

# Elementos de Contexto em Sistemas de Recomendação no Domínio Educacional: um Mapeamento Sistemático

Crystiam Kelle Pereira

Pós-graduação em Ciência da Computação  
Universidade Federal de Juiz de Fora  
Juiz de Fora – MG - Brasil  
crystiamkelle@gmail.com

Fernanda Campos

Pós-graduação em Ciência da Computação  
Núcleo de Pesquisa em Engenharia do  
Conhecimento Universidade Federal de Juiz de fora  
Juiz de Fora – MG - Brasil  
fernanda.campos@ufjf.edu.br

Victor Ströele

Pós-graduação em Ciência da  
Computação  
Juiz de Fora – MG - Brasil  
+553288779706  
victor.stroele@ice.ufjf.br

José Maria David

Pós-graduação em Ciência da  
Computação  
Núcleo de Pesquisa em Engenharia  
do Conhecimento Universidade  
Federal de Juiz de fora  
Juiz de Fora – MG - Brasil  
jmndavid@gmail.com

Regina Braga

Pós-graduação em Ciência da  
Computação  
Núcleo de Pesquisa em  
Engenharia do Conhecimento  
Universidade Federal de Juiz de  
fora  
Juiz de Fora – MG - Brasil  
regina.braga@ufjf.edu.br

## ABSTRACT

*The traditional e-learning systems show to different students the same set of teaching materials, interface and interaction possibilities. In this sense the identification of the student context can help filter interesting content to his/her profile. The aim of this study is to identify the context elements used in the Context-aware Recommendation Systems in educational domain. To reach this goal a systematic mapping was carried out and we developed a protocol based on a research question. As a result we present contextual information from the papers and a quantitative analysis of context categories, besides a comprehensive list of information in each contextual category. Finally, we present the architecture of RSI-BROAD project and show how the results of the systematic has mapping influenced its development.*

## RESUMO

Os sistemas e-learning tradicionais expõem a diferentes alunos o mesmo conjunto de recursos educacionais, interface e possibilidades de interação. Neste sentido, a identificação do contexto do aluno pode ajudar a filtrar conteúdo interessante para o seu perfil. O objetivo deste estudo é identificar os elementos do contexto usado nos sistemas de recomendação sensíveis ao contexto no domínio educativo. Para alcançar este objetivo foi realizado um mapeamento sistemático e desenvolvido um protocolo baseado em uma questão de pesquisa. Como resultado, apresentamos os elementos contextuais encontrados nos trabalhos analisados e uma análise quantitativa das categorias de contexto, além de uma lista abrangente de informações em cada categoria contextual. Por fim, apresentamos a arquitetura do projeto BROAD-RSI e mostramos como os resultados do mapeamento sistemático influenciaram na sua elaboração.

## Palavras Chaves

Contexto, sistemas de recomendação, e-learning

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas e-learning tradicionais expõem para diferentes alunos um mesmo conjunto de material didático, uma mesma interface e os mesmos recursos de interação. No entanto, cada aluno que interage com o sistema possui suas habilidades, dificuldades, experiências, conhecimentos e preferências. Tais informações se relacionam às diferentes dimensões de contexto que esses sistemas necessitam tratar. Nesse sentido, destaca-se a importância dos Sistemas Sensíveis ao Contexto (SSCs) no domínio educacional. Para Vieira [16], “Sistemas Sensíveis ao Contexto são aqueles que gerenciam elementos contextuais relacionados a uma aplicação em um domínio e usam esses elementos para apoiar um agente na execução de alguma tarefa”. Dey [4] define contexto como qualquer informação que caracteriza a situação de uma entidade (pessoa, lugar ou objeto) considerada relevante para a interação entre uma pessoa e uma aplicação.

No âmbito dos sistemas educacionais, os SSCs têm o importante papel de considerar informações particulares dos alunos e recomendar recursos apropriados ou personalizar interfaces, conteúdos e ambientes, contribuindo assim com o seu processo de aprendizado e aumentando o interesse pelos recursos educacionais. Segundo Burke [2], um sistema de recomendação (SR) pode ser: “qualquer sistema que produza recomendações individualizadas ou que tenha o efeito de guiar o usuário de forma personalizada para objetos do seu interesse ou que lhes sejam úteis dentre diversas opções possíveis”. A qualidade de uma recomendação dentro de um sistema sensível ao contexto depende da qualidade das informações contextuais que são consideradas [17]. Por isso, a escolha dos elementos relevantes a um domínio tem grande impacto na eficácia dos SSCs. Diante dessa importância, foi conduzido um mapeamento sistemático para identificar os elementos de contexto usados em Sistemas de Recomendação Sensíveis ao Contexto no âmbito educacional, e assim, apoiar a escolha dos elementos contextuais a serem

considerados em uma proposta de recomendação de recursos educacionais, chamada BROAD-RSI.

