, outros dois livros, alguns selecionaram mais de dois livros, e em alguns casos havia grupos que não selecionaram nenhum livro. Após algumas recomendações e seleções de livros serem concluídas, foi realizada uma pesquisa para medir a satisfação do grupo.

As conclusões obtidas com o *GRec_OC*, foram que, a partir da sua utilização, se obteve os valores mais elevados de precisão do que com o sistema de referência apresentado no texto. Além disso, o número de usuários insatisfeitos foi reduzido, quando comparado com o sistema de referência.

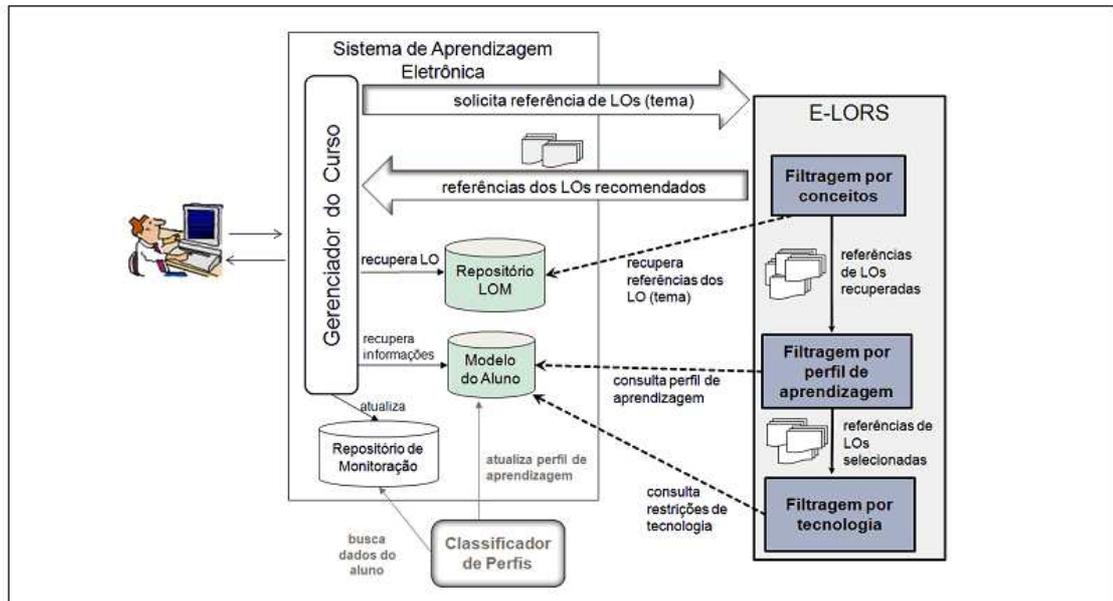
3.2 Recomendação de Objetos de Aprendizagem

3.2.1 e-LORS

No trabalho apresentado por (ZAINA, BRESSAN, *et al.*, 2012) foi proposto um modelo de recomendação de OA, chamado e-LORS (*e-Learning Object Recommendation System*). Sua abordagem para recomendação de conteúdo é baseada no relacionamento entre perfis e objetos de aprendizagem. Seu processo de recomendação é baseado em filtragem de informações baseada em conteúdo.

O processo de recomendação de objetos de aprendizagem apresentado pelo modelo é realizado por uma filtragem em três etapas. As etapas selecionam os OAs com base nas informações referente ao tema a ser apresentado aos alunos, no perfil de aprendizagem do aluno e nas restrições tecnológicas que caracterizam o ambiente em que o aluno interage. Na figura 3 pode ser observada a arquitetura do sistema e-LORS integrado a um sistema de aprendizagem. O modelo desenvolvido utiliza o padrão LOM (IEEE-LTSC, 2002) para definição dos metadados de OA e se baseia em (FELDER e SILVERMAN, 1988) para definição de perfil do usuário.

Figura 3: Arquitetura do sistema e-LORS.



Fonte: (ZAINA, BRESSAN, *et al.*, 2012).

Inicialmente o processo de recomendação identifica o tema relacionado aos objetos de aprendizagem que serão recomendados e o aluno que está sendo alvo da recomendação. Após isso, inicia a filtragem por etapas.

A primeira etapa é a filtragem por conceitos. Este processo realiza a seleção de OAs que possuam a ocorrência do Tema através dos campos Título, Descrição ou Palavras-chave da categoria Geral dos metadados. O resultado deste processo é um conjunto de referências de OAs que satisfazem ao tema.

A próxima etapa é a filtragem por perfil de aprendizagem. Esta tem por objetivo selecionar, entre os objetos relacionados ao tema, quais atendem ao perfil de aprendizagem de um determinado aluno. Para isso, considerando as diferentes dimensões de preferências que caracterizam o perfil do aluno, conforme definido por Felder e Silverman. As preferências do aluno descritas em seu perfil de aprendizagem são comparadas com os campos Tipo de Interatividade e Tipo de Recurso de Aprendizagem da categoria Educacional do padrão LOM.

A última etapa do e-LORS é a filtragem dos OAs com base na característica da tecnologia em que o aluno está utilizando. Seu objetivo é analisar questões que possam restringir a utilização do OA. Como exemplo, podemos citar o formato de um áudio ou um vídeo necessário para execução do OA.

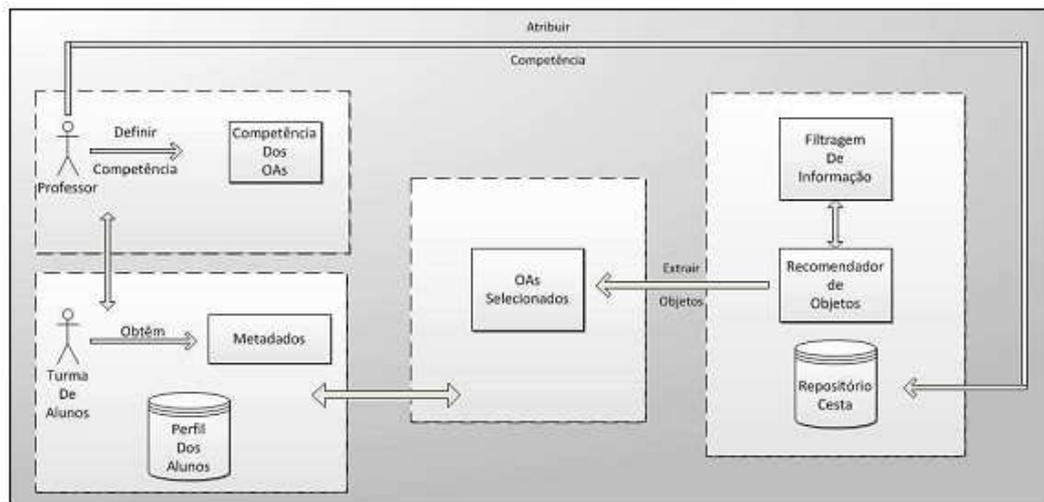
Para validação do modelo foi aplicado um experimento com os alunos dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia da Computação e Engenharia Elétrica na disciplina de Física I durante um semestre letivo. O objetivo foi apoiar os alunos em atividades realizadas de modo presencial, procurando estimular os alunos a estudarem usando diferentes objetos de aprendizagem.

Ao fim do experimento observou-se que o sistema e-LORS empregou uma automatização no processo de recomendação de conteúdo educacional por meio do relacionamento do perfil e do tipo de objeto de aprendizagem. As fases de recomendação foram executadas cumprindo os objetivos da proposta e-LORS.

3.2.2 Recomendação por Competências

No trabalho desenvolvido em (CAZELLA, SILVA, *et al.*, 2011), foi apresentado um modelo de sistema de recomendação de OAs com base no desenvolvimento de competências em EAD. O recomendador utiliza como base no seu processo a relação das competências que se deseja desenvolver nos alunos, o perfil do usuário e os objetos de aprendizagem disponíveis no repositório em questão. Na figura 4 pode ser observada a visão macro do modelo proposto.

Figura 4: Visão macro do modelo.



Fonte: (CAZELLA, SILVA, *et al.*, 2011).

O processo de recomendação definido no modelo consiste em algumas etapas. A primeira etapa é a seleção dos OAs a serem utilizados com a turma visando o desenvolvimento de competências dos alunos. Esta atividade é realizada pelo professor utilizando o repositório de OAs. O repositório utilizado na avaliação do modelo é o CESTA³ (Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem), que tem como padrão de metadados de OAs o LOM (IEEE-LTSC, 2002).

A segunda etapa consiste nos alunos responderem a um questionário referente ao seu nível de conhecimento em determinadas competências além de informações demográficas. Com base nestas informações, o sistema pode recomendar os objetos de aprendizagem mais adequados.

A última etapa é a responsável por efetuar a recomendação. Um mecanismo executa a filtragem de informação selecionando os OAs a serem recomendados aos alunos, a partir do seu perfil e das competências que o mesmo necessita desenvolver ao longo do curso. Os objetos são selecionados diretamente do repositório CESTA através de seus metadados.

Segundo o autor, a principal contribuição do modelo é a possibilidade de filtrar OAs que melhor atendem as competências em EAD a serem desenvolvidas pelos alunos. Esta filtragem

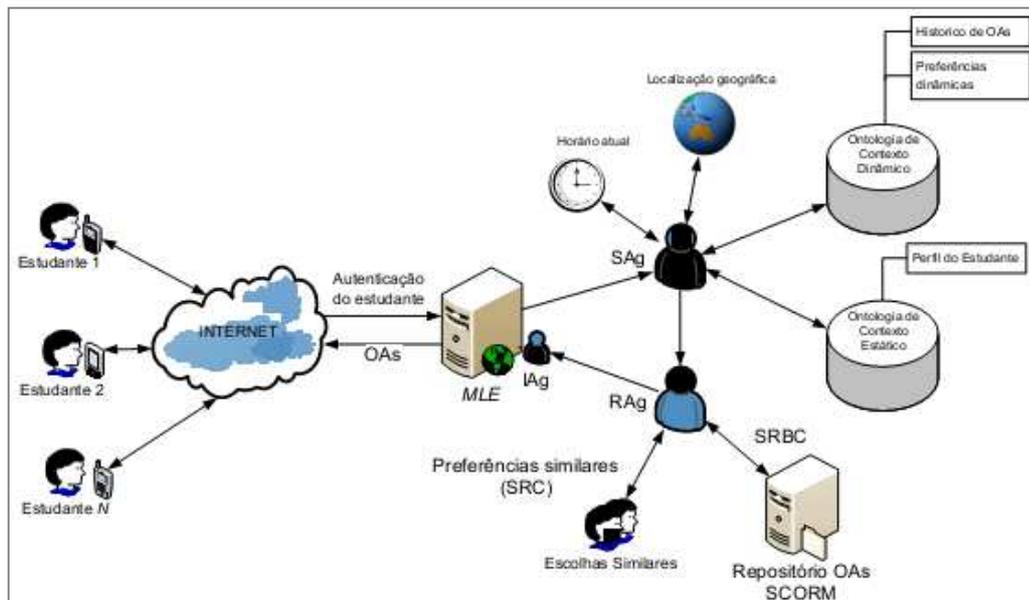
³ <http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/>

baseia-se no cruzamento do perfil do aluno e nas competências atribuídas ao objeto de aprendizagem.

3.2.3 MobiLE

Nos estudos propostos por (SILVA, NETO e JUNIOR, 2011) é apresentado o MobiLE, uma abordagem baseada em agentes para recomendação sensível ao contexto de OAs a fim de aperfeiçoar o processo de ensino na aprendizagem móvel. A proposta para recomendação apresentada no trabalho é baseada em um fator de recomendação influenciado pela área de interesse, local e horário preferido do aluno. Na figura 5 pode ser observada a arquitetura proposta pelo modelo MobiLE. O modelo implementado é baseado em um sistema de recomendação que considera o conteúdo dos OAs em relação ao perfil do aprendiz e também a comparação de alunos com preferências semelhantes.

Figura 5: Arquitetura proposta do MobiLE.



Fonte: (SILVA, NETO e JUNIOR, 2011).

O modelo foi estruturado com base em três agentes de software: Agente Estudante (SAG – *Student Agent*), Agente Recomendador (RAG – *Recommender Agent*) e Agente de Interface (IAG – *Interface Agent*).

O agente SAG é responsável por monitorar as atividades dos alunos, recuperar as preferências de aprendizagem contidas nos perfis dos alunos e os seus respectivos históricos de escolha de OAs. Além destas informações ele também captura as informações de contexto, localização geográfica e o horário atual.

Com base nas informações fornecidas pelo SAG, o agente RAG identifica os OAs mais adequados ao contexto do aluno. Este processo ocorre em duas etapas. A primeira etapa consiste na análise dos OAs mais adequados considerando uma filtragem por conteúdo. Nesta filtragem ele verifica, com base na área de interesse definida pelo aluno, a incidência destas palavras nos campos Título, Descrição e Palavra-chave nos metadados dos OAs. Também verifica o local e horário preferido pelo aluno. A segunda etapa é identificar, dentre estes OAs

selecionados na primeira etapa, quais destes foram aceitos por alunos com preferências similares ao do aluno em questão. Desta forma, realizando uma filtragem colaborativa. Por fim, o agente IAg é o responsável por verificar se o OA a ser recomendado atende as características do dispositivo móvel. Caso necessário, realiza a adequação do conteúdo.

Segundo os autores, a solução proposta objetiva tornar a aprendizagem móvel adequada às necessidades dos estudantes, podendo ser aplicada a qualquer sistema de gestão de aprendizagem. Entretanto, as conclusões apresentadas ainda são preliminares, pois o modelo se encontra em elaboração.

3.3 Comparação

A tabela 1 apresenta o comparativo entre os trabalhos relacionados considerando os seguintes critérios:

- **Trabalho:** Referência do modelo;
- **Tipo:** Indica o tipo de recomendação que é realizada, se é uma recomendação para um grupo de pessoas ou se é uma recomendação individual;
- **Item:** Informa qual o tipo do item que está sendo recomendado.
- **Sensível ao Contexto:** Indica se o modelo possui sensibilidade ao contexto;
- **Dispositivos Móveis:** Indica se o modelo possui suporte para acesso via dispositivos móveis;
- **Técnica para Recomendação:** Informa qual a técnica utilizada para realizar a recomendação de conteúdo.

Tabela 1: Comparação entre os trabalhos relacionados.

Trabalho	Tipo	Item	Sensível ao Contexto	Dispositivos Móveis	Técnica para Recomendação
GroupRecommendation (CHRISTENSEN e SCHIAFFINO, 2011),	Grupo	Músicas e Filmes	Não	Não	(1) Mescla das recomendações individuais (2) Agregação das classificações individuais dos itens avaliados (3) Construção do modelo das preferências do grupo
ImprovedGRA (BORATTO, CARTA e SATTI, 2010)	Grupo	Filmes	Não	Não	Mescla das recomendações individuais
GRec_OC (KIM, KIM, et al., 2009)	Grupo	Livros	Não	Não	Construção do modelo das preferências do grupo
e-LORS (ZAINA, BRESSAN, et al., 2012)	Individual	OA	Não	Não	Filtragem baseada em conteúdo
(CAZELLA, SILVA, et al., 2011),	Individual	OA	Não	Não	Filtragem baseada em conteúdo
MobiLE (SILVA, NETO e JUNIOR, 2011)	Individual	OA	Sim	Sim	(1) Filtragem baseada em conteúdo (2) Filtragem colaborativa

Fonte: Elaborado pelo autor.

O *framework* GroupRecommendation (CHRISTENSEN e SCHIAFFINO, 2011) apresenta a maior variedade de técnicas para efetuar a recomendação, além de possibilitar a recomendação de músicas e filmes. Com relação à formação de grupos, ela ocorre manualmente pelos próprios usuários que indicam em qual grupo querem fazer parte. Os testes do modelo foram realizados utilizando a recomendação de músicas e filmes para os usuários.

O modelo ImprovedGRA (BORATTO, CARTA e SATTÀ, 2010) apresenta uma formação de grupos automática baseado nas predicações e preferências individuais dos usuários. Sua técnica para recomendação é baseada na junção das recomendações individuais. O item recomendado para os usuários são filmes.

O modelo GRec_OC (KIM, KIM, *et al.*, 2009) apresenta a recomendação de livros para comunidades *on-line*. Os grupos são formados manualmente pelos próprios usuários. A técnica de recomendação utilizada é baseada na criação de um perfil para grupo representando a agregação das preferências dos membros do grupo.

No modelo e-LORS (ZAINA, BRESSAN, *et al.*, 2012) sua forma de recomendação ocorre individual para os alunos. Realiza uma filtragem baseada em conteúdo efetuando a relação entre o perfil e os metadados dos OAs. Também efetua uma filtragem analisando características tecnológicas do OA e do recurso disponível pelo aluno.

O trabalho apresentado em (CAZELLA, SILVA, *et al.*, 2011) aborda a recomendação de conteúdo individualizada buscando o desenvolvimento de competências do aluno. Seu processo de recomendação consiste em uma filtragem baseada em conteúdo. Realiza esta filtragem a partir da análise do perfil do aluno e das competências que ele precisa desenvolver, estas informações são cruzadas com os OAs a fim de localizar o melhor OA que desenvolva tal competência.

O modelo MobiLE (SILVA, NETO e JUNIOR, 2011) trata a recomendação de forma individualizada. Efetua uma filtragem baseada em conteúdo seguida de uma filtragem colaborativa. Considera no seu processo de recomendação o perfil do aluno e os metadados do OA, além de analisar o contexto onde os alunos estão inseridos. Possui uma arquitetura baseada em agentes de software e ontologias.

Conforme pode ser observado nos trabalhos apresentados, não se localizou modelos que propõem a recomendação de conteúdos educacionais considerando o grupo de alunos. Existem trabalhos que consideram a formação de grupo e efetuam o processo de recomendação utilizando técnicas de recomendação, mas tais modelos não foram aplicados em um ambiente educacional.

Além dos trabalhos relacionados apresentados, (JAMESON e SMYTH, 2007) apresenta uma relação de 14 sistemas de recomendação para grupos. Dentre estes trabalhos, não foram encontrados estudos que fossem aplicados em um ambiente educacional ou que recomendassem OAs para grupos de pessoas.

Em (BORATTO e CARTA, 2010), os autores apresentam o estado-da-arte sobre recomendação para grupos. O estudo aborda os diferentes tipos e técnicas de recomendação para grupos. Na relação de 29 trabalhos utilizados como base para o desenvolvimento do estudo, não foram localizadas iniciativas voltadas para a aplicação deste tipo de sistema com o intuito de realizar recomendação de OAs.

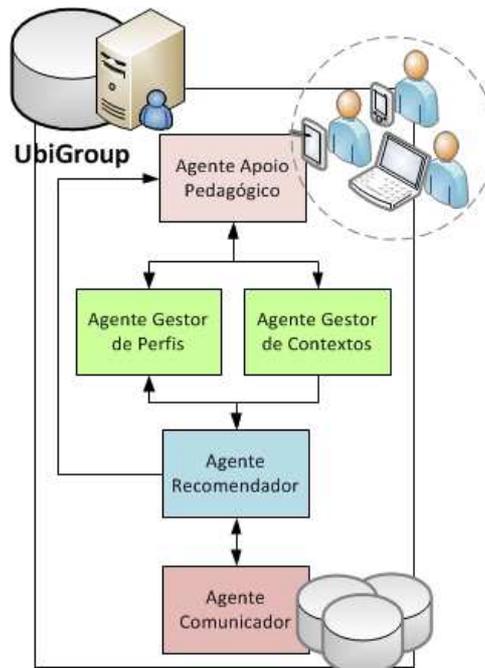
4 MODELO UBIGROUP

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um método de recomendação ubíqua de OAs para grupo de aprendizes, por meio da especificação e implementação do sistema denominado *UbiGroup*. Neste capítulo é apresentada a estrutura do *UbiGroup*, que tem por objetivo recomendar OAs levando em conta o agrupamento dos perfis dos aprendizes e o contexto onde eles estão inseridos. O perfil dos aprendizes contém as informações pessoais, preferências, desempenhos e trabalhos realizados. Por sua vez, o contexto contém as informações referentes ao local, data e hora, posição geográfica e a descrição da atividade de ensino. Nas seções seguintes é apresentada a arquitetura do modelo, as ontologias criadas e o detalhamento dos agentes.

4.1 Arquitetura

A arquitetura do *UbiGroup* é composta por cinco agentes conforme pode ser visto na figura 6. O Agente Apoio Pedagógico (AP) é o responsável por obter as informações do aprendiz e de informá-lo sobre novas recomendações. O Agente Gestor de Perfis (GP) é o responsável por manter atualizados os perfis dos aprendizes e por gerar a similaridade entre eles. O Agente Gestor de Contextos (GC) é o responsável por gerenciar os contextos do sistema. O Agente Recomendador (RE) é o responsável por manter as regras de recomendação. O Agente Comunicador (CO) é responsável por efetuar a comunicação com os repositórios de OAs.

Figura 6: Arquitetura do *UbiGroup*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

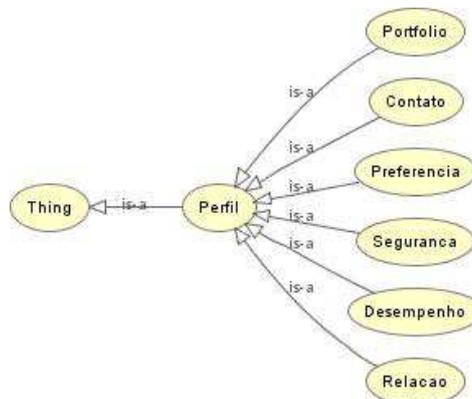
4.2 Ontologias

Para a formalização das informações do perfil do aprendiz e do contexto foram criadas ontologias. O objetivo destas ontologias é auxiliar os agentes nas trocas de mensagens, fornecendo um padrão no tratamento das informações do sistema.

4.2.1 Ontologia de Perfil

Na figura 7 pode ser observada a estrutura de classes da ontologia de perfil. O perfil de cada aprendiz contém suas informações pessoais, os relacionamentos com outros aprendizes, desempenhos, preferências e seu portfólio. A definição das informações contidas no perfil do aprendiz foi baseada no padrão PAPI (*Public and Private Information for Learners*) (IEEE, 2000). Na tabela 2, é apresentado o detalhamento das classes da ontologia.

Figura 7: Ontologia do Perfil do Aprendiz.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2: Detalhamento da Ontologia de Perfil do Aprendiz.

Contato	TemIdAprendiz
	TemNome
	TemTipo
	TemEmail
	TemTelefone
	TemEndereco
Seguranca	TemIdAprendiz
	TemLogin
	TemSenha
	TemLogado
	TemContextoAtual

Relacao	TemIdAprendiz
	TemIdAprendizRelacao
	TemDataHora
	TemContexto
	TemGrauSimilaridade
Portfolio	TemIdAprendiz
	TemIdPortfolio
	TemTipoPortfolio
	TemTitulo
	TemDescricao
	TemEvento
	TemLocal
	TemAno
Desempenho	TemIdAprendiz
	TemIdDesempenho
	TemTipoDesempenho
	TemNomeDesempenho
	TemDescritivo
	TemInstituicao
	TemAvaliacao
	TemDataReferencia
Preferencia	TemIdAprendiz
	TemFormatoOA
	TemTipoDispositivo
	TemEstiloAprendizagem
	TemContexto

Fonte: Elaborado pelo autor.

As informações pessoais do aprendiz estão relacionadas na classe *Contato*. Esta classe possui as seguintes informações: 1) *TemIdAprendiz*: identificador único do aprendiz no sistema; 2) *TemNome*: nome do aprendiz; 3) *TemTipo*: tipo do aprendiz no sistema, podendo ser do tipo Aluno ou Professor; 4) *TemEmail*: e-mail do aprendiz; 5) *TemTelefone*: telefone de contato; 6) *TemEndereco*: endereço completo.

Na classe *Seguranca* são informadas as credenciais de acesso do aprendiz. Ela possui as seguintes informações: 1) *TemIdAprendiz*: identificador único do aprendiz no sistema; 2) *TemLogin*: login de acesso do aprendiz; 3) *TemSenha*: senha de acesso; 4) *TemLogado*: indica

se o aprendiz se logou no sistema; 5) *TemContextoAtual*: indica em qual contexto o aprendiz faz parte.

Os relacionamentos do aprendiz com outros aprendizes são mantidos na classe *Relacao*, que possui as seguintes informações: 1) *TemIdAprendiz*: identificador único do aprendiz no sistema; 2) *TemIdAprendizRelacao*: identificador único do aprendiz no qual houve uma relação de contato; 3) *TemDataHora*: data e hora que houve a relação com o aprendiz; 4) *TemContexto*: contexto onde ocorreu esta relação; 5) *TemGrauSimilaridade*: grau de similaridade entre os aprendizes.

Na classe *Portfolio* são mantidos as informações referentes aos trabalhos produzidos pelo aprendiz. As informações contidas nesta classe são as seguintes: 1) *TemIdAprendiz*: identificador único do aprendiz no sistema; 2) *TemIdPortfolio*: identificador único do material do aprendiz; 3) *TemTipoPortfolio*: tipo do material podendo ser um Artigo Completo, Artigo Resumido, Pôster, Vídeo, Áudio, Livro, Apresentação e Outros; 4) *TemTitulo*: título do material; 5) *TemDescricao*: breve descrição do material; 6) *TemEvento*: evento onde o material foi publicado; 7) *TemLocal*: local do evento; 8) *TemAno*: ano da publicação.

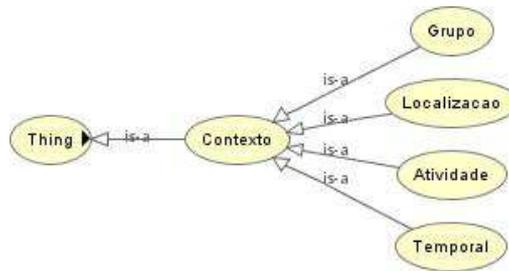
A classe *Desempenho* contém o histórico do aprendiz listando seu desempenho e avaliações. Esta classe possui as seguintes informações: 1) *TemIdAprendiz*: identificador único do aprendiz no sistema; 2) *TemIdDesempenho*: identificador único do histórico de desempenho; 3) *TemTipoDesempenho*: tipo de historio de desempenho podendo ser Prova, Disciplina, Certificação e Outros; 4) *TemNomeDesempenho*: nome referente ao desempenho; 5) *TemDescritivo*: breve descrição; 6) *TemInstituicao*: nome da instituição onde foi realizado; 7) *TemAvaliacao*: nota obtida, se houver; 8) *TemDataReferencia*: data em que foi realizado.

As informações relativas às preferências do aprendiz estão relacionadas na classe *Preferencia*. Esta classe possui as seguintes informações: 1) *TemIdAprendiz*: identificador único do aprendiz no sistema; 2) *TemFormatoOA*: formato de OA no qual o aprendiz tem preferência em receber (Áudio, Vídeo, Documento, Páginas Web, entre outros); 3) *TemTipoDispositivo*: tipo de dispositivo preferido pelo aprendiz (*smartphone*, *tablet* ou *notebook*); 4) *TemEstiloAprendizagem*: estilo de aprendizagem do aprendiz; 5) *TemContexto*: contexto em que o aprendiz prefere receber recomendação.

4.2.2 Ontologia de Contexto

Na figura 8 pode ser observada a ontologia de contexto. As informações que representam o contexto de um aprendiz são baseadas nas definições de (DEY, ABOWD e SALBER, 2001). Nesta definição, o contexto é composto por elementos como a identificação das entidades, localização, atividade e situação/tempo. O detalhamento da ontologia de contexto é apresentado na tabela 3.

Figura 8: Ontologia do Contexto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3: Detalhamento da Ontologia de Contexto.

Localizacao	TemLocal
	TemPosicaoGPSInicial
	TemPosicaoGPSFinal
Atividade	TemTipo
	TemNome
	TemDescricao
	TemRegraRecomendacao
	TemPalavrasChave
	TemGrauEnsino
Temporal	TemDiasdaSemana
	TemData
	TemHoralInicio
	TemHoraFim
Grupo	TemTipoGrupo
	TemNumeroMinimoAprendizes

Fonte: Elaborado pelo autor.

A classe *Localizacao* contém as informações de posicionamento geográfico do contexto. A classe possui as seguintes informações: 1) *TemLocal*: nome representativo para a localização; 2) *TemPosicaoGPSInicial*: posição GPS do quadrante superior esquerdo do contexto; 3) *TemPosicaoGPSFinal*: posição GPS do quadrante inferior direito do contexto;

A classe *Atividade* contém as informações referentes às atividades ou situações que representam um contexto. A classe possui as seguintes informações: 1) *TemTipo*: tipo de atividade a ser realizada, podendo ser definido como Aula, Prova, Laboratório, Extraclasse, Biblioteca, Bar, Auditório e Outros; 2) *TemNome*: nome que representa a atividade em questão; 3) *TemDescricao*: breve descrição sobre a atividade; 4) *TemRegraRecomendacao*: Regra de recomendação associada a atividade; 5) *TemPalavrasChave*: palavras-chave relativas à atividade, esta informação servirá de base para a busca de OA; 6) *TemGrauEnsino*:

define o grau de ensino para a atividade a ser realizada no contexto, podendo ser Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Superior ou Pós-graduação.

Na classe *Temporal* são relacionadas às informações de contexto referente à limitação de tempo para o contexto existir. A classe possui as seguintes informações: 1) *TemDiasdaSemana*: dias da semana no qual o contexto existe; 2) *TemData*: data específica para o contexto existir; 3) *TemHoraInicio*: horário inicial de acompanhamento do contexto; 4) *TemHoraFim*: horário final de acompanhamento da formação do contexto. Com relação aos itens 1 e 2, pelo menos um deles deve estar preenchido.

A classe *Grupo* contém informações referentes à formação de grupos no contexto. Esta classe possui as seguintes informações: 1) *TemTipoGrupo*: tipo dos membros que podem fazer parte do grupo no contexto, pode ser do tipo Alunos, Professores ou Misto; 2) *TemNumeroMinimoAprendizes*: número mínimo de pessoas dentro do contexto para considerar a formação de um grupo.

A classe *Localizacao* serve de base para saber se o aprendiz está na localização de um contexto ou não. Já a classe *Atividade* serve para informar o aluno da atividade a ser realizada no contexto, mas principalmente por manter as palavras-chave do tema que se deseja recomendar e a regra de recomendação. As classes *Temporal* e *Grupo* são a base para geração do contexto, pois determina o dia e horário da existência do contexto e a formação do grupo, respectivamente.

4.3 Modelagem dos Agentes

Esta seção apresenta um detalhamento das funcionalidades de cada agente e as relações entre eles.

4.3.1 Agente Apoio Pedagógico

O Agente Apoio Pedagógico (AP) é o responsável por fazer a interface com o aprendiz. Ele envia as informações atualizadas dos perfis dos aprendizes para o Agente Gestor de Perfis. Também envia a posição atualizada para o Agente Gestor de Contextos. O agente monitora as ações do aluno e disponibiliza as informações de perfil e contexto.

Este agente é executado no dispositivo móvel, como *Smartphones* e *Tablets*, dos aprendizes. A partir de sua interface gráfica, o aluno pode acessar o UbiGroup e ingressar em um contexto, desta forma, estando apto a receber recomendações de conteúdo.

O primeiro passo para o aprendiz receber uma recomendação é ingressar em um contexto, para que isso ocorra, é papel do agente AP monitorar as movimentações do aluno e enviar esta informação para o agente GC. Caso o agente GC identifique que o aluno está contido em um contexto, ele avisa o agente AP que, por sua vez, notifica o aluno que ele está em um determinado contexto.