O BROAD-RSI pretende contribuir com o projeto BROAD [3] que engloba pesquisas relacionadas a busca e adoção de tecnologias de software, tais como ontologias, serviços web semânticos, agentes e workflow para construir uma arquitetura para a busca personalizada por objetos de aprendizagem, bem como para a sua composição em conteúdos educacionais. O BROAD-RSI pretende evoluir a proposta do projeto BROAD, acrescentando características de perfil e elementos do contexto educacional dos usuários. Essas características são extraídas de sistemas colaborativos, tais como, redes sociais e ambientes virtuais de aprendizagem, onde são geradas espontaneamente. Por meio da extração de informações disponíveis nesses sistemas, busca-se identificar e inferir preferências e interesses educacionais dos usuários, usando para isso técnicas de Extração de Texto, Processamento de Linguagem Natural e Web Semântica. Recomendações educacionais coerentes com esse perfil e contexto do usuário são realizadas como resultado.

Esse artigo está assim organizado: na seção 2 são apresentados os principais fundamentos de um mapeamento sistemático, na seção 3 é detalhado o planejamento do mapeamento sistemático e na seção 4 apresentamos a sua execução. Os resultados obtidos no mapeamento sistemático são apresentados e analisados na seção 5. Na seção 6 são mostradas a arquitetura do BROAD-RSI e a contribuição que o resultado do mapeamento sistemático teve na sua definição. Na seção 7 é feita uma avaliação da proposta de recomendação. Por fim, são expostas as considerações finais na seção 8.

## 2. MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Uma revisão sistemática da literatura é definida como um meio de identificar, avaliar e interpretar toda pesquisa disponível relevante a uma questão, ou área, ou fenômeno de interesse de uma pesquisa particular [9]. Ela é construída em torno de uma questão central que representa o núcleo de uma pesquisa e que se expressa por meio de conceitos específicos, pré-definidos, focados e estruturados [1].

Segundo [10], quando se percebe, através de uma pesquisa inicial de um domínio, que o tema é muito amplo, um estudo de mapeamento sistemático pode ser mais apropriado do que uma revisão sistemática. No caso dessa pesquisa, julgamos adequado realizar um mapeamento, com questões de pesquisas mais amplas antes de conduzir uma revisão sistemática.

Nesse trabalho, foi desenvolvido um protocolo com foco na questão de pesquisa, seguindo os três passos principais, sumarizados em [8]: planejamento, condução e resultados.

## 3. PLANEJAMENTO

De acordo com Biolchini et al. [1], na fase de planejamento são listados os objetivos da pesquisa, formuladas as questões de pesquisa, gerando assim uma string de busca. Ainda devem ser determinadas as fontes onde a pesquisa será feita, quais serão os critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos recuperados. Após finalizado o planejamento é essencial realizar a sua avaliação para garantir que o mesmo está correto. É importante que a avaliação envolva outro pesquisador para evitar um viés de pesquisa daquele que formulou o protocolo. Cabe ressaltar que o protocolo

apresentado a seguir passou pela revisão e avaliação de outros pesquisadores, que contribuíram para a sua melhoria.

O objetivo do mapeamento realizado nesse trabalho foi identificar quais são os elementos de contexto explorados em Sistemas de Recomendação Sensíveis ao Contexto específicos para o domínio educacional.

A descrição da questão de pesquisa foi feita com base no formato, denominado PICO, sugerido por Biolchini et al. [1], onde são determinadas: (1) população: grupo que será observado; (2) intervenção: o que vai ser observado no contexto do mapeamento sistemático; (3) controle/comparação: comparação com dados iniciais que o pesquisador já possui; (4) resultado: o que será obtido como resultado da extração do mapeamento sistemático.

Considerando-se os objetivos desta pesquisa, os elementos do PICO são descritos a seguir:

- População: sistemas de recomendação sensíveis ao contexto no domínio Educacional.
- Intervenção: elementos de contexto utilizados para recomendação (técnico, cultural, social, localização).
- Controle/Comparação: não se aplica.
- Resultados: identificação dos elementos de contextos usados em Sistemas de Recomendação para Educação.

Seguindo essa metodologia, a seguinte questão de pesquisa foi formulada:

- Q0: Quais são os elementos de contexto usados em Sistemas de Recomendação para Educação?

Foram definidas ainda as seguintes questões secundárias:

- QS1: Quais são as categorias de informações contextuais mais utilizadas e as menos exploradas em SRs no contexto educacional?
- QS2: Quais elementos de contexto usualmente caracterizam cada categoria (Computacional, Localização, Condições Físicas, Tempo, Atividades, Recursos, Usuário, Relações Sociais) de informações contextuais?

Ainda norteado pela metodologia proposta em Biolchini et al. [1], a partir da definição da questão de pesquisa foi possível extrair as palavras-chave e seus sinônimos (tabela 1). Esses termos serão usados na construção da string de busca.