Durante o processo de recomendação, a responsabilidade do agente AP é de notificar o aprendiz de que existe uma recomendação para ele. Também é responsável por apresentar os OAs recomendados para o aprendiz. O aprendiz ao receber a recomendação poderá aceitá-la

ou rejeitá-la, caso ele aceite, os dados do OAs são apresentados para o aprendiz. Após a visualização do OA, o aprendiz é convidado a classificar se a recomendação foi satisfatória ou não.

4.3.2 Agente Gestor de Perfis

O Agente Gestor de Perfis (GP) é o responsável por manter os perfis dos aprendizes atualizados e por gerar a similaridade entre os perfis dos aprendizes contidos no contexto. O agente GP é responsável para liberar o acesso dos aprendizes no sistema. O agente AP envia para ele as credenciais de acesso do aprendiz e retorna se estão liberadas ou não. O agente AP informa o aprendiz do retorno da operação.

Outra funcionalidade do agente GP é a manter os perfis dos aprendizes atualizados. O agente recebe do agente AP a atualização do perfil do aprendiz toda vez que ele acessa a aplicação ou quando ele atualiza seu perfil manualmente. Assim que o aprendiz for identificado em um contexto, ele receberá os perfis atualizados de todos os membros do contexto para geração do grau de similaridade entre eles.

O grau de similaridade do aprendiz para com os demais aprendizes do contexto é gerado a partir do cálculo de similaridade baseado nas informações das classes Preferência, Desempenho e Portfólio. O cálculo consiste em gerar um valor de equivalência individual para cada item contido nestas classes e gerar uma média sobre todos os valores obtidos. A equação (1) apresenta o cálculo de similaridade.

$$S(PA_1, PA_2) = \frac{\sum_{i=1}^n ve(PA_1.item_i, PA_2.item_i)}{n} \quad (1)$$

A similaridade (S) entre dois perfis de aprendizes PA_1 e PA_2 , por exemplo, é igual ao somatório do valor de equivalência (ve) de cada item do perfil dos aprendizes, dividido pelo número total de itens avaliados (n).

A geração do valor de equivalência individual entre os itens dos perfis dos aprendizes é definida pelo algoritmo *editDistance* (LEVENSHTEIN, 1966). Este algoritmo compara dois *strings* e determina o número mínimo de operações necessárias para transformar uma string em outro. Com o resultado da função é possível calcular o valor de similaridade entre as informações a partir da divisão do número de operações necessárias, obtida pelo algoritmo, pelo número máximo de operações possíveis.

A informação de similaridade entre os perfis é utilizada pelo Agente Recomendador para definir qual o perfil mais representativo do grupo contido no contexto. Com base neste perfil é realizada a recomendação, na seção 4.3.4 é detalhado este processo.

4.3.3 Agente Gestor de Contexto

O Agente Gestor de Contextos (GC) é responsável por manter os contextos utilizados pelo UbiGroup e por informar o Agente Recomendador sobre alterações ocorridas com relação a entrada ou saída de membros do contexto.

O agente GC além de possuir todos os dados dos contextos do sistema, ele também mantém todos os contextos que estão ativos. Entende-se por contexto ativo aquele contexto que possuir pelo menos um aprendiz contido nele. A condição para o contexto estar ativo não significa que ele está apto a receber uma recomendação, pois, para isso, deve satisfazer a todas as condições das classes Temporal e Grupo.

O agente GC é o responsável por iniciar o processo de recomendação. Ele recebe do agente AP a informação da entrada e saída de membros no contexto. Com esta informação o agente GC verifica se o contexto está apto a receber uma recomendação, ou seja, verifica se todas as condições para existência do contexto estão atendidas (data, hora, posição geográfica e formação em grupo). Caso esteja apto, ele informa o agente RE e se inicia o processo de recomendação.

4.3.4 Agente Recomendador

O Agente Recomendador (RE) é o responsável por gerenciar o processo de recomendação. Ele mantém as regras de recomendação e executa as etapas necessárias para preparar, executar e encaminhar a recomendação.

Uma regra de recomendação é um conjunto de relações entre o perfil do aprendiz, o contexto e os metadados dos OAs. A partir desta relação é possível filtrar os OAs pelos seus metadados. Na tabela 4 são apresentados alguns exemplos de relações criadas entre o perfil do aprendiz e os metadados dos OA. Na tabela 5 são apresentadas algumas relações entre o contexto e os metadados de OA.

A partir destas relações, contidas nas regras de recomendação, é possível gerar uma consulta aos OAs utilizando as informações dos seus metadados para filtros de pesquisa. A consulta gerada é enviada para o agente CO, que encaminha ao repositório para seja pesquisado os OAs que atendam aos filtros informados.

Tabela 4: Relações entre o Perfil do Aprendiz e os metadados de OA.

Perfil do Aprendiz		Metadados OA	
Contato	Tipo	Educational	IntendedEndUserRoleIs
Preferencia	FormatoOA	Segmentation	SegmentMediaTypes
Preferencia	TipoDispositivo	Technical	SupportedPlatformsIs
Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	LearningResourceTypes
Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	InteractivityLevels
Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	InteractivityTypes

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5: Relações entre o Contexto e os metadados de OA.

Contexto		Metadados OA	
Atividade	PalavrasChave	General	Title
Atividade	PalavrasChave	General	Description
Atividade	PalavrasChave	General	Keyword
Atividade	Tipo	Educational	LearningResourceTypes

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor define quais relações ele irá utilizar para compor sua regra de recomendação. A definição desta regra propicia ao professor buscar materiais atrelados ao plano de ensino desejado.

O processo de recomendação é iniciado quando existe um contexto pronto para receber uma recomendação. Para isso, é necessário que as condições deste contexto estejam plenamente satisfeitas. As condições são a localização dos aprendizes, a formação em grupo e o dia e hora atual. Tendo o contexto apto a receber a recomendação, inicia-se a preparação dos dados.

O processo de seleção dos OAs recomendados é realizado pelo agente RE e consiste em três etapas: obtenção do perfil mais representativo para o grupo de aprendizes, busca dos OAs no repositório cadastrado e a classificação dos itens selecionados com base nas avaliações dos membros do grupo.

A primeira etapa é a análise dos perfis contidos no contexto. Esta análise consiste em identificar qual o perfil mais representativo para o grupo e com isso tomar este como base na consulta aos OAs. Para identificar este perfil é utilizado o grau de similaridade entre os aprendizes. O perfil escolhido é aquele que tiver a maior média do grau de similaridade entre os membros do grupo.

Após isso, inicia-se a segunda etapa que é a busca dos OAs no repositório. Com base no perfil, contexto e a regra de recomendação (informada no contexto), o agente define os filtros de pesquisa a serem utilizados para buscar os OAs e a envia para o agente CO. Este agente executa a consulta no repositório e retorna para o agente RE. O resultado obtido com esta busca é a listagem prévia de OAs a serem recomendados.

Para finalizar o processo de recomendação, o agente RE classifica os OAs, previamente selecionados, com base nas avaliações realizadas pelos alunos. Sendo assim, os itens melhores avaliados serão os primeiros da listagem dos itens a serem recomendados para o grupo. O agente RE seleciona os primeiros OAs da listagem e envia para o agente AP.

4.3.5 Agente Comunicador

O Agente Comunicador (CO) é o responsável por efetuar a comunicação com os repositórios de OAs. A partir de uma solicitação do agente RE, ele efetua o acesso ao repositório cadastrado e retorna as informações solicitadas. Este acesso ocorre de forma automática para o aprendiz, sendo necessário apenas o repositório ser previamente configurado.

A comunicação com os repositórios irá ocorrer por meio de comunicação Webservice (W3C, 2007) onde o agente CO irá acessar os serviços disponíveis no repositório. O principal processo a ser executado nos repositórios é a consulta aos OAs.

O agente CO recebe do agente RE os filtros de pesquisa que deseja executar sobre os metadados dos OAs. O agente transforma estes dados em uma consulta SPARQL (W3C, 2008) e esta é enviada ao repositório. O repositório, por sua vez, retorna uma listagem dos OAs em XML. Esta listagem é encaminhada para o agente RE.

4.4 Análise de Requisitos

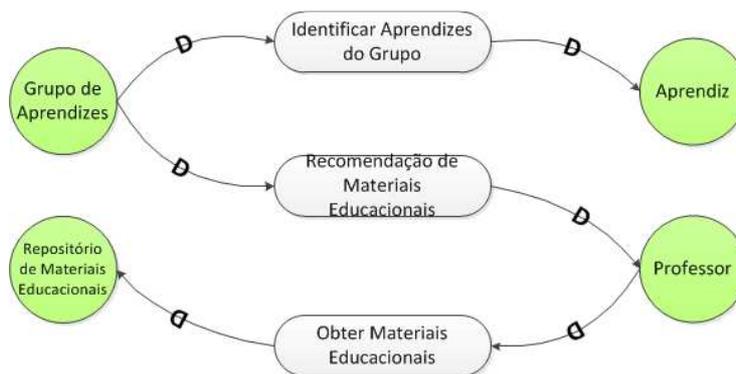
Esta seção apresenta a análise de requisitos do modelo UbiGroup. São apresentados os diagramas de relação de dependência e diagramas UML.

4.4.1 Diagramas de Relação de Dependência

A metodologia utilizada no desenvolvimento desta análise de requisitos é baseada em Tropos (TROPOS, 2000). Esta é uma metodologia utilizada para especificação de sistemas orientados a Agentes de Software. Para implementar os conceitos definidos pela Tropos foi utilizado o *framework* de modelagem de Eric Yu, chamado *i** (YU, 1995), que propõe a utilização de atores (agentes e papéis) e dependência entre atores, além de definir objetivos, tarefas e recursos.

Inicialmente foi desenvolvido o diagrama de Dependência Estratégica onde constam as dependências estratégicas entre os atores, conforme a figura 9. Neste diagrama pode ser observado os principais atores e suas dependências (objetivos).

Figura 9: Diagrama de Dependência Estratégica.



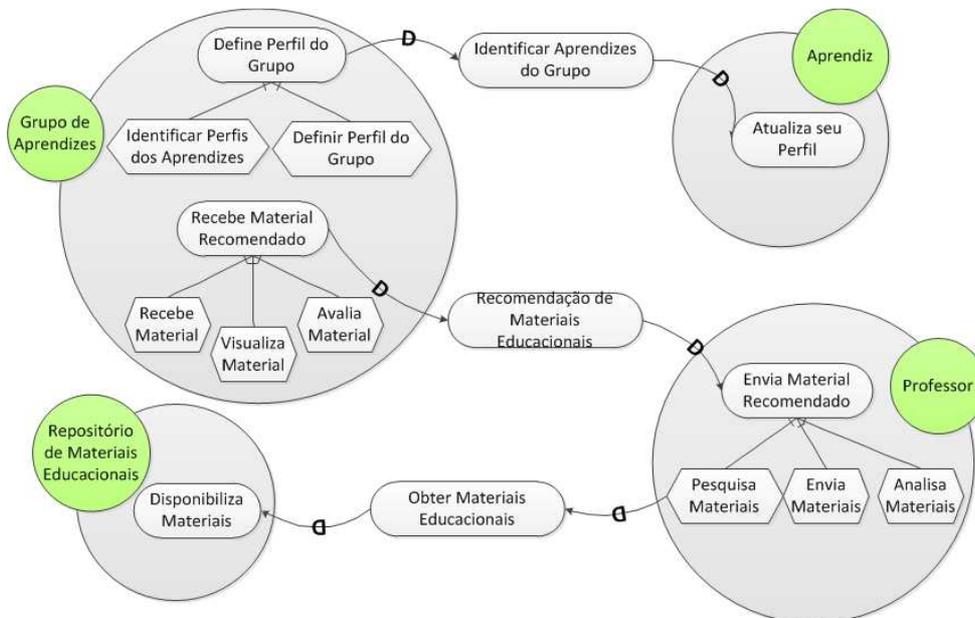
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os principais atores são o Aprendiz, o Grupo de Aprendizizes, o Professor e o Repositório de Materiais Educacionais. Os principais objetivos são identificar aprendizes do grupo, recomendação de materiais educacionais e obter materiais educacionais.

A relação entre o aprendiz e o grupo de aprendizes se dá através do objetivo identificar aprendizes do grupo, onde o grupo de aprendizes depende do aprendiz para identificar aprendizes do grupo. A relação entre o grupo de aprendizes e o professor ocorre por meio do objetivo recomendação de materiais educacionais, ou seja, o grupo de aprendizes depende do professor para receber a recomendação de materiais educacionais. Já o professor para ter condições de recomendar algum material para os aprendizes, depende do repositório de materiais educacionais para obter materiais.

O segundo diagrama é o de Razão Estratégica (figura 10) que consiste na decomposição dos objetivos em tarefas. Seu objetivo é buscar os meios para realizar os objetivos entre os atores. A partir desta decomposição é possível verificar as necessárias tarefas para a realização dos objetivos.

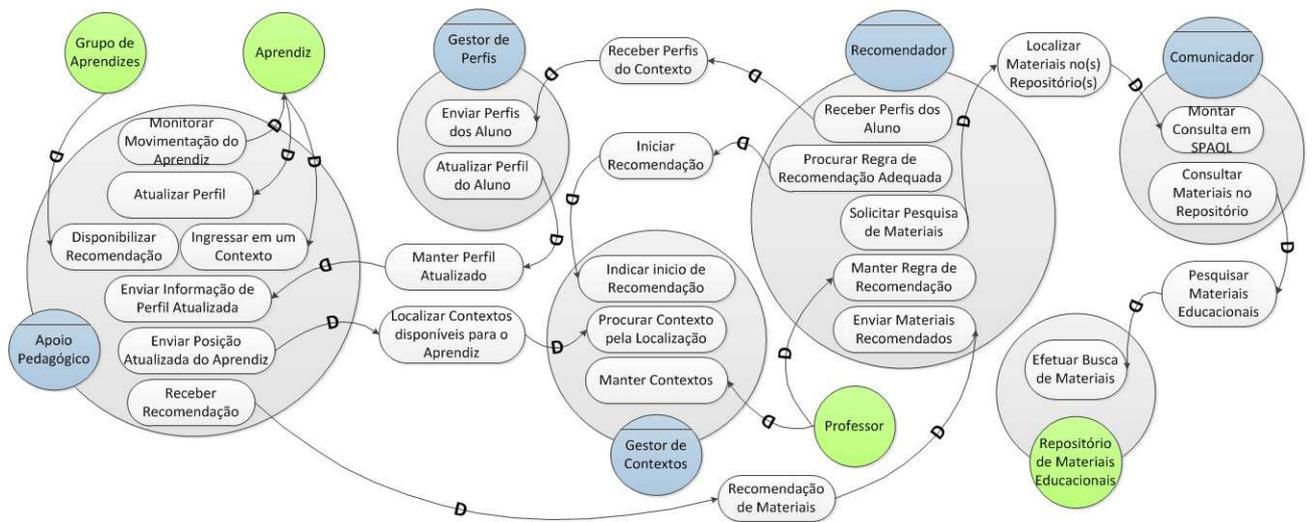
Figura 10: Diagrama de Dependência Estratégica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A terceira visão consiste no diagrama de relação de dependência incluindo os agentes de software do modelo. Esta visão apresenta a dependência entre os atores, apresentados inicialmente, e os atores de sistemas (agentes de software). Este diagrama pode observado na figura 11.

Figura 11: Diagrama de Dependência Estratégica com Agentes de Software.



Fonte: Elaborado pelo autor.