**Tabela 1. Palavras-chave e seus sinônimos**

Palavras-chave	Sinônimos
Recommendation system	Adaptive systems Intelligent systems Personalized systems User adaptive systems
Education	Learning E-learning Distance learning Distance education
Context-aware	Context-awareness Context Contextual information Context-sensitive Awareness
Element	Types Kinds Description Dimensions

A combinação dos termos acima, incluindo os sinônimos, gerou a string de busca mostrada na tabela 2:

**Tabela 2. String de busca**

("Adaptative systems" OR "Adaptative system" OR "Intelligent systems" OR "Intelligent system" OR "Personalized systems" OR "Personalized system" OR "User adaptative systems" OR "User adaptative system" OR "Intelligent Environments" OR "Personalized Environments" OR "Intelligent Environment" OR "Personalized Environment" OR "Recommendation") AND ("Education" OR "Learning" OR "E-learning" OR "Distance learning") AND ("Context-awareness" OR "Context" OR "Contextual information" OR "Context-sensitive" OR "awareness") AND (types OR elements OR kinds OR description OR dimensions)

A string definida a partir da metodologia PICO [1] foi executada em quatro bases:

- Science@Direct (<http://www.sciencedirect.com>);
- El Compendex (<http://www.engineeringvillage.com>);
- IEEE Digital Library (<http://ieeexplore.ieee.org>);
- Scopus (<http://www.scopus.com>).

Em relação à escolha das bases vale ressaltar que, conforme Kalinowski [8], a Inspec é indexada pela Scopus e o Google Scholar utiliza critérios desconhecidos dificultando assim auditar os resultados das pesquisas e de repetir a execução do protocolo. Por isso, tais bases não foram priorizadas nesse estudo.

Em todas as bases, a execução foi realizada através da busca avançada, onde é possível colocar uma combinação de termos, conforme construído na string de busca. Para todas as bases de dados eletrônicas utilizadas, a string foi revisada por um especialista, conforme a particularidade ou limitação de sua máquina de busca.

Os critérios usados para incluir um artigo no mapeamento foram os seguintes: (1) apresentar os elementos de contexto usados para a recomendação; (2) estar ligado à área educacional; (3) ser um estudo primário.

Os critérios de exclusão foram (1) não estar relacionado ao domínio educacional; (2) não apresentar propostas de recomendação ou personalização; (3) apresentar estudos secundários.

Foram extraídos dos artigos os seguintes dados: título, abstract, referência, ano de publicação, autores e os elementos de contexto utilizados.

Concluída a fase de planejamento do mapeamento obtivemos como resultado o protocolo que será usado na próxima etapa: execução do mapeamento sistemático.

#### 4. EXECUÇÃO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Na fase de execução do Mapeamento Sistemático, a string de busca foi submetida às quatro fontes citadas. Os resultados foram importados na ferramenta StArt1 [11] (State of the Art through

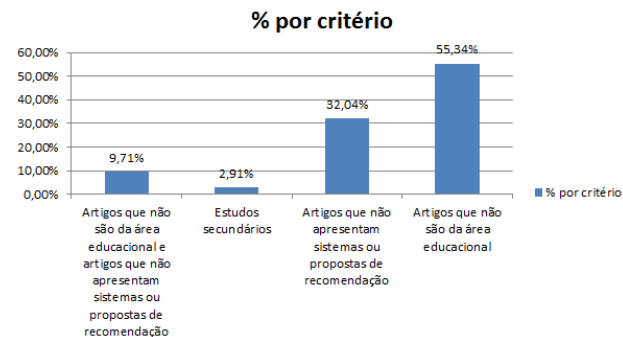
Systematic Review) v. 1.06.3, que dá suporte ao pesquisador, apoiando a aplicação do mapeamento.

Após eliminar os artigos duplicados, restaram 471 trabalhos. A distribuição dos trabalhos por base resultou no seguinte resultado: 30% da Scopus, 38% da IEEE, 18% da Science Direct e 14% da Engineering Village.

Os 471 artigos passaram por 2 (dois) filtros. O primeiro foi feito após a leitura do título e do abstract e retornou um conjunto de 140 artigos. Foram eliminados aqueles trabalhos que, claramente, não faziam referência a Sistemas de Recomendação Sensíveis ao Contexto. Vale ressaltar que foi feita uma revisão dessa primeira filtragem realizada nos artigos.

Após a leitura completa de 140 artigos e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, definidos no protocolo, o conjunto dos trabalhos a serem analisados foi reduzido para 37. Nessa fase ainda foram identificados mais 7 artigos duplicados que o Start não foi capaz de detectar automaticamente, resultando em 30 artigos.

Grande parte dos trabalhos eliminados nessa fase não apresentavam os elementos de contexto ou não estavam ligados à área da Educação, conforme exigido no critério de inclusão. O percentual dos 140 artigos eliminados, considerando cada uma dos critérios, é mostrado na Figura 1.



**Figura 1. Percentual dos artigos eliminados considerando cada um dos critérios**

Os 30 artigos selecionados passaram então por mais um filtro, onde foram eliminados sete trabalhos que não estavam disponíveis na Web e cujas informações não estavam presentes no Abstract. Foram finalmente extraídas informações de 23 trabalhos. A lista dos 23 trabalhos analisados pode ser vista no Apêndice.

#### 4.1. Extração dos dados

Para a extração dos elementos contextuais construímos um formulário e, como um primeiro passo, as informações encontradas foram associadas às categorias do framework proposto por Verbert et al [14].

Outras propostas de frameworks conceituais já foram feitas na área de sistemas baseados em contexto. Em Zheng e Yano [18] é apresentado um framework para apoio à recomendação entre pares, no domínio educacional, que apresenta uma distribuição tridimensional das informações contextuais nas categorias: “conhecimento”, “proximidade social” e “acesso técnico”. Patel et.al. [13] apresentaram um framework conceitual na área de Sistemas de Tutores Inteligentes que classifica as informações em três grandes grupos: interação, ambiente e contexto relacionado ao

<sup>1</sup> Disponível em [lapes.dc.ufscar.br](http://lapes.dc.ufscar.br)

objeto. Dey et. al [5] propõem que as informações contextuais em aplicações baseadas em contexto podem ser categorizadas em quatro elementos essenciais: identidade, localização, status ou atividade e tempo.

A escolha pelo framework proposto por Verbert et al [14] levou em consideração a sua completude e o fato de ter sido elaborado a partir da análise de SSCs no domínio educacional. No trabalho dele foi realizada uma pesquisa a respeito de sistemas de recomendação baseados em contexto, considerando-se os anos anteriores a 2012, já que o framework foi finalizado nesse ano, para definir categorias relevantes para elementos de contexto no âmbito educacional. São elas: espaço-temporal (localização e tempo), condições físicas, computacional, recursos (virtual e física), usuário, atividades e social.

A categoria espaço-temporal faz referência a todas as informações sobre localização de um objeto, seja um dispositivo ou uma pessoa, além da relação geográfica entre esses objetos. As informações relacionadas ao tempo também são englobadas nessa categoria, por exemplo, data e hora de uma ação. A categoria de condições físicas descreve as condições do ambiente onde o sistema ou usuário estão situados. O contexto computacional se refere às características da rede, hardware e software usados pelos usuários. Na categoria de recursos são descritas as características virtuais e físicas dos recursos, usando metadados, tais como IEEE LOM [7] e Dublin Core [6] para descrever esses recursos. A categoria usuário resume todas as informações referentes ao usuário, tais como informações pessoais, conhecimento, interesses, objetivos educacionais, entre outras. As tarefas, objetivos e ações do usuário são apresentados na categoria Atividades e, por fim, a categoria Social apresenta todas as relações sociais entre duas ou mais pessoas (associações, conexões, afiliações) [14].

Na tabela 3, é apresentado o formulário usado para capturar as informações de cada um dos artigos. A numeração apresentada na última linha é apenas uma referência que será usada na Tabela 4 para indicar os elementos usados em cada um dos artigos.

**Tabela 3. Formulário de extração dos elementos de contexto**

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Nº de referência</b>
<b>Computacional</b>	Software	1
	Hardware	2
	Rede	3
<b>Localização</b>		4
<b>Condições Físicas</b>		5
<b>Tempo</b>	Horário	6
	Intervalo de Tempo	7
<b>Atividades</b>	Tópico	8
	Ação	9
	Tarefa	10
<b>Recursos</b>	Geral	11
	Técnico	12
	Anotações	13
	Educacional	14
	Relação	15

<b>Usuário</b>	Informações básicas	16
	Conhecimento	17
	Interesses/preferências	18
	Emoções	19
	Estilo de aprendizagem	20
<b>Relações Sociais</b>		21

A Tabela 4 mostra as categorias de elementos de contexto encontrados em cada um dos trabalhos. Os números expostos na coluna Elementos extraídos fazem referência à última linha da Tabela 3. A referência completa dos trabalhos e sua associação com a coluna Número podem ser encontradas na Tabela 6.

**Tabela 4 – Categorias identificadas em cada um dos trabalhos**

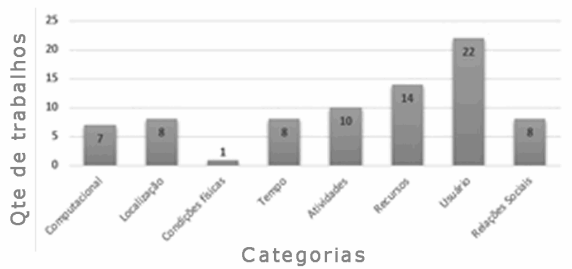
<b>Número</b>	<b>Categorias extraídas</b>
T1	11, 13, 14, 17, 19, 20, 21
T2	13, 14, 17
T3	4, 7, 18
T4	16,17,18,20
T5	9, 11, 13, 18
T6	3, 4, 12, 15, 18
T7	1, 2, 3
T8	2, 4, 6, 9, 16, 18, 21
T9	9, 14, 16, 17, 18, 20, 21
T10	1, 2, 4, 7
T11	11, 13, 14, 15, 17, 20, 21
T12	2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 14, 15, 17, 18, 20
T13	16, 17, 18
T14	11, 12, 14
T15	2, 4, 7, 9, 18, 19
T16	9, 11, 13, 17, 21
T17	20
T18	9, 13, 15, 18, 20, 21
T19	7, 9, 15, 20
T20	4, 7, 9, 11, 13, 15, 16, 19, 21
T21	4,7, 11, 13, 14, 17, 18, 20
T22	2, 7, 16, 17, 18, 21
T23	18

## 5. RESULTADOS

Nessa seção apresentamos as respostas às Questões de Pesquisas propostas.