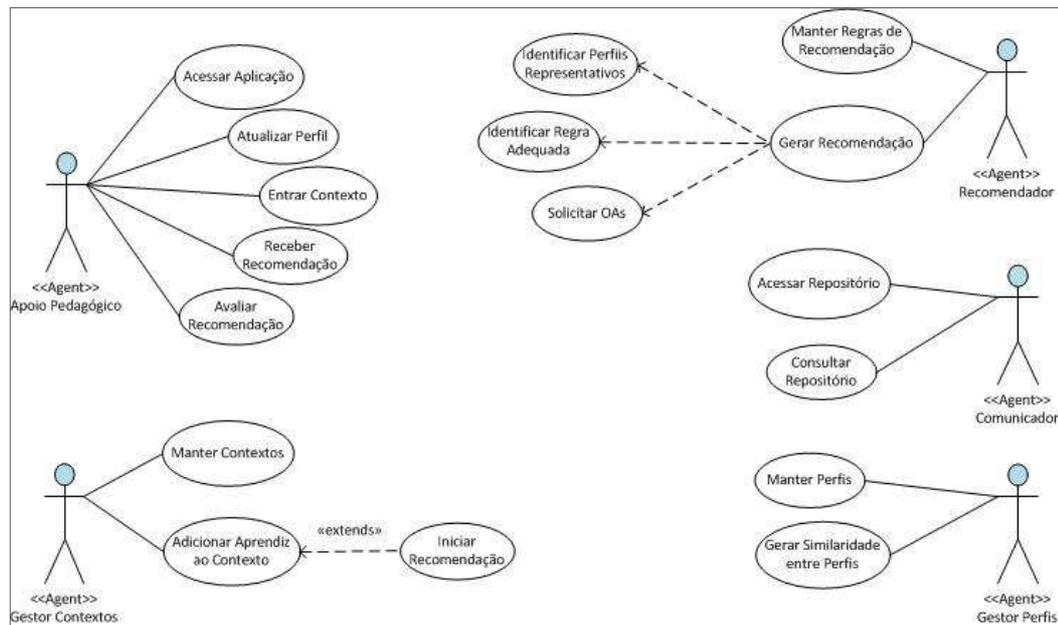
Nesta visão é possível observar as funcionalidades de cada agente do sistema e sua relação de dependência com os atores. Com base neste diagrama é possível criar os diagramas UML onde as funcionalidades são visualizadas em requisitos técnicos do modelo.

4.4.2 Diagramas UML

O UML é uma linguagem para modelagem adotada internacionalmente tanto no meio acadêmico quando em engenharia de software no meio profissional. Esta linguagem foi utilizada para detalhar a modelagem dos agentes através de alguns de seus diagramas. O uso desta linguagem para modelagem de agentes é um tema já abordado por alguns autores e se mostra como uma alternativa já consolidada (SILVA, NOYA e LUCENA, 2004) (BAUER e ODELL, 2005) (GUEDES, 2011).

Inicialmente, foi desenvolvido o diagrama de casos de uso (figura 12), que tem por objetivo apresentar os atores do sistema e suas responsabilidades. Por meio deste diagrama é observado as funcionalidades que cada agente precisa implementar para atender ao modelo proposto.

Figura 12: Diagrama de Casos de Uso.

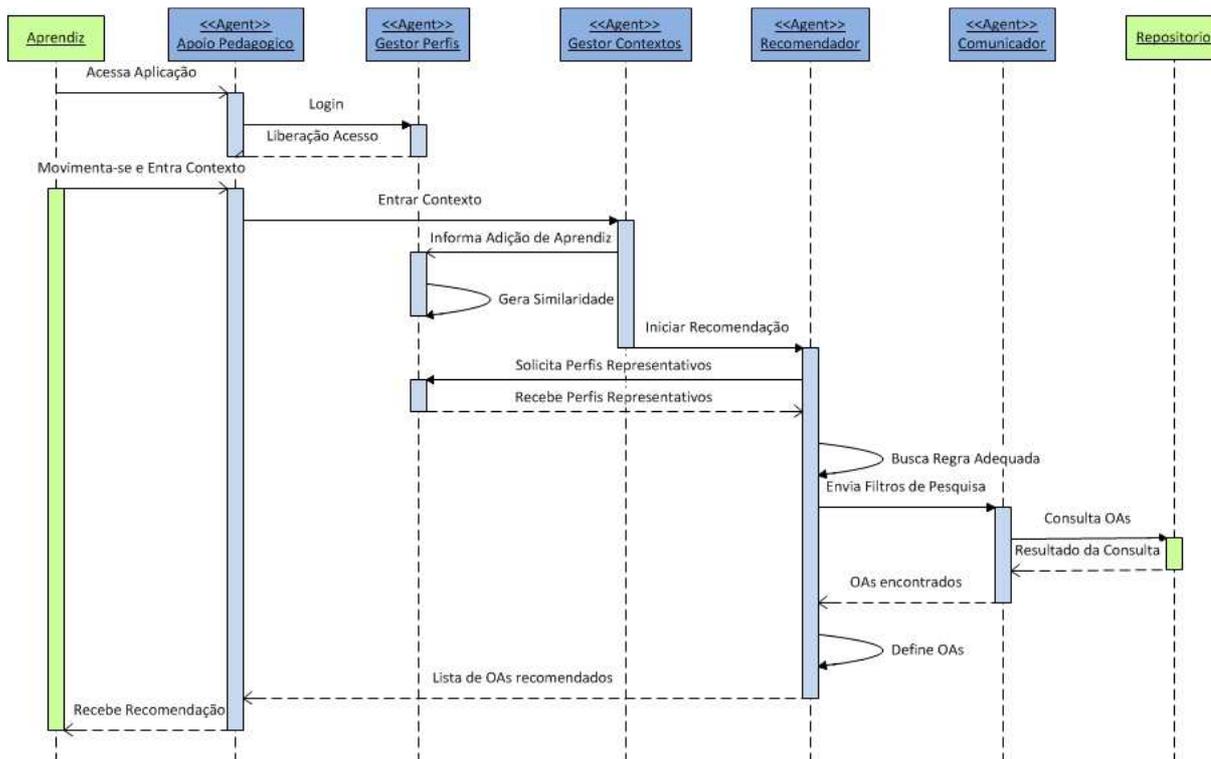


Fonte: Elaborado pelo autor.

A identificação destes casos de uso ocorreu por meio da análise das descrições dos agentes, apresentadas na seção 4.3, e, sobre tudo, por meio do detalhamento apresentado pelos diagramas de relação de dependência.

No diagrama de casos de uso são apresentadas, de forma unilateral, as funcionalidades de cada ator, sem a necessidade de seguir uma sequência ou um fluxo de informação. Para complementar esta visão foi desenvolvido o diagrama de sequência (figura 13). Este diagrama tem por objetivo apresentar a ordem de execução das funcionalidades. Por meio deste diagrama é possível observar o fluxo de execução dos casos de uso para atender ao objetivo do modelo que é a recomendação de OAs.

Figura 13: Diagrama de Sequência.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O desenvolvimento desta análise de requisitos é base para o desenvolvimento do projeto arquitetural do sistema. Esta se utiliza das informações desta análise de requisitos como insumo para a definição da arquitetura a ser utilizada no sistema e o desenvolvimento do seu diagrama de classe.

4.5 Considerações sobre o Capítulo

Neste capítulo foi apresentado o modelo UbiGroup, detalhando sua arquitetura baseada em agentes e suas funcionalidades. Foi possível observar o detalhamento dos principais componentes do modelo e verificar como ocorre o processo de recomendação por meios dos agentes. Também foram apresentadas as técnicas utilizadas para prover a recomendação.

5 ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Este capítulo apresenta os aspectos de implementação para o desenvolvimento do protótipo do UbiGroup. Neste capítulo são apresentadas as tecnologias utilizadas na implementação, arquitetura utilizada e o diagrama de classes da aplicação.

Para apoiar no processo de avaliação do UbiGroup foi implementado um protótipo. O escopo desenvolvido consiste primeiramente na etapa de projeto de sistemas, onde é desenvolvida a documentação técnica e a segunda etapa que consiste no desenvolvimento das funcionalidades dos agentes.

Na etapa de Projeto foi utilizada a linguagem UML 2.1 (OMG, 2005) onde foram modelados os agentes e suas funcionalidades. Primeiramente, com os diagramas de relação de dependência e seguindo para os diagramas de UML. Na etapa de desenvolvimento foram implementadas as funcionalidade previstas em cada agente e a comunicação entre eles.

O modelo de arquitetura adotada no projeto de sistemas foi o MVC (*Model View Controller*). Esta arquitetura consiste na divisão do sistema em camada facilitando o entendimento e eventuais manutenções no código-fonte. Esta arquitetura está dividida em três camadas, *Model*, *View* e *Controller*. Na camada de *Model* (modelo), é onde são definidas as informações trocadas pelo sistema, ou seja, a definição das estruturas de dados. A camada *Controller* (controladora) é a responsável por armazenar as regras de negócio da aplicação e gerenciar a comunicação entre as camadas. A camada *View* (visão) é a responsável por apresentar os dados ao usuário final e por receber as interações do usuário junto ao sistema.

Na figura 14, pode ser observado a arquitetura utilizada na implementação do UbiGroup, a divisão entre as três camadas *Model*, *View* e *Controller* e a subdivisão destas camadas em pacotes.

Figura 14: Arquitetura UbiGroup.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A camada *Model* é composta por dois pacotes:

- **Modelo de dados:** pacote responsável por implementar as estruturas de dados utilizadas no sistema. Estas estruturas são a base para a manipulação das informações na aplicação;

- **Jena⁴**: é um *framework* Java para construção de aplicações da Web Semântica. Fornece um conjunto de ferramentas e bibliotecas Java para ajudar na manipulação dos dados dos perfis dos aprendizes e do contexto.

A camada *Controller* também é composta por dois pacotes:

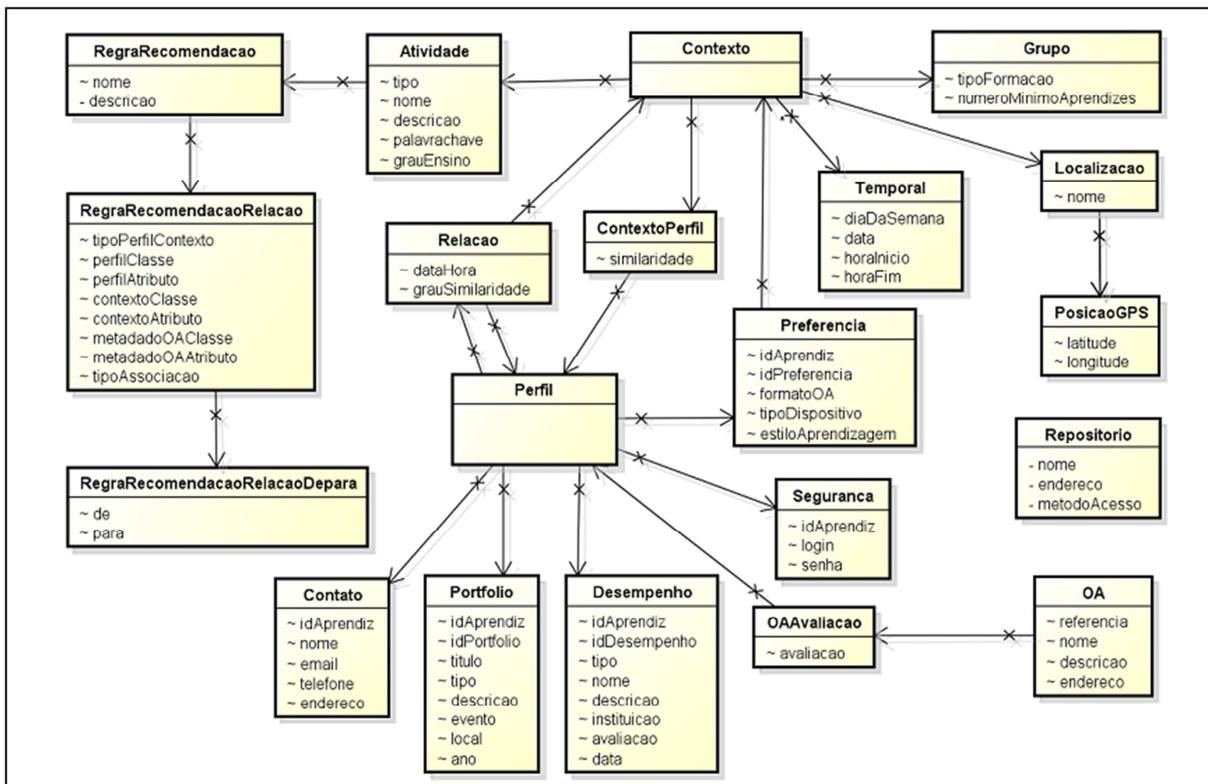
- **Agentes**: implementação dos agentes e suas funcionalidades;
- **Serviços**: pacote responsável por implementar a disponibilização das funcionalidades através de *WebService*.

A camada *View* é composta por dois pacotes:

- **Web**: responsável por implementar a interface web do sistema;
- **Mobile**: responsável pela interface para dispositivos móveis.

A partir desta estruturação da aplicação foram desenvolvidas as funcionalidades do UbiGroup resultando em um conjunto de classes. Estas são apresentadas em dois diagramas de classe, o diagrama de classe da camada *Model* (figura 15) e o diagrama da camada *Controller* (figura 16).

Figura 15: Diagrama de Classe – Camada Model.



Fonte: Elaborado pelo autor.

⁴ <http://jena.apache.org/>

Figura 16: Diagrama de Classe – Camada *Controller*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No desenvolvimento foi utilizada a linguagem de programação Java⁵ em conjunto de algumas tecnologias para suportar a estrutura desenvolvida no UbiGroup:

- **Tomcat**⁶: Servidor de aplicação utilizado para suportar a execução dos agentes e pela disponibilização dos serviços;
- **Android SDK**⁷: Fornece as bibliotecas e ferramentas de desenvolvimento necessárias para construir, testar e depurar aplicativos para o Android. Android é um sistema operacional para dispositivos móveis. Esta tecnologia foi utilizada para o desenvolvimento da interface gráfica do Agente AP;
- **REST/Jersey**⁸: É uma biblioteca utilizada para auxiliar na comunicação dos dados entre os agentes.

⁵ <http://www.oracle.com/us/technologies/java/overview/index.html>

⁶ <http://tomcat.apache.org/>

⁷ <http://developer.android.com/sdk/index.html>

⁸ <https://jersey.java.net/>

6 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Neste capítulo é apresentada a metodologia de avaliação aplicada no UbiGroup. Para isso, foram definidos cenários simulando a utilização da aplicação como uma ferramenta de apoio pedagógico. Para auxiliar neste processo foi necessária a implementação do protótipo descrito no capítulo anterior.

A realização dos experimentos ocorreu a partir, de validação por cenários que é uma abordagem que vem sendo utilizada pela comunidade científica para avaliação de ambientes sensíveis ao contexto (DEY, 2001) e ambientes ubíquos (SATYANARAYANAN, 2001).

O objetivo desta avaliação é realizar simulações da utilização do UbiGroup em atividades propostas pelo professor, considerando diferentes grupos de aprendizes e diferentes contextos a fim de analisar o processo de recomendação de materiais. Para realização desta avaliação foram definidos dois cenários.

Antes de iniciar o processo de utilização da aplicação, se fez necessário realizar a preparação da aplicação por meio do cadastramento de algumas informações. Esta etapa é demonstrada na seção 6.1. Nas seções subsequentes, 6.2 e 6.3 são descritos os cenários para avaliação do UbiGroup.

6.1 Preparação da Aplicação

Previamente ao início da realização dos cenários é necessário cadastrar algumas informações na aplicação. Estas informações são os locais disponíveis para criação dos contextos, as configurações para acesso aos repositórios de OAs e os perfis dos alunos. O cadastramento destas informações deve ser conduzido pelo administrador da aplicação.

Os locais cadastrados na aplicação, para posterior utilização na criação dos contextos, são apresentados na tabela 6. A tela disponibilizada na aplicação para realização deste cadastro é apresentada na figura 17. Os locais utilizados na aplicação são locais reais existentes na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) conforme apresentado na figura 18. Foram elencados quatro lugares: a Sala 6B624, Laboratório de Informática, Biblioteca e o Bar 1.

Tabela 6: Informações dos locais cadastrados.

Nome	Posição GPS Inicial	Posição GPS Final
Sala 6B424	-29.792807,-51.153086	-29.793338,-51.152667
LabInfo	-29.795191,-51.152496	-29.795116,-51.151551
Biblioteca	-29.79479,-51.15712	-29.7952,-51.156036
Bar 1	-29.793142,-51.151981	-29.793422,-51.151637

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17: Tela de cadastramento de locais para os contextos.