### **QS1: Quais são as categorias de informações contextuais mais utilizadas em SRs no contexto educacional?**

A Figura 2 mostra uma análise quantitativa do universo de 23 trabalhos analisados que utilizam cada uma das categorias de contexto, dando uma visão geral de quais são as categorias de elementos de contexto mais utilizados nos SR analisados.



**Figura 2. Quantidade de SRs que utilizam cada uma das categorias**

Foi possível perceber que 95,65% dos trabalhos utilizam informações categorizadas como elementos contextuais do usuário, que envolvem informações básicas, conhecimentos, preferências, emoções e estilos de aprendizagem. Ainda na categoria Usuário pode-se constatar que as informações menos exploradas são aquelas referentes às emoções do usuário, presentes apenas nos trabalhos T1, T20 e T15.

As condições físicas do ambiente do usuário, que incluem condições climáticas, temperatura, nível de ruído, entre outros, são as menos exploradas, sendo identificadas apenas no trabalho T12.

As informações da categoria Espaço-Temporal (Tempo e Localização) e da categoria Relações Sociais tiveram um comportamento quantitativo semelhante, sendo observadas em 34,78% dos sistemas, cada uma. 30,43% dos sistemas consideram as informações computacionais e 43,48% as atividades do usuário.

**QS2: Quais elementos de contexto usualmente caracterizam cada categoria de informações contextuais?**

Depois de uma análise geral dos artigos foram identificados os principais elementos contextuais em cada uma das categorias definidas em Verbert et al [14], conforme Tabela 5.

A identificação dos elementos contextuais apresentados na Tabela 5 é um passo inicial para a evolução dessa e de outras pesquisas na área de recomendação de recursos educacionais utilizando contexto, no sentido de definir o que pode ser considerado como informação contextual e como ela está sendo explorada e classificada nos trabalhos existentes, bem como quais são os elementos contextuais mais usados e quais ainda devem ser mais explorados.

**5.1. Análise dos resultados**

Foram analisados nesse mapeamento sistemático os 23 trabalhos identificados à SRs sensíveis ao contexto no domínio educacional. O objetivo do Mapeamento Sistemático foi identificar os principais elementos contextuais utilizados nas propostas existentes.

A listagem de todas as informações contextuais associadas às categorias e os gráficos gerados respondem às questões de pesquisa propostas. É possível verificar quais são os elementos de contexto usados nos SRs no domínio educacional, quais são relevantes a cada categoria, permitindo assim que trabalhos futuros possam verificar o que usualmente caracteriza cada

categoria, além de propor e pesquisar formas de capturar informações que não foram muito exploradas.

Além de responder às questões de pesquisa propostas foi possível perceber, ainda, que a categoria de relações sociais tem sido mais usada em trabalhos recentes. Dos 8 trabalhos que consideram esse conjunto de informações, 6 são dos anos de 2011 e 2012. Uma possível explicação é o aumento do uso de redes sociais e da incorporação das mídias e redes sociais nas práticas educacionais.

Outra averiguação importante é a validação da ampla cobertura oferecida pelo framework proposto por Verbert et al [14], já que todos os elementos contextuais identificados nos 23 trabalhos puderam ser associados às categorias propostas. Durante a análise dos trabalhos foi possível identificar uma nova subcategoria da Categoria Usuário, que não havia sido mencionada por Verbert et al[14]. Essa subcategoria nomeada aqui de Emocional traz informações referentes às condições emocionais dos usuários, tais como satisfação, felicidade, tristeza, entre outras.

**Tabela 5. Informações contextuais associadas às categorias Verbert et al [14].**

Categoria	Subcategoria	Elementos de Contexto
Computacional	Software	Plataforma de software Tipo de browser
	Hardware	Plataforma de hardware Tipo de dispositivo (notebook, tablet, desktop, celular, etc) Status do dispositivo Capacidade da tela Tamanho da tela Capacidade do dispositivo Disponibilidade do dispositivo
	Rede	Tipo de rede usada pelo usuário Status da conexão (conectado ou não) Capacidade da rede (velocidade) Proximidade com outras pessoas da rede
Localização		Localização geográfica Proximidade com outras pessoas Ambiente (casa, trabalho, escola, etc) Local onde o aprendizado acontece Localização do usuário (trem, ônibus, estacionado)
Condições físicas		Temperatura Clima (chuvoso, ensolarado, nublado)
Tempo	Horário	Hora no momento do estudo

<b>Atividades</b>	<b>Intervalo de tempo</b>	Dia da semana Tempo de uso do sistema Período do dia (manhã, tarde, noite)
	<b>Tópicos</b>	Tópicos estudados
	<b>Ação</b>	Atividades do usuário (correndo, caminhando, viajando, ouvindo música, navegando na internet, estudando, deitado, sentado, descansando) Padrões sequência de navegação Páginas visitadas Feedback dado a itens
	<b>Tarefa</b>	Tarefas agendadas Tarefas realizadas Calendário educacional
<b>Recursos</b>	<b>Geral</b>	Idioma Funcionalidade Tipo de aplicação Faixa etária Autor Título Descrição Localização do recurso na Web
	<b>Técnico</b>	Dispositivo compatível Formato
	<b>Anotações</b>	Palavras-chave, tags Avaliação feita pelos usuários Metadados Folksonomy
	<b>Educacional</b>	Objetivos educacionais Nível educacional Relevância do tema Sequência educacional Grau de dificuldade / Grau de interatividade Utilidade e eficiência do material
	<b>Relação</b>	Número de vezes que o recurso foi acessado Interesse de usuários relacionados Similaridade entre recursos
<b>Usuário</b>	<b>Informações básicas</b>	Nome Qualificação Organização Nacionalidade Currículo Histórico educacional Habilidade de comunicação Idade
	<b>Conhecimento</b>	Conhecimento de um tema Experiência Portfólio Competências educacionais Resultados de provas

<b>Preferências</b>	<b>interesses</b>	Interesses Preferência (mídia, música, notícias, filmes) Necessidades Itens favoritos / Itens melhor avaliados Leituras feitas Hábitos educacionais
	<b>Emocional</b>	Personalidade Grau de stress Características afetivas e cognitivas Emoções expressas em texto (alegria, raiva, tristeza e medo)
	<b>Estilo de aprendizagem</b>	Estilo de aprendizagem Metas de aprendizagem
<b>Relacionamentos Pessoais</b>		Sugestões de amigos próximos e distantes Interesses comuns entre amigos Perfis relacionados Similaridade entre pessoas Histórico de amigos Tags sociais Proximidade entre usuários Tipo de relação (amigos, família, colegas, etc)

## 6. PROJETO BROAD-RSI

No projeto BROAD [3] a personalização é feita pela geração de módulos educacionais, que consideraram o conteúdo a ser estudado, o Perfil do Estudante e os diferentes artefatos educacionais disponíveis no repositório. A proposta se apoia em uma base de conhecimento que promove a semântica do modelo. Portanto, no âmbito do projeto elementos contextuais são parcialmente considerados, no entanto havia a intenção de expansão do número de elementos explorados, bem como a sua obtenção automática ou semiautomática. A realização do Mapeamento Sistemático permitiu identificar quais categorias e elementos de contexto que estavam sendo considerados na realização de Recomendações Educacionais.

Diante dos resultados obtidos no Mapeamento Sistemático foi possível ter clareza de quais elementos poderiam contribuir para a expansão da proposta do BROAD. A leitura dos trabalhos selecionados no mapeamento mostrou também que a obtenção automática dos elementos contextuais ainda era um grande desafio. Tendo as diretrizes indicadas pelo resultado do mapeamento, foi possível construir um conjunto de elementos contextuais que seriam considerados no modelo de recomendação do BROAD-RSI. Outro resultado que teve forte influência na definição da nossa proposta de recomendação foi a percentagem de trabalhos que consideravam as interações sociais. Foi possível detectar, a partir do mapeamento sistemático, que apenas 34,78% dos sistemas analisados consideravam essas informações. Diante disso, tomou-se a decisão de buscar automatizar a extração de elementos contextuais, usando para isso a interação dos usuários através de ambientes colaborativos, tais como redes sociais e Ambientes Virtuais de Aprendizagem, onde as interações sociais também poderiam ser exploradas para aumentar a eficiência das recomendações. A proposta inicial do BROAD foi então expandida, dando origem ao BROAD-RSI, incluindo informações

relacionadas ao contexto social e educacional do usuário, conforme mostrado na Tabela 6.

### 6.1. Arquitetura do BROAD-RSI

A arquitetura do BROAD-RSI (Sistema de Recomendação Baseado nas Interações Sociais) (Figura 3), estendida do projeto BROAD[3], pretende atingir os seguintes objetivos: (1) especificar uma estratégia para extrair informações acerca do perfil e de contexto educacionais dos usuários, usando para isso sistemas colaborativos, tais como Redes Sociais e os Ambientes Virtuais de Aprendizagem; (2) determinar itens de perfil educacional do usuário a partir das informações extraídas; (3) enriquecer o perfil e o contexto extraídos, buscando tópicos de interesses implícitos; (4) gerar a representação semântica do perfil e do contexto; e (5) considerar as informações extraídas para sugerir recursos educacionais apropriados.

A arquitetura do BROAD-RSI pode ser dividida em 3 módulos principais: Extração e representação do perfil e do contexto do Usuário; Aplicação Inteligente para Recomendação, Extração e representação semântica dos recursos educacionais. Por questões de espaço e foco, os módulos não serão descritos em detalhe.