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://localhost:8080/UbiGroup/CadastroLocal.jsp`. The page features the UbiGroup logo and a navigation bar with the text ">> Cadastro de Locais". Below this, there is a form with three input fields: "Nome", "Posição GPS Inicial", and "Posição GPS Final". Underneath the form are five buttons: "Novo", "Salvar", "Limpar", "Excluir", and "Consultar". A table below the buttons lists four existing locations with their IDs, names, and GPS coordinates. At the bottom of the page, there are logos for UNISINOS, OBAA, and MILOS.

ID	Nome	Posição GPS Inicial	Posição GPS Final	
1	Sala 6B424	-29.792807,-51.153086	-29.793338,-51.152667	<input type="checkbox"/>
2	LabInfo	-29.795191,-51.152496	-29.795116,-51.151551	<input type="checkbox"/>
3	Biblioteca	-29.79479,-51.15712	-29.7952,-51.156036	<input type="checkbox"/>
4	Bar 1	-29.793142,-51.151981	-29.793422,-51.151637	<input type="checkbox"/>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18: Representação física dos locais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Além do cadastramento dos locais disponíveis na aplicação é necessário configurar o acesso aos repositórios de OAs. Estes repositórios são responsáveis por disponibilizar os materiais para o processo de recomendação. Nos cenários foi utilizado o repositório de OAs

do projeto OBBA MILOS (GLUZ e VICCARI, 2012). As informações para acesso a este repositório foram configuradas conforme tela apresentada na figura 19.

Figura 19: Tela de configuração de acesso aos repositórios.

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://localhost:8080/UbiGroup/CadastroRepositorio.jsp`. The page features the UbiGroup logo and a navigation bar. The main content area is titled '>> Cadastro de Repositórios' and contains a form with three input fields: 'Nome', 'Endereço', and 'Método de acesso'. Below the form are five buttons: 'Novo', 'Salvar', 'Limpar', 'Excluir', and 'Consultar'. A table below the buttons displays the following data:

ID	Nome	Endereço	Método de acesso
1	OBAA MSearch	http://obaa.unisinos.br/ObaaSearch/resources query	

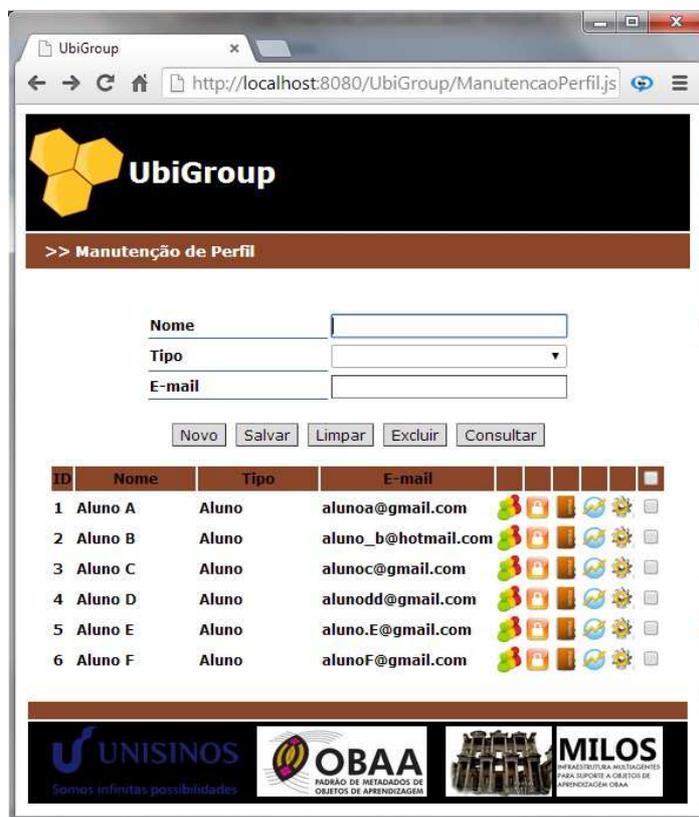
The footer of the page contains logos for UNISINOS (Somos infinitas possibilidades), OBAA (PADRÃO DE METADADOS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM), and MILOS (INSTRUMENTO PARA APOIAR A GESTÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM).

Fonte: Elaborado pelo autor.

As informações dos perfis dos alunos podem ser obtidas pela instituição no momento em que os alunos efetuam sua matrícula, por meio do sistema administrativo da instituição de ensino. Algumas informações mais específicas utilizadas pelo UbiGroup, como por exemplo, as preferências do alunos, podem ser preenchidas a partir da tela de manutenção de perfis (figura 20).

Na tabela 7 são apresentados os dados dos perfis dos alunos disponíveis na aplicação. Estes dados são utilizados na geração da similaridade, que tem como objetivo final, identificar o perfil mais representativo do grupo no momento da recomendação.

Figura 20: Tela de manutenção de perfis.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 7: Perfis dos alunos.

Contato	IdAprendiz	1	2	3	4	5	6
	Nome	Aluno A	Aluno B	Aluno C	Aluno D	Aluno E	Aluno F
	Tipo	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno
Preferência	FormatoOA	Vídeo	Áudio	Vídeo	Vídeo	Áudio	Vídeo
	TipoDispositivo	Mobile	Mobile	Notebook	Mobile	Mobile	Mobile
	Percepção	Racional	Intuitivo	Racional	Racional	Intuitivo	Racional
	Apresentação	Visual	Visual	Verbal	Verbal	Visual	Visual
	Processo	Ativo	Reflexivo	Ativo	Ativo	Reflexivo	Reflexivo
	Entendimento	Sequencial	Sequencial	Sequencial	Sequencial	Sequencial	Global
	Contexto	Bar 1	LabInfo	Bar 1	Biblioteca	LabInfo	LabInfo
Portfólio	TipoPortfolio	Artigo Completo	Artigo Resumido	-	Artigo Completo	Artigo Resumido	Artigo Completo
	Titulo	Um modelo multiagente para recomendação de conteúdo	Recomendação de Conteúdo Educacional para Grupos	-	Um modelo multiagente para recomendação de conteúdo	Recomendação de Conteúdo Educacional para Grupos	Um modelo multiagente para recomendação de conteúdo
	Descricao	-
	Evento	SBYY	ERYY	-	SBYY	ERYY	SBYY
	Local	São Leopoldo	Porto Alegre	-	São Leopoldo	Porto Alegre	São Leopoldo

	Ano	2012	2012	-	2012	2012	2012
Desempenho	TipoDesempenho	Disciplina	Disciplina	Disciplina	Disciplina	Disciplina	Disciplina
	Nome	Programação 1	Programação 1	Programação 1	Lógica	Algoritmos	Lógica
	Descritivo	-	-	-
	Instituicao	Unisinos	Unisinos	Unisinos	Unisinos	Unisinos	Unisinos
	Avaliacao	7	8	8,3	9	7,2	8,8
	DataReferencia	2012-1	2012-1	2012-2	2011-1	2010-1	2011-1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o cadastro destas informações na aplicação é possível disponibilizá-la para o professor efetuar o cadastramento das suas regras de recomendação. Para o professor realizar esta atividade ele precisa realizar uma análise junto ao seu plano de ensino para identificar os momentos em que deseja utilizar a ferramenta como apoio às suas aulas.

Para realização dos cenários foi utilizado um exemplo de uma parte de um plano de ensino da disciplina de Modelagem e Simulação de um curso de graduação de Ciências da Computação. Neste plano existem alguns tópicos de ensino em que o professor precisa atender durante o semestre, estes estão listados abaixo:

- Princípios gerais sobre Modelagem;
- Modelos e Simulação;
- Números Aleatórios;
- Probabilidade e Estatística em Simulação;
- Tipos de Simulação.

O professor para abordar o conteúdo durante o semestre definiu um roteiro para a execução das suas aulas. Ele distribui o conteúdo programático diversificando entre as atividades a serem realizadas durante a aula, locais onde a aula ocorrerá e quais serão os tópicos de ensino programados. Na tabela 8 é apresentada a programação de execução das aulas.

Tabela 8: Roteiro das aulas.

1	Atividades: Aula expositiva. Local: Sala de aula. Tópicos: <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação e discussão do programa de ensino da disciplina; • Aspectos gerais sobre a simulação e seu uso.
2	Atividades: Aula expositiva. Local: Sala de aula. Tópicos: <ul style="list-style-type: none"> • Noções gerais sobre a simulação; • Evolução do conceito de simulação; • A simulação e outras áreas da Computação; • Vantagens e Desvantagens do uso da Simulação.
3	Atividades: Aula expositiva e elaboração de uma resenha sobre o tema. Local: Sala de aula. Tópico: Modelos e sistemas de simulação.
4	Atividades: Estudo dirigido e fórum de discussão sobre o conteúdo. Local: Sala de aula. Tópico: Conceitos Gerais sobre Números Aleatórios.
5	Atividades: Estudo dirigido em grupo e entrega de trabalho. Local: Laboratório de informática.

	Tópicos: Geradores de Números Aleatórios (Métodos de Geração, Parâmetros Associados e Avaliação dos parâmetros).
6	Atividades: Prova individual. Local: Sala de aula. Tópico: Prova 1.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir deste roteiro, o professor é capaz de identificar em quais aulas ele poderá utilizar o UbiGroup com ferramenta de apoio pedagógico. Após a análise, o professor identificou duas aulas (aulas 3 e 4) onde a disponibilização de materiais pode auxiliar os alunos na realização das atividades propostas. Para utilização do UbiGroup nestas aulas é necessário que o professor identifique o contexto e a regra de recomendação adequada para atender a sua aula. Caso não exista tal regra, ele deverá efetuar o cadastro da mesma.

Para a aula 3, o planejamento do professor prevê uma aula sobre o conteúdo de modelos e sistemas de simulação. Na primeira parte da aula, o professor irá realizar a apresentação deste tópico de forma expositiva. No segundo momento, os alunos deverão escrever uma resenha sobre este tópico. Para apoiar os alunos nesta atividade, eles receberão materiais educacionais recomendados a partir do UbiGroup. Na tabela 9 é apresentado o contexto utilizado pelo professor. Na figura 21 é apresentada a tela da aplicação onde as informações de contexto foram cadastradas para atender a esta aula.

Tabela 9: Cadastramento do contexto para aula 3.

Localização	Nome	Laboratório de Informática
Atividade	Tipo	Atividade no Laboratório
	Nome	Modelagem e Simulação
	Descricao	Aula referente a modelos e sistemas de simulação
	RegraRecomendacao	Regra Recomendação 01
	PalavrasChave	Modelos de Simulação
	Grau Ensino	Ensino Superior
Temporal	Dia da Semana	-
	Data	20/04/13
	HoraInicio	21:00
	HoraFim	22:00
Grupo	TipoGrupo	Alunos
	NumeroMinimoAprendizes	5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 21: Tela de cadastramento de contexto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na definição do contexto o professor precisa indicar qual regra de recomendação deseja utilizar. A regra de recomendação fornecesse a associação entre o perfil do grupo de alunos e o contexto, com base nisso, localiza os OAs que melhor se adéquam as estas informações. Na tabela 10 é apresentada o cadastramento da regra de recomendação para atender a proposta da aula 3.

Tabela 10: Associação entre Contexto, Perfil do Grupo de Aprendiz e Metadados do OA.

Regra de Recomendação 01			
Contexto		Metadados OA	
Atividade	PalavrasChave	General	Title
Atividade	PalavrasChave	General	Description
Atividade	PalavrasChave	General	Keyword
Perfil do Grupo de Aprendiz		Metadados OA	
Contato	Tipo	Educational	IntendedEndUserRoles
Preferencia	FormatoOA	Segmentation	SegmentMediaTypels
Preferencia	FormatoOA	Educational	LearningResourceType

Preferencia	TipoDispositivo	Technical	SupportedPlatforms
Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	InteractivityType
Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	InteractivityLevel
Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	Perception
Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	Synchronism

Fonte: Elaborado pelo autor.

Detalhando a estrutura desta regra de recomendação, pode ser observado que ele deseja localizar OAs relacionados ao tema “Modelos de Simulação”, para isso atrela a informação de palavra-chave contida no contexto ao título, descrição e as palavras-chave contidas nos metadados dos OAs.

A regra de recomendação também leva em conta o tipo de aprendizes no grupo. Através da informação de tipo de contato (classe Contato e campo Tipo) o professor espera buscar materiais adequados ao tipo “Alunos”. Referente às preferências do grupo, a regra leva em conta o formato dos OAs, tipo de dispositivos e o estilo de aprendizagem. A partir destas informações, a regra irá buscar os OAs que mais se adequam a estas preferências do grupo.

Para realizar o cadastro da regra de recomendação na aplicação, o professor precisa passar por três etapas. Primeiramente ele cadastra as informações iniciais da regra (figura 22) onde ele deve preencher o nome da regra e a descrição.

Figura 22: Tela de cadastramento de Regra de Recomendação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Realizado este cadastro, o professor precisa cadastrar as relações entre o Perfil dos Alunos, Contexto e Metadados dos OAs. Esta etapa é importante, pois é a partir destas informações que os OAs serão localizados. Para efetuar as relações, o professor precisa definir a origem da informação, se será do contexto ou do perfil, indicar a classe e o campo que deseja utilizar. Depois disso, ele precisa indicar sobre qual classe e qual campo dos Metadados dos OAs eles serão filtrados. Na figura 23 pode ser observada a regra de recomendação cadastrada na aplicação, contendo as relações definidas pelo professor.

Figura 23: Tela de cadastramento dos campos da regra de recomendação.

ID	Tipo	Classe	Campo	Classe OA	Campo Classe OA	Tipo Associação	
1	Contexto	Atividade	PalavrasChave	General	Title	Direta	<input type="checkbox"/>
2	Contexto	Atividade	PalavrasChave	General	Description	Direta	<input type="checkbox"/>
3	Contexto	Atividade	PalavrasChave	General	Keyword	Direta	<input type="checkbox"/>
4	Perfil	Contato	Tipo	Educational	IntendedEndUserRoleIs	De-para	<input type="checkbox"/>
5	Perfil	Preferencia	FormatoOA	Educational	LearningResourceTypes	De-para	<input type="checkbox"/>
6	Perfil	Preferencia	FormatoOA	Segmentation	SegmentMediaTypeIs	De-para	<input type="checkbox"/>
7	Perfil	Preferencia	TipoDispositivo	Technical	SupportedPlatformsIs	De-para	<input type="checkbox"/>
8	Perfil	Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	InteractivityType	De-para	<input type="checkbox"/>
9	Perfil	Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	InteractivityLevel	De-para	<input type="checkbox"/>
10	Perfil	Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	Perception	De-para	<input type="checkbox"/>
11	Perfil	Preferencia	EstiloAprendizagem	Educational	Synchronism	De-para	<input type="checkbox"/>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor, durante o processo de cadastramento das relações, precisa definir, para cada relação cadastrada, o tipo de associação entre os campos. Caso este tipo seja “Direta”, a própria informação contida nas classes do tipo Perfil ou Contexto serão utilizadas como filtro nos metadados dos OAs. Caso o tipo de associação seja “de-para”, para cada tipo de informação cadastrada nos campos das classes Perfil ou Contexto, terá uma informação correspondente nos metadados dos OAs. Na figura 24 pode ser observada a tela para cadastramento do “de-para” das informações.

No exemplo apresentado na figura 24, pode ser visto que quando for selecionado o tipo “Aluno” através do campo “Contato.Tipo”, será procurado por “Learner” no metadados de OA, através do campo “Educational.IntendedEndUserRoleIs”. Quando for selecionado o tipo “Professor” será procurado por “Teacher” nos metadados dos OAs.

Figura 24: Tela de cadastramento do “de-para” dos campos da regra de recomendação.

UbiGroup

http://localhost:8080/UbiGroup/CadastroRegraCampoDepara

>> Cadastro de Regra de Recomendação >> Campos >> Configuração De-para

Regra: Regra 01

Perfil \ Contexto: Perfil, Contato

Tipo:

Metadado OA: Educational, IntendedEndUserRoleIs

De:

Para:

Novo Salvar Limpar Excluir Consultar Voltar

ID	De	Para	
1	Aluno	learner	<input type="checkbox"/>
2	Professor	teacher	<input type="checkbox"/>

UNISINOS Somos infinitas possibilidades

OBAA PADRÃO DE METADADOS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

MILOS INICIAÇÃO DE INVESTIGAÇÃO PARA SUPORTAR OS DEBATES DE APRENDIZAGEM

Fonte: Elaborado pelo autor.

Realizadas estas atividades, o processo de preparação do sistema para a recomendação está completo. O professor pode lecionar sua aula e aguardar que o processo de recomendação inicie automaticamente.

6.2 Cenário 1 – Aula 3

Este cenário descreve a simulação envolvendo a aula 3 preparada pelo professor para recomendar materiais para os alunos, posterior a uma aula expositiva. O objetivo principal desta recomendação é fornecer materiais para que os alunos possam elaborar uma resenha sobre o tema proposto.

No início da aula o professor orienta os alunos a acessarem a aplicação UbiGroup e se autenticarem mediante seu usuário e senha previamente cadastrados (figura 25). Este passo é necessário apenas no primeiro acesso, pois, após esta autenticação, a aplicação se mantém ativa no dispositivo móvel atualizando suas informações de localização a fim de identificar contextos educacionais disponíveis.

Figura 25: Tela de login no UbiGroup.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor realiza sua aula prevista, onde apresenta de forma expositiva o conteúdo proposto, e os alunos vão para o intervalo. Ao retornarem do intervalo os alunos se locomovem em direção a sala de aula. Ao entrarem nas limitações da posição física do contexto, os alunos são notificados, através da aplicação, que eles estão contidos no contexto definido pelo professor. Na figura 26 é apresentada a notificação recebida pelos alunos. Além das informações de localização, para o contexto estar disponível, também são verificadas as informações de data e a hora. Os alunos vão se locomovendo em direção a aula e à medida que vão entrando no contexto, eles além de serem automaticamente identificados, são vinculados ao contexto. Neste momento também é gerada a similaridade entre eles com o objetivo de identificar o perfil mais representativo para o grupo.

Figura 26: Notificação de entrada no contexto.

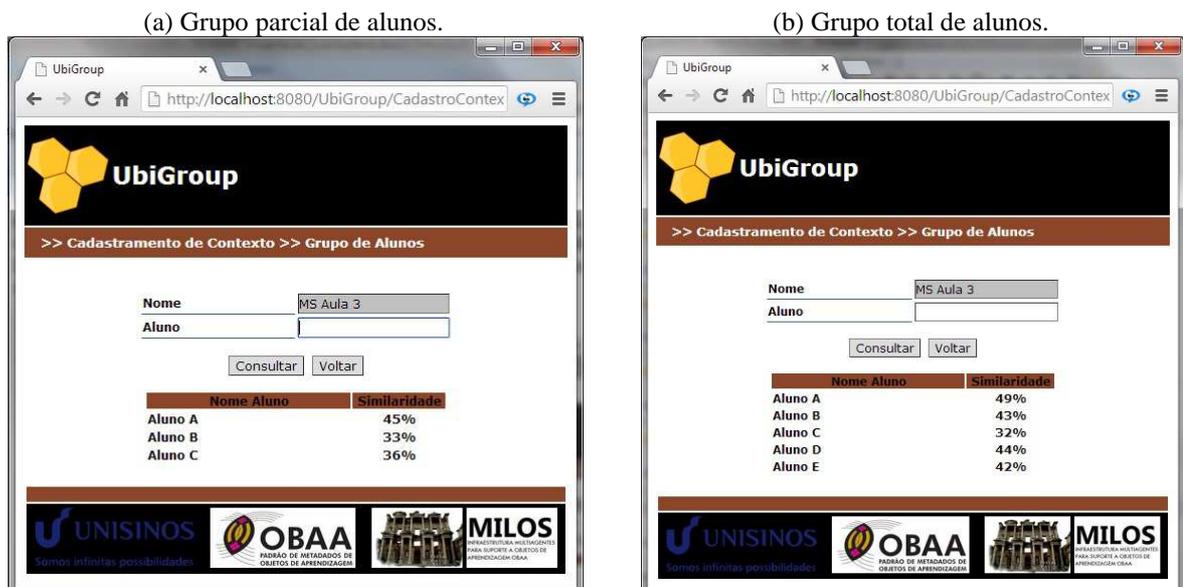


Fonte: Elaborado pelo autor.

Primeiramente entram no contexto o “Aluno A” e o “Aluno B”. Nesta situação por serem apenas dois alunos não é gerada a similaridade, pois neste caso ela é a mesma de um aluno para o outro e vice-versa.

Após alguns instantes o aluno “Aluno C” entra no contexto e é executado o processo de similaridade. Através da tela de contexto pode ser observado o grupo de alunos contido no contexto, bem como a similaridade entre eles, conforme figura 27(a). Logo após, entram no contexto os alunos “Aluno D” e “Aluno E”. Novamente a similaridade é gerada a fim de localizar o aluno mais representativo para o grupo de alunos. A figura 27(b) apresenta a similaridade gerada entre os alunos.

Figura 27: Alunos contidos no contexto.

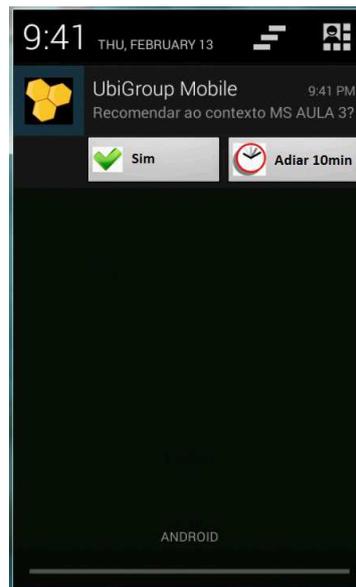


Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a entrada dos dois últimos alunos, o número mínimo de alunos para o contexto é atingido e a aplicação dispara o processo de recomendação. O primeiro passo é solicitar ao professor se a recomendação pode ser efetuada ou se ele deseja aguardar mais alguns minutos (figura 28). Esta situação ocorre caso o professor identifique que estão faltando muitos alunos. Na ocasião o professor posterga o início da recomendação em mais 10 minutos.

Quando o horário postergado é atingido, a aplicação solicita novamente a confirmação do professor para disparar o processo de recomendação. Desta vez o professor confirma e o processo de recomendação é iniciado.

Figura 28: Tela de confirmação de recomendação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nos perfis contidos no contexto, é possível identificar o perfil mais representativo para o grupo a partir da geração da similaridade entre estes perfis. O perfil que obtiver a maior média será o perfil mais similar entre todos do grupo. Desta forma, ele é utilizado como referência no processo de recomendação. Conforme apresentado anteriormente na figura 27 (b), o perfil mais representativo para o grupo de alunos é o “Aluno A”.

Depois de localizado o perfil mais representativo do grupo, é localizada a regra de recomendação associada ao contexto, pois a partir dela é que são definidos os filtros de pesquisa a serem aplicados no metadados dos OAs. No caso, a regra de recomendação

cadastrada é a “Regra de Recomendação 01”, conforme apresentado anteriormente na tabela 10.

A partir da regra de recomendação é possível definir os filtros de pesquisa que serão utilizados sobre os metadados dos OAs. Com base na definição da Regra de Recomendação 01, os campos a serem utilizados nos filtros são:

- *General.Title*
- *General.Description*
- *General.Keyword*
- *Segmentation.SegmentMediaTypes*
- *Technical.SupportedPlatforms*
- *Educational.IntendedEndUserRole*
- *Educational.LearningResourceTypes*
- *Educational.InteractivityType*
- *Educational.InteractivityLevel*
- *Educational.Perception*
- *Educational.Synchronism*

Definidos os filtros de pesquisa, é necessário identificar a configuração de acesso ao repositório de OAs. Com base na configuração definida anteriormente, a aplicação acessa o repositório e envia uma consulta aos OAs disponíveis. O tipo de acesso ao repositório do OBAA MILOS é do tipo *Webservice* e o tipo de consulta disponível é SPARQL. Para que seja efetuada a consulta no repositório, é necessário primeiramente montá-la neste padrão. Abaixo segue parte da consulta gerada:

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX obaa: <http://obaa.unisinos.br/obaa22.owl#>
PREFIX myfn: <java:br.org.jena.>

SELECT distinct ?lobj ?key ?title ?desc ?loc
WHERE
{
?lobj a obaa:LearningObject .
?lobj obaa:hasMetadata ?mdata.
?mdata obaa:itsKeywordIs ?key.

?lobj obaa:hasMetadata ?mdtit.
?mdtit obaa:itsTitleIs ?title .

?lobj obaa:hasMetadata ?mddesc.
?mddesc obaa:itsDescriptionIs ?desc .