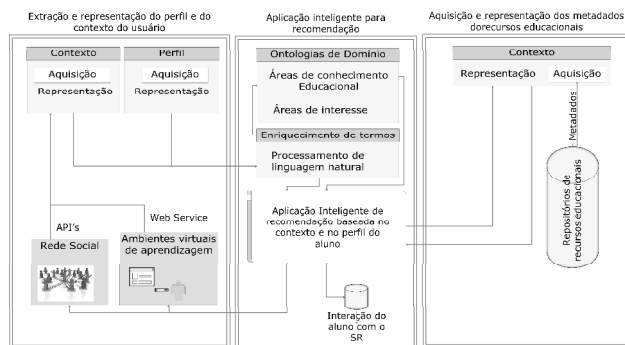


Figura 3. Arquitetura conceitual do BROAD – RSI

O processo de recomendação inicia-se com o uso de APIs - Application Programming Interface e Web Services para extrair informações das redes sociais e de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs). Após a extração é feita a representação semântica dos elementos contextuais extraídos. O conjunto de elementos contextuais considerados é mostrado na Tabela 6, seguindo as categorias identificadas por Verbert et al [14] e mapeamento sistemático realizada nesse trabalho.

Tabela 6 - Elementos contextuais usados no BROAD-RSI

Categoria	Subcategoria	Elementos de Contexto
Tempo	Horário	Horário de acessos aos sistemas
	Intervalo de tempo	Dia da semana e período do dia com maior número de acesso
Atividades	Tópicos	Disciplinas cursadas
Recursos	Geral	Idioma Tipo de aplicação Faixa etária Título

		Descrição	
		Técnico	Localização do recurso na Web Formato
		Anotações	Palavras-chave, tags Metadados
Usuário	Informações básicas	Nome Qualificação Cidade onde reside Histórico educacional Idade	
	Conhecimento	Conhecimento de Idiomas Competências educacionais	
	Preferências Interesses	Interesses gerais e educacionais Preferência (mídia, comunicação, música, notícias, filmes)	
Relacionamentos Pessoais		Interesses comuns entre amigos Similaridade entre pessoas Grupos de discussão nos quais o usuário participa	

Em virtude da natureza diversificada das informações disponíveis em ambientes colaborativos, faz-se necessário realizar uma filtragem inicial que selecione quais, dentre as informações compartilhadas e geradas, estão relacionadas a assuntos educacionais. Em Ambientes Virtuais de Aprendizagem as informações educacionais estão mais estruturadas através, por exemplo, dos cursos realizados, material didático, tema de fóruns, entre outros. Já em redes sociais, as informações de cunho educacional podem ser encontradas no Perfil Educacional disponível, que traz informações sobre qual escola o usuário frequentou, qual curso fez, quais são suas especialidades, etc, e em páginas acessadas, grupos ou itens compartilhados que pertençam às categorias educacionais, tais como faculdades, escolas, linhas de pesquisa, entre outras. Das redes sociais pode-se extrair ainda o nível educacional do usuário (Ensino Médio, Graduação, Pós-Graduação).

Além das informações relacionadas aos interesses educacionais dos usuários, são capturadas também aquelas relativas à sua preferência em relação aos dias, horários e períodos (manhã, tarde e noite) de acesso aos sistemas. Pretende-se, com isso, enviar recomendações educacionais nos horários mais oportunos de acordo com o perfil de acesso do usuário. São extraídas ainda as preferências por tipos diferentes de Mídias, a partir dos quantitativos dos diferentes tipos de recursos compartilhados pelo usuário, tais como Livros, Músicas, Vídeos, Imagens e Jogos. Essa preferência ajuda a priorizar recursos de acordo com o seu formato, não sendo usado, portanto, para eliminar uma recomendação, mas apenas para dar mais importância e prioridade a um subconjunto delas.

No caso dos tópicos de interesse, extraídos dos sistemas colaborativos, foram identificados ainda interesses correlatos através do uso de técnicas de Web Semântica, como ontologias de

domínio e de processamento de linguagem natural, usando a API AlchemyAPI[12]. Tais técnicas permitiram inferir conceitos e tópicos de interesse do usuário que não estão explícitos no AVA, tampouco nas Redes Sociais.

Uma vez definidos e extraídos os elementos contextuais, o módulo de recomendação do BROAD\_RSI é responsável por estabelecer a relação entre o contexto do usuário e o contexto dos recursos educacionais, através dos seus metadados. A filtragem dos recursos educacionais adequados é feita através de buscas semânticas no Repositório do BROAD-RSI. Os metadados considerados na filtragem podem ser vistos na categoria Recursos, na Tabela 6.

Geralmente os recursos educacionais são catalogados usando padrões de metadados, como por exemplo: IEEE LOM [7] e OBAA[15], permitindo assim a busca e reutilização desses recursos. Não se pretende, neste trabalho, investigar ou atuar sobre a catalogação e representação semântica dos recursos educacionais. O projeto BROAD já prevê a sua catalogação utilizando um subconjunto de metadados do LOM, considera também algumas categorias do padrão OBAA[15] e inclui uma ontologia para a representação desse conjunto de metadados [3].

Além da recomendação de recursos educacionais, uma recomendação de pessoas é feita após a identificação das áreas de interesse do usuário. Tendo as áreas identificadas, é possível extrair redes de interesses, que possibilitam indicar pessoas que tenham interesses comuns a um determinado usuário. A formação das redes de interesse propicia um ambiente de discussão dos temas de interesse, onde as contribuições dos seus membros enriqueçam o conhecimento de todos que fazem parte dela. Mais que a própria discussão que pode ser gerada dentro das redes de interesse, é possível explorar a recomendação de recursos educacionais pela técnica de filtragem colaborativa [2].