?lobj obaa:hasMetadata ?mdloc.
?mdloc obaa:itsLocationIs ?loc .
```

```

FILTER (regex(?key, '<PalavraChave>', 'i')).
FILTER (regex(?title, '<PalavraChave>', 'i'))
FILTER (regex(?desc, '<PalavraChave>', 'i'))
...

```

Esta consulta é enviada para o repositório para que ocorra a pesquisa dos OAs disponíveis na base. Após a execução da consulta no repositório é gerada uma listagem de OAs resultantes desta pesquisa. Este conjunto de OAs é retornado para a aplicação. Todos estes OAs são passíveis de recomendação e podem ser observados na tabela 11.

Tabela 11: Lista de OAs retornados do repositório OBAA.

Nome	Referência
Simulação de Monte Carlo do Modelo de Ising	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16176
Lung Model Simulation	http://demonstrations.wolfram.com/LungModelSimulation/
Java simulations for statistical and thermal physics	http://www.opensourcephysics.org/binary/osp_stp.jar
Modelo exponencial: Crescimento populacional	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19738
The Bohr model	http://www.upscale.utoronto.ca/PVB/Harrison/BohrModel/Flash/BohrModel.html

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para definir os OAs a serem recomendados, é considerada a média das avaliações realizadas por outros alunos que já visualizaram tal material. Primeiramente é atribuída aos OAs a média de suas avaliações e após são ordenados por esta média de forma decrescente. Desta forma, os OAs melhores avaliados são recomendados para os alunos. Na tabela 12 é apresentada a listagem dos OAs após a ordenação realizada com base na média das avaliações.

Tabela 12: OAs ordenados conforme avaliação.

#	Nome	Referência	Avaliação
1	Simulação de Monte Carlo do Modelo de Ising	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16176	6,11
2	Java simulations for statistical and thermal physics	http://www.opensourcephysics.org/binary/osp_stp.jar	4,44
3	Modelo exponencial: Crescimento populacional	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19738	2,27
4	Lung Model Simulation	http://demonstrations.wolfram.com/LungModelSimulation/	-
5	The Bohr model	http://www.upscale.utoronto.ca/PVB/Harrison/BohrModel/Flash/BohrModel.html	-

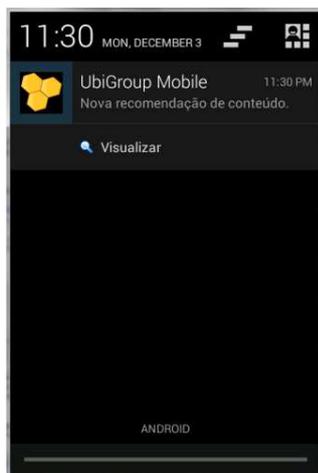
Fonte: Elaborado pelo autor.

A seleção dos OAs que irão ser recomendados para os alunos é composta dos dois primeiros OAs desta listagem ordenada e um OA que ainda não possui nenhuma avaliação. Desta forma, a aplicação favorece a renovação de materiais recomendados onde OAs

recentemente adicionados ao repositório tenham a possibilidade de serem avaliados pelos alunos.

Após a definição dos OAs, eles são enviados para os alunos. Por meio dos seus dispositivos móveis, os alunos recebem uma notificação informando que possuem uma nova recomendação, conforme apresentado na figura 29.

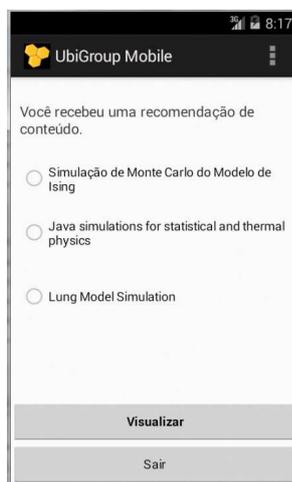
Figura 29: Notificação de nova recomendação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando os alunos escolhem visualizar na notificação, são direcionados para a aplicação onde poderão acessar os materiais recomendados. Na figura 30 é apresentada a tela do aplicativo contendo os materiais disponibilizados para os alunos.

Figura 30: OAs Recomendados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O processo de recomendação apresenta para os alunos três materiais para sua visualização. Os alunos selecionam o material desejado e clicam em visualizar. Conforme o tipo de material, o UbiGroup executa a aplicação padrão do sistema operacional do dispositivo para o determinado tipo de arquivo. Com base neste material os alunos elaboram a resenha proposta pelo professor.

Após a visualização, os alunos são convidados a realizar uma avaliação do material, conforme apresentado na figura 31. A avaliação consiste em indicar se o material atendeu plenamente, parcialmente ou não atendeu as necessidades de pesquisa do aluno. A avaliação realizada pelos alunos é mantida na aplicação, pois servirá de base para a classificação do OA em futuras recomendações.

Figura 31: Avaliação dos OAs Recomendados.

UbiGroup Mobile

Como você avalia o material recomendado para você?

OA não atendeu as necessidades de pesquisa

OA atendeu parcialmente as necessidades de pesquisa

OA atendeu as necessidades de pesquisa

Avaliar

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a avaliação do material o processo de recomendação é finalizado. Com base nos materiais disponibilizados os alunos então passam ao desenvolvimento da atividade proposta pelo professor. Eles elaboram a resenha e entregam para o professor. Os alunos permanecem autenticados na aplicação tendo sua posição monitorada para que, ao se locomoverem pela instituição, possam fazer parte de novos contextos.

Este cenário descreveu o processo de recomendação de materiais para um grupo de alunos. Com base neste cenário foi possível avaliar que o modelo realizou uma recomendação conteúdo considerando o perfil do grupo de alunos, por meio da identificação do perfil mais representativo para o grupo. Também foi possível observar que o material recomendado atende as necessidades do professor, pois além de ser do tema proposto para a aula, com base nele, os alunos conseguiriam realizar a atividade proposta.

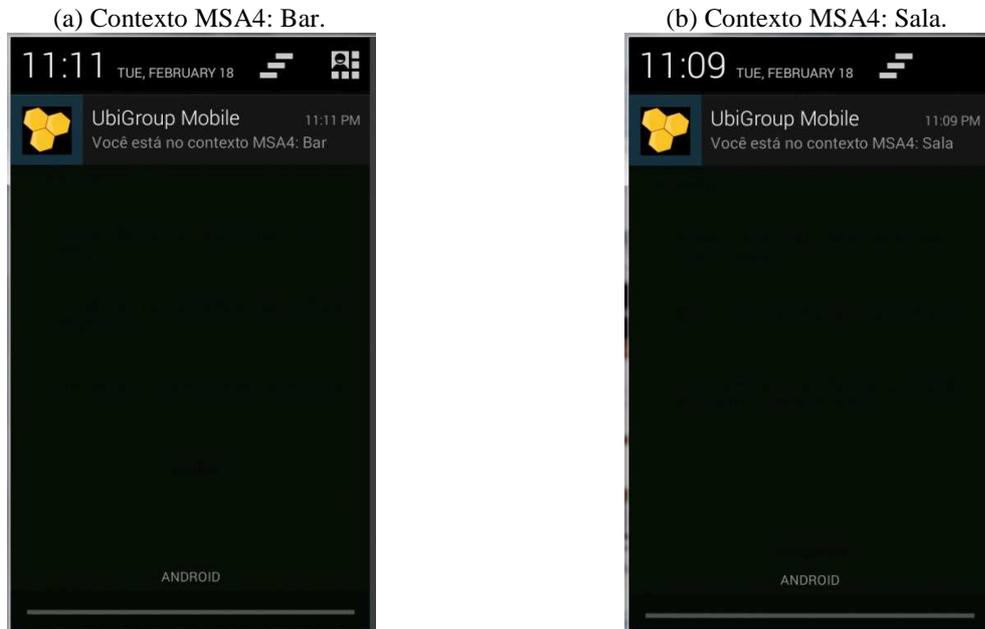
6.3 Cenário 2 – Aula 4

Esta seção descreve o cenário referente à aula 4, no qual o professor tem como objetivo realizar uma aula expositiva para os alunos e após o retorno do intervalo realizar um debate sobre o tema da aula. O processo de recomendação neste cenário se torna um apoio para os alunos consolidarem o conhecimento adquirido.

Primeiramente, o professor realiza a apresentação do conteúdo proposto de forma expositiva conforme seu planejamento, logo após, os alunos saem para o intervalo. Os alunos ao chegarem ao Bar 1 são inseridos no contexto previamente cadastrado pelo professor (figura

32a). Alguns alunos retornam para a sala de aula e também são inseridos no outro contexto cadastrado pelo professor (figura 32b). Desta forma, alguns alunos ficam fisicamente no Bar 1 enquanto outros estão na sala de aula. O cadastro do contexto realizado no sistema é apresentado na figura 33.

Figura 32: Notificação de entrada no contexto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 33: Tela de cadastramento de contexto para aula 4.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://localhost:8080/UbiGroup/CadastroContexto.jsp>. The page title is 'UbiGroup' and the main heading is '>> Cadastro de Contexto'. The form contains the following fields:

- Local (dropdown)
- Tipo Atividade (dropdown)
- Nome (text)
- Descrição (text)
- Regra Recomendação (dropdown)
- Palavra Chave (text)
- Grau Ensino (dropdown)
- Dia da Semana (dropdown)
- Data (text)
- Hora Início (text)
- Hora Fim (text)
- Tipo Grupo (dropdown)
- Qtde Grupo (text)

Buttons: Novo, Salvar, Limpar, Excluir, Consultar.

ID	Local	Tipo Atividade	Nome	Descrição	Regra	Palavra-chave	Grau Ensino	Dia Semana	Data	Hr Início	Hr Fim	Tipo Grupo	Qtde Grupo	
1	Sala 6B424	Sala de Aula	MS Aula 3	Aula sobre...	Regra 01	Modelos de Simulação	Ens. Superior		20/04/13	21:00	22:00	Alunos	5	
2	Sala 6B424	Sala de Aula	MSA4: Sala	Aula referente...	Regra 02	Número Aleatórios	Ens. Superior		27/04/13	21:00	22:00	Alunos	2	
3	Bar 1	Bar	MSA4: Bar	Aula referente...	Regra 02	Número Aleatórios	Ens. Superior		27/04/13	21:00	22:00	Alunos	2	

Logos at the bottom: UNISINOS, OBAA, MILOS.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado no cadastramento dos contextos, ambos utilizam a mesma regra de recomendação. A partir desta situação, o professor deseja realizar recomendações diferenciadas para os alunos considerando seu contexto. O professor espera que os alunos que estiverem na sala de aula recebam um material mais consistente para leitura, como por exemplo, artigos ou textos. Já para os alunos que estão no Bar 1, o professor espera que estes recebam materiais que possam ser melhor analisados considerando o local onde eles estão, como por exemplo, vídeos ou apresentações.

Para realizar esta diferenciação o professor utiliza a regra de recomendação. Por meio do cadastramento dos campos das regras ele efetua este direcionamento. Na figura 34 pode ser observado como o professor efetuou este cadastramento. Através do campo “Atividade.Tipo” o professor define que para o tipo “Sala de Aula” deve ser localizado materiais do tipo texto, caso seja “Bar”, o tipo de material deverá ser vídeo ou apresentação.

Figura 34: Tela de cadastramento de campos da Regra de Recomendação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No momento em que é gerada a recomendação os alunos estão distribuídos da seguinte forma, o “Aluno A”, “Aluno B” e “Aluno C” estão no Bar 1 enquanto os alunos “Aluno D”, “Aluno E” e “Aluno F” já estão em sala de aula. A similaridade entre os perfis, em cada contexto, é apresentada na figura 35.

Figura 35: Similaridade entre os perfis.

(a) Contexto MSA4: Bar.

(b) Contexto MSA4: Sala.

Nome Aluno	Similaridade
Aluno A	45%
Aluno B	33%
Aluno C	36%

Nome Aluno	Similaridade
Aluno D	55%
Aluno E	43%
Aluno F	60%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por ordem aleatória, primeiramente a aplicação realiza a recomendação para o grupo que está em sala de aula. É solicitada a confirmação do professor para realização da

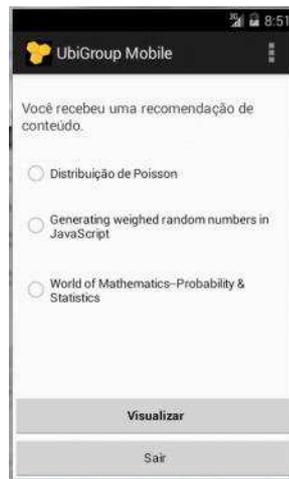
recomendação, ele confirma e o material é disponibilizado aos alunos. Conforme a definição realizada pelo professor no cadastro do contexto, os alunos que estiverem em sala de aula receberam os materiais adequados ao tipo definido por ele. Nesta recomendação os materiais que foram sugeridos para os alunos são do tipo texto, conforme apresentado na tabela 13. Na figura 36 pode ser observada a tela da aplicação onde o material é apresentado aos alunos. Desta forma, a recomendação atendeu aos objetivos do professor. Os alunos visualizam o material e realizam a avaliação do mesmo.

Tabela 13: OAs recomendados para os alunos em sala de aula.

#	Nome	Referência	Avaliação
1	Distribuição de Poisson	http://www.ludoteca.if.usp.br	5,12
2	Generating weighed random numbers in JavaScript	http://www.javascriptkit.com/javatutors/weighrandom.shtml	-
3	World of Mathematics-Probability & Statistics	http://mathworld.wolfram.com/topics/ProbabilityandStatistics.html	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 36: OAs recomendados para os alunos em sala de aula.



Fonte: Elaborado pelo autor.

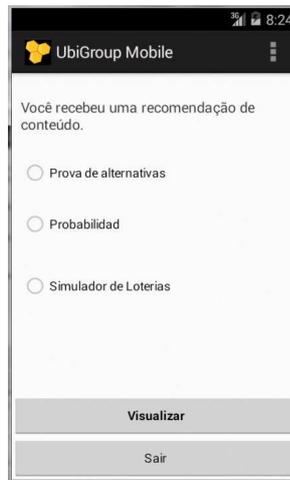
Logo em seguida é solicitado ao professor a confirmação da recomendação para o contexto referente ao Bar 1. O professor recebe a notificação do UbiGroup, confirma o início do processo de recomendação e os materiais são disponibilizados para os alunos.

Pela regra de recomendação definida pelo professor, os tipos de materiais a serem disponibilizados para os alunos são do tipo vídeo ou apresentação. Levando em conta as preferências do perfil mais representativo para o grupo, na ocasião o “Aluno A”, os materiais recomendados são do tipo vídeo. Na tabela 14 é apresentado os OAs recomendados para os alunos, na figura 37 é apresentado os materiais recomendados para os alunos via UbiGroup.

Tabela 14: OAs recomendados para os alunos no Bar 1.

#	Nome	Referência	Avaliação
1	Prova de alternativas	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20430	7,44
2	Probabilidad	http://www.perueduca.edu.pe	1,05
3	Simulador de Loterias	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/18684	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 37: OAs recomendados para os alunos no Bar 1.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a visualização e avaliação do material o processo de recomendação é finalizado. Os alunos do Bar 1 retornam para sala de aula e o professor inicia a atividade. Os materiais recomendados para os alunos atendem as necessidades do professor, pois são do tema proposto em aula. O material serviu para complementar o conhecimento dos alunos, lhes auxiliando na discussão em sala de aula.

Este cenário descreveu o processo de recomendação de materiais para um grupo de alunos. Com base neste cenário foi possível avaliar que o modelo realizou uma recomendação de conteúdo levando em contato o contexto onde o grupo de alunos estava inserido. A pesquisa de OAs foi adequada ao contexto onde o grupo estava. Além disso, considerou a preferência do grupo de alunos para buscar os materiais.

6.4 Conclusão das avaliações

A partir dos cenários realizados foi possível observar que o UbiGroup pode atender as necessidades do professor como uma ferramenta de apoio pedagógico. Neste sentido, ele pode ajudar a otimizar seu tempo na busca e seleção de materiais educacionais adequados ao grupo de alunos e ao contexto onde eles estão inseridos. Por meio do cadastramento do contexto e das regras de recomendação, o professor pode direcionar a pesquisa de materiais a ser realizada para atender ao seu plano de ensino.

No cenário da aula 3, a proposta do professor foi recomendar materiais para que os alunos pudessem realizar uma resenha sobre o tema da aula. Com base nos materiais recebidos, foi possível observar que os alunos conseguiriam realizar tal atividade, proposta pelo professor. Os materiais recomendados neste sentido atenderiam as necessidades dos alunos, pois se referem ao tema proposto. Além disso, o processo de recomendação para esta aula levou em conta as regras de localização, data\hora, definição da atividade e formação em grupo, contidas no contexto.

No cenário da aula 4, a proposta do professor foi recomendar materiais para que os alunos pudessem realizar um debate sobre o tema proposto. Para personalizar a recomendação

aos alunos, ele realizou o cadastramento das regras de recomendação para que levasse em conta o contexto onde os alunos estivessem inseridos. Isso de fato ocorreu, pois o tipo de material recomendado para o grupo de alunos que estavam no Bar 1 foi diferente do tipo de material recomendado para o grupo que estava em sala de aula. Além disso, o processo considerou o perfil mais representativo para o grupo, pois o tipo de material recomendado levou em conta as preferências do grupo. Os materiais recebidos pelos alunos serviram de apoio na realização do debate na turma.

As conclusões obtidas com a execução destes cenários foram que o UbiGroup pode atender as necessidade do professor em termos de otimização de tempo na busca e seleção de materiais, aliado ao fato da adaptação na pesquisa de OAs considerar o grupo de alunos e o seu contexto. Enquanto alunos, a ferramenta se mostra como uma ferramenta de apoio no processo de aprendizagem.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o UbiGroup, um modelo de recomendação ubíqua de conteúdo para grupos de aprendizes. Este modelo permite que sejam recomendados materiais educacionais para grupos de aprendiz que compartilham o mesmo contexto. As informações principais para gerar a recomendação são o contexto onde os alunos estão inseridos e o agrupamento de seus perfis. Além disso, o UbiGroup permite que o professor crie suas regras de recomendação dando-lhe liberdade para alinhar a busca de materiais ao seu plano de ensino.

7.1 Conclusões

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho foi obtida a partir do levantamento de informações referente ao estado-da-arte de sistemas de recomendação para grupos e sistemas de recomendação de OAs. As áreas que tangem este trabalho foram elencadas no capítulo dois. Com base neste estudo, foi identificado o problema de pesquisa, o qual orientou o desenvolvimento deste trabalho.

Após os estudos para contextualização, foi realizada uma análise dos trabalhos presentes na literatura a fim de confirmar a existência de um problema de pesquisa a ser investigado. Os trabalhos encontrados mais próximos ao modelo foram elencados no capítulo três, os quais serviram de base para identificar as contribuições do UbiGroup.

O estudo realizado nos capítulos de um até o três serviu de base para a definição e elaboração do modelo proposto, apresentado nos capítulos quatro e cinco. Nestes capítulos foram apresentados detalhadamente o funcionamento do UbiGroup, desde sua base científica até sua estruturação técnica.

Para realizar a avaliação do modelo foi desenvolvido um protótipo, onde as funcionalidades propostas foram implementadas. Este protótipo abrange a etapa inicial de configuração do ambiente da aplicação (perfis de alunos, repositórios e locais), o cadastramento das regras de recomendação e o aplicativo para o dispositivo móvel onde ocorre a interação com o grupo de alunos.

A avaliação do UbiGroup foi realizada por meio de cenários onde foram simulados a utilização do UbiGroup em aulas propostas pelo professor. A aula 3 tinha como propósito recomendar materiais para que os alunos pudessem realizar a atividade de escrita de uma resenha. Com base na descrição do cenário exposta na seção 6.2, foi possível observar que o UbiGroup atenderia as necessidades dos alunos, pois eles realizariam a atividade contando com o apoio dos materiais recomendados pelo UbiGroup. Para o professor, após o cadastramento da regra de recomendação e do contexto da aula proposta, o UbiGroup realizou a atividade de busca de materiais no repositório de OA cadastrado e efetuou a seleção destes materiais, desta forma, otimizando seu tempo para organização das aulas. O mesmo ocorreu para o cenário da aula 4, apresentado na seção 6.3, onde a atividade foi realizada com o apoio do UbiGroup. Neste cenário, ocorreu uma personalização da recomendação baseada no contexto onde cada grupo de alunos estava e ainda considerou a preferência do grupo.

A realização destes cenários simulados permitiu a identificação das seguintes conclusões referentes ao UbiGroup:

- os alunos receberam recomendações adequadas à aula planejada pelo professor e com base nela executaram a atividade proposta;
- o professor, com o processo de cadastramento de regras de recomendação, conseguiu otimizar seu processo de organização das aulas através da busca e seleção de materiais realizada pelo UbiGroup;
- os materiais recomendados atenderam ao plano pedagógico do professor, pois permitiram que os alunos executassem as atividades propostas utilizando o material recomendado pelo UbiGroup;
- os materiais recomendados para os alunos foram selecionados levando em conta o perfil do grupo de alunos e o contexto onde eles estavam inseridos.

7.2 Contribuições

Conforme apresentado nos trabalhos de (JAMESON e SMYTH, 2007) e (BORATTO e CARTA, 2010), existem diversos sistemas de recomendações para diferentes domínios de aplicação, no entanto, nenhum direcionado para a área de educação onde o principal material a ser recomendado são OAs. Existem recomendações de livros e documentos *on-line*, mas não possuem o mesmo direcionamento educacional que os OAs possuem. Nos trabalhos relacionados pelos autores, muitos deles têm o mesmo princípio do UbiGroup que é recomendar para grupos de pessoas, mas não especificamente para grupo de aprendizes.

Por outro lado, foram encontrados na literatura trabalhos na área de informática na educação referente à recomendação de objetos de aprendizagem, conforme relacionados na seção 3.2. Mas, tais trabalhos, se utilizam de um processo de recomendação analisando o perfil individual dos alunos, desta forma, não considerando o perfil do grupo de alunos.

Neste sentido o UbiGroup, em relação aos trabalhos relacionados, elencados no capítulo três, e aos trabalhos apresentados em (JAMESON e SMYTH, 2007) e (BORATTO e CARTA, 2010), apresenta um diferencial que é o desenvolvimento de um processo de recomendação de OAs, aplicado em um ambiente pedagógico, que leva em conta o perfil do grupo de alunos.

Uma contribuição, por meio da funcionalidade de cadastramento de regras de recomendação, é o fato de possibilitar ao professor adequar as regras de recomendação de modo que atendam ao seu planejamento pedagógico. Por exemplo, o UbiGroup permite o direcionamento para o desenvolvimento de competências dos alunos por meio de atividades de apoio pedagógico com o objetivo de desafiar o grupo de alunos a explorar novos conhecimentos, em atividades de resolução de exercícios e simulados com o intuito de consolidar um conhecimento já adquirido pelos alunos.

Além dos fatores mencionados, o UbiGroup consolida o tratamento da informação de contexto e de suporte a dispositivos móveis. Os trabalhos em sua maioria não fornecem suporte a contexto sendo que esta informação é relevante para sugerir materiais levando em conta a localização física, horário e recurso disponível, além de proporcionar a identificação de grupos de aprendizes que tenham interesses em comum. Nos dias atuais, o suporte a

dispositivos móveis também é um fator relevante a ser considerado, visto que, já existem incentivos para utilização destes dispositivos como ferramenta de auxílio no processo educacional (MEC, 2012a) e (MEC, 2012b).

A tabela 15 mostra uma expansão da tabela 1, com o acréscimo do UbiGroup. Assim, pode-se avaliar as contribuições propostas pelo modelo em comparação aos trabalhos relacionados apresentados no capítulo três.

Tabela 15: Comparação entre os trabalhos relacionados e o UbiGroup.

Trabalho	Tipo	Item	Sensível ao Contexto	Dispositivos Móveis	Técnica para Recomendação
(CHRISTENSEN e SCHIAFFINO, 2011),	Grupo	Músicas e Filmes	Não	Não	(1) Mescla das recomendações individuais (2) Agregação das classificações individuais dos itens avaliados (3) Construção do modelo das preferências do grupo
(BORATTO, CARTA e SATTA, 2010)	Grupo	Filmes	Não	Não	Mescla das recomendações individuais
(KIM, KIM, et al., 2009)	Grupo	Livros	Não	Não	Construção do modelo das preferências do grupo
(ZAINA, BRESSAN, et al., 2012)	Individual	OA	Não	Não	Filtragem baseada em conteúdo
(CAZELLA, SILVA, et al., 2011),	Individual	OA	Não	Não	Filtragem baseada em conteúdo
(SILVA, NETO e JUNIOR, 2011)	Individual	OA	Sim	Sim	(1) Filtragem baseada em conteúdo (2) Filtragem colaborativa
UbiGroup	Grupo	OA	Sim	Sim	(1) Definição do perfil mais representativo para o grupo (2) Classificação pelas opiniões dos alunos

Fonte: Elaborado pelo autor

Em comparação aos trabalhos relacionados, podem ser observado alguns diferenciais no modelo UbiGroup. Em comparação ao ImprovedGRA (CHRISTENSEN e SCHIAFFINO, 2011) e ao GRec_OC (KIM, KIM, *et al.*, 2009), o UbiGroup fornece uma técnica de identificação de grupo baseada em Contextos e suporte a dispositivos móveis. Em ambos os trabalhos apresentados, a formação do grupo ocorre de forma manual. Neste caso, necessita da intervenção do administrador do sistema para efetuar a criação do grupo. No trabalho ImprovedGRA (BORATTO, CARTA e SATTA, 2010), a formação do grupo ocorre de forma automática, mais esta leva em conta atributos das preferências individuais das pessoas.

Nos trabalhos relacionados não foi localizado a possibilidade de criação e alteração das regras de recomendação. Dentre os trabalhos que tinham como área de aplicação o ambiente educacional, nenhum se propôs a dispor desta funcionalidade. As regras de recomendação eram previamente estabelecidas na aplicação. Analisando esta situação, o UbiGroup permite tal funcionalidade, dando ao professor a possibilidade de definir a regra de recomendação que melhor se adéqua as suas necessidade de ensino. Os modelos propostos em sua maioria utilizam apenas as informações de título, descrição e palavras-chave dos metadados dos OAs. No UbiGroup o professor pode utilizar todas as informações disponíveis nos metadados dos OAs.

Com relação à técnica de recomendação, o UbiGroup se baseia nas preferências do grupo, por meio da utilização do perfil representativo. Os demais modelos também apresentam estratégias de recomendação para vincular os OAs às preferências dos alunos. Em complemento, alguns trabalhos se propõem a considerar também as opiniões expressadas por outros usuários, o que favorece a recomendação de materiais melhores avaliados. Entretanto, um ponto a ser considerado é que constantemente são adicionados novos materiais aos repositórios. Como estes OAs não possuem nenhuma avaliação tendem a nunca serem

recomendados. Esta situação é tratada pelo UbiGroup, pois no seu processo de recomendação prevê a indicação de pelo menos um material que não possua nenhuma avaliação.

Em termos de sensibilidade a contexto e ao suporte para dispositivos móveis, os trabalhos em sua maioria não apresentam estes recursos em seus modelos. O MobiLE (SILVA, NETO e JUNIOR, 2011) é o único, dentre os trabalhos relacionados, que dispõe destes recursos. Mas, devido o modelo se encontrar em fase de elaboração, alguns pontos a cerca da utilização do contexto no processo de recomendação necessitam de maior detalhamento. No UbiGroup esta informação está consolidada e é amplamente utilizada no processo de recomendação.

7.2.1 Publicações Realizadas

Em 2012 ocorreu a publicação de um artigo conforme referência abaixo. Os estudos realizados durante o desenvolvimento do artigo foram à base para definição do tema deste trabalho e serviu de referência bibliográfica dos assuntos abordados.

FERREIRA, Luis Gustavo A. ; GLUZ, João C. ; BARBOSA, Jorge L. V. . Um Modelo Multiagente para Recomendação de Conteúdo Educacional em um Ambiente Ubíquo. In: XXIII Simpósio Brasileiro de Informática da Educação (SBIE), 2012, Rio de Janeiro. Anais do SBIE 2012. Porto Alegre: SBC, 2012. p. 1-10.

No ano de 2013 ocorreu uma publicação conforme referência abaixo. O estudo realizado no desenvolvimento do artigo serviu de base para definição do UbiGroup.

FERREIRA, Luis Gustavo A. ; BARBOSA, Jorge L. V. ; GLUZ, João C. . Um Modelo de Recomendação Ubíqua de Conteúdo para Grupos de Aprendizes. In: XXIV Simpósio Brasileiro de Informática da Educação (SBIE), 2013, Campinas. Anais do XXIV SBIE. Porto Alegre: SBC, 2013. p. 697-706.

7.3 Trabalhos Futuros

O UbiGroup é uma proposta inicial que possui oportunidades de aperfeiçoamento. Durante o desenvolvimento do UbiGroup foram identificados algumas situações que podem ser exploradas por meio de trabalhos futuros. Nesta seção são descritas as principais oportunidades de expansão deste trabalho.

A avaliação consistiu na simulação de cenários controlados do roteiro da aula de um professor. Esta avaliação pode ser estendida para a aplicação em um cenário real, utilizando o roteiro de um professor. Por meio deste processo pode ser obtida uma avaliação mais detalhada referente à usabilidade da ferramenta.

Outra situação identificada é referente ao acesso a múltiplos repositórios de OAs. A aplicação permite o cadastramento de diversos repositórios de OAs, mas durante o processo de recomendação, ela executa a consulta em apenas um repositório. O trabalho que se propõe é como efetuar a consulta a diversos repositórios de OAs efetuando uma mescla eficaz dos materiais pesquisados. Neste trabalho podem ser explorados os diferentes tipos de acesso aos repositórios de OAs, a definição de um método para consolidação da lista de materiais

pesquisados, equiparação de OAs cadastrados em diferentes repositórios, entre outras situações.

Os alunos quando estão inseridos em um contexto estão se relacionando com outros alunos, formando assim um grupo. As informações sobre a ocorrência destes relacionamentos (data, aluno e contexto) são mantidas na aplicação. Por meio de Trilhas (SILVA, ROSA, *et al.*, 2010), estas informações podem ser exploradas com o objetivo de propiciar oportunidades pedagógicas, sugerindo interações entre os alunos.

Outro aspecto que pode ser explorado é o tratamento para múltiplos contextos. A aplicação atualmente faz o tratamento para apenas um contexto na mesma localização física. O aluno é inserido sempre no primeiro contexto em que for encontrado, se dentro deste, existir a intersecção com outro contexto, a aplicação atualmente não realiza nenhum ação. Como trabalho futuro, sugere-se que esta situação seja levada em conta, pois pode haver contextos com maior grau de relevância do que outros.

A aplicação desenvolvida para o dispositivo móvel atualmente foi preparada para ser executada apenas no sistema operacional Android⁹. Como sugestão de trabalho futuro, esta aplicação pode ser estendida para dispositivos que utilizam outros sistemas operacional, como por exemplo o IOs¹⁰, sistema utilizado nos aparelhos Apple¹¹.

⁹ <http://www.android.com/>

¹⁰ <https://www.apple.com/br/ios/>

¹¹ <https://www.apple.com>

REFERÊNCIAS

- ADOMAVICIUS, G.; TUZHILIN, A. Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of State-of-the-Art and Possible Extensions. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, Vol. 17, No. 6., 2005.
- AKBULUT, Y.; CARDAK, C. S. Adaptive educational hypermedia accommodating learning styles: A content analysis of publications from 2000 to 2011. **Elsevier, Computers & Education**, v.58, n.2, p.835-842, 2012.
- BARBOSA, J. A Ubiquitous Learning Model Focused on Learner Integration. **International Journal of Learning Technology**, v. 6, 2011. p. 62-83.
- BAUER, B.; ODELL, J. UML 2.0 and Agents: How to Build Agent-based Systems with the new UML Standard. **Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence**, v.18, n.2, p.141-157, 2005.
- BORATTO, L. et al. Group recommendation with automatic identification of users communities. **In Web Intelligence/IAT Workshops, IEEE**, 2009. 547-550.
- BORATTO, L.; CARTA, S. State-of-the-Art in Group Recommendation and New Approaches for Automatic Identification of Groups. **Studies for Computational Intelligence, Springer Verlag**, 2010.
- BORATTO, L.; CARTA, S.; SATTI, M. Group Identification and Individual Recommendations in Group Recommendation Algorithms. **Practical Use of Recommender Systems, Algorithms and Technologies (PRSAT)**, Barcelona, 2010.
- CAZELLA, S. et al. Recomendando Objetos de Aprendizagem baseado em Competências em EAD. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação - CINTED-UFRGS**, Porto Alegre, RS, 2011. v.9, n.2.
- CHRISTENSEN, I. A.; SCHIAFFINO, S. Entertainment recommender systems for group of users. **Elsevier, Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 11, p. 14127-14135, Argentina, 2011.
- CINTED. CESTA - Coletânea de entidades de suporte ao uso de tecnologia na aprendizagem. **CINTED - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação**, 2013. Disponível em: <<http://cesta2.cinted.ufrgs.br/xmlui/>>. Acesso em: 2013.
- CSU. Multimedia Educational Resources for Learning and Ponline Teaching. **California State University**, 1997. Disponível em: <<http://www.merlot.org/merlot/index.htm>>. Acesso em: 2013.
- DCMI. The Dublin Core® Metadata Initiative, 2001. Disponível em: <<http://dublincore.org/>>.
- DEY, A. K. Understanding and using context. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 5, n. 1, p. 4-7, February 2001.
- DEY, A. K.; ABOUD, G. D.; SALBER, D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. **HUMAN-COMPUTER INTERACTION. Volume 16.**, 2001.
- FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. Learning and teaching styles in engineering education. **Engineering Education**, v. 78, n. 7, p. 674-681, 1988.
- FIPA. FIPA ACL - Message Structure Specification (SC00061G), 2002. Disponível em: <<http://www.fipa.org/specs/fipa00061/>>.

- GLUZ, J. C.; VICCARI, R. M. An Agent-Based Infrastructure for the Support os Learning Objects Life-Cycle. **Internacional Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS)**, Chania, Crete, 2012. New York: Springer, 2012. v.7315. p.691-693.
- GROSS, T.; BECKMANN, C.; SCHIRMER, M. GroupRecoPF: Innovative Group Recommendations in a Distributed Platform. **19th Internacional Euromicro Conference on Parallel, Distributed and Network-based Processing, IEEE**, 2011.
- GRUBER, T. What is an ontology, 2003. Disponível em: <<http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>>. Acesso em: Maio 2013.
- GUEDES, G. T. A. Um Metamodelo UML para a Modelagem de Requisitos em Projetos de Sistemas MultiAgentes. **Tese de Doutorado UFRGS**, 2011.
- IEEE. Public and Private Information for Learners (PAPI Learner). **IEEE**, 2000.
- IEEE-LTSC. Std 1484.12.1 IEEE Learning Technology Standard Committee (LTSC) Standard for Learning Object Metadata (LOM), 2002.
- JAMESON, A.; SMYTH, B. Recommendation to Groups. **Springer-Verlag, The Adaptive Web, p.596-627**, Berlin, 2007.
- KIM, J. K. et al. A group recommendation system for online communities. **Elsevier, International Journal of Information Management, v.30, n.3, p.212-219**, 2009.
- LEVENSHTAIN, V. I. Binary codes capable of correcting deletions, insertions. **Soviet Physics Doklady, v.10, n.8, p.707-710**, 1966.
- MEC. Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED). **MEC - Ministério da Educação**, 2008. Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br>>.
- MEC. Portal MEC - Ministério da Educação. **Tecnologia na educação**, 2012a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17479>. Acesso em: 2012.
- MEC. Portal MEC - Ministério da Educação, 2012b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=18241>. Acesso em: 2012.
- MEC. Banco Internacional de Objetos Educacionais. **MEC - Ministério da Educação**, 2013. Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>>.
- ODELL, J. Agent Technology: An Overview, 2010. Disponível em: <http://www.jamesodell.com/Agent_Technology-An_Overview.pdf>. Acesso em: 2013.
- OMG. Documents Associated With UML Version 2.1.1. **OMG - Object Management Group**, 2005. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/UML/2.1.1/>>. Acesso em: Junho 2013.
- PETERSON, E. R.; RAYNER, S. G.; ARMSTRONG, S. J. Researching the psychology of cognitive style and learning style: Is there really a future? **Elsevier, Learning and Individual Differences, v.19, n.4, p.518-523**, 2009.
- REATEGUI, E. B.; CAZELLA, S. C. Sistemas de Recomendação. **XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**, São Leopoldo, 2005.
- RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. p.932. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1995.

- SANCHEZ, L. Q.; GARCIA, J. A. R.; DIAZ-AGUDO, B. HappyMovie: A Facebook Application for Recommending Movies to Groups. **IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence**, 2011.
- SATYANARAYANAN, M. Pervasive Computing: vision and challenges. **IEEE Personal**, v.8, n.4, p.10–17, 2001.
- SILVA, J. M. et al. Content Distribution in Trail-aware Environments. **Journal of the Brazilian Computer Society (Impresso)**, v.16, p.163-176, 2010.
- SILVA, L.; NETO, F.; JUNIOR, L. MobiLE: Um ambiente Multiagente de Aprendizagem Móvel para Apoiar a Recomendação Sensível ao Contexto de Objetos de Aprendizagem. **22º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Aracaju, 2011.
- SILVA, V. T. D.; NOYA, R. C.; LUCENA, C. J. P. D. Using the UML 2.0 Activity Diagram to Model Agent Plans and Actions. **PUC RIO**, Rio de Janeiro, 2004.
- TROPOS. Tropos: Requirement-Driven Development for Agent Software, 2000. Disponível em: <<http://www.troposproject.org>>. Acesso em: Setembro 2013.
- VICARI, R.; BEZ, M. Proposta brasileira de metadados para objetos de aprendizagem baseados em agentes (OBAA). **RENOTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico]**, Porto Alegre, RS, 2010.
- VICCARI, . et al. The OBAA Proposal for Learning Objects Supported by Agents. **Proceedings of MASEIE Workshop – AAMAS**, Toronto, Canada, 2010.
- W3C. Web Services. **W3C**, 2007. Disponível em: <<http://www.w3.org/2002/ws/>>. Acesso em: Maio 2013.
- W3C. Query Language for RDF (SPARQL). **W3C**, 2008. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query>>. Acesso em: Maio 2013.
- WEISER, M. The Computer for the Twenty-First Century. **Scientific American**, v.265, n.3, p.94–104, 1991.
- WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In **D. A. Wiley (Ed.), The Instructional Use of Learning Objects.**, 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>.
- YU, E. S. K. Modelling Strategic Relationships For Process Reengineering. Ph.D. dissertation. **Dept. of Computer Science, University of Toronto**, 1995.
- ZAINA, L. et al. e-LORS: Uma Abordagem para Recomendação de Objetos de Aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.20, n.1, 2012.