### 7. AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

Para permitir a avaliação do Sistema de Recomendação de Recursos Educacionais a partir da extração de informações do Facebook foi implementado um protótipo. Através desse protótipo é possível o usuário fazer login, usando a sua conta do Facebook, dar permissão de uso das suas informações e, então, serem extraídas as informações já citadas anteriormente. Para o desenvolvimento do protótipo foi utilizada a linguagem de programação Java e ainda as seguintes tecnologias: Tomcat, Jena, Sparql, API Graph através da biblioteca RestFB, AlchemyAPI e MySQL.

Após feito o login, são apresentados ao usuário todos os interesses capturados e aqueles que puderam ser inferidos (Figura 4). Os interesses inferidos poderão ser validados pelo usuário, permitindo assim que o contexto capturado pelo BROAD-RSI possa ter sua confiabilidade aumentada, eliminando possíveis equívocos, ou ambiguidades geradas pela APIAlchemy[8].

Uma vez que o usuário escolha o assunto de seu interesse, para o qual deseja receber recomendações, é feita uma pesquisa no repositório de recursos educacionais, visando retornar recursos compatíveis com o interesse e com os outros elementos listados na tabela 6.



Figura 4. Listagem de interesses extraídos e inferidos a partir do Facebook

O protótipo serviu para avaliar a viabilidade da proposta. A seguir, descrevemos um cenário de uso.

Suponha o seguinte cenário: um usuário, chamado João, faz login no BROAD-RSI, usando a sua conta do Facebook. O seu contexto é capturado, considerando os elementos já mencionados. Esse usuário possui interesse na área de Engenharia de software, tem domínio dos idiomas Português e Espanhol, 20 anos de idade e está cursando sua graduação em Ciência da Computação. De acordo com os registros do Facebook, João declarou ter lido diversos livros. No entanto, não demonstrou grande interesse em filmes e vídeos em geral. O dia e o horário nos quais João mais realiza postagem são, respectivamente, quarta-feira, período noturno. Considerando o cenário descrito, o BROAD-RSI fará uma busca no seu repositório de recursos educacionais no intuito de recuperar itens associados ao tema Engenharia de Software ou, ainda, ao tema Ciência da Computação de forma geral, apropriados para cursos de graduação e a idade de João. Dentre os recursos recuperados, será realizado um filtro selecionando recursos adequados para o nível de graduação, desenvolvidos nos idiomas Português ou Espanhol (Figura 5). Recursos educacionais em diferentes formatos serão associados ao usuário, no entanto aqueles que consideram habilidades de leitura, como apostilas, livros, artigos, serão priorizados na recomendação. Por fim, o BROAD-RSI enviará, automaticamente, notificações no Facebook para o usuário com as recomendações adequadas na quarta-feira e no período noturno. Manualmente, as recomendações podem ser solicitadas ao aplicativo BROAD-RSI a qualquer momento.

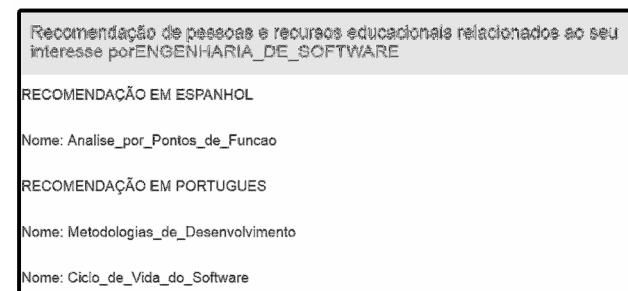


Figura 5. Recomendações feitas, baseadas no contexto do usuário

Além da recomendação dos recursos educacionais, o BROAD-RSI indicará a João quais usuários, dentre as pessoas às quais ele está ligado pelo Facebook, possuem interesses semelhantes. Há ainda a indicação de amigos dos amigos que também possuem



interesses semelhantes, mostrando a ele através de qual amigo é possível acessar uma determinada pessoa. Através de algumas buscas, usando propriedades semânticas, é gerada uma rede formada pelos usuários que possuem o mesmo interesse que João. Na Figura 6 pode ser vista a formação de uma Rede de Interesse no Tema Ciência da Computação, gerada a partir de informações extraídas do Facebook. O usuário representado pelo rótulo (A) é aquele para o qual serão feitas as recomendações, no caso do nosso cenário, João. Os nós representados pelo rótulo (B) são os amigos diretamente ligados a João, portanto, pessoas que possuem o mesmo interesse e já fazem parte do círculo de amizade do usuário. Já os nós representados pelo rótulo (C), são usuários que possuem o mesmo interesse e não estão ligados diretamente a João. Através das conexões mostradas é possível indicar a João os seus amigos que possuem interesses comuns e, ainda, quais são os amigos que podem conectá-lo a outras pessoas, que ainda não fazem parte do seu círculo de amizade.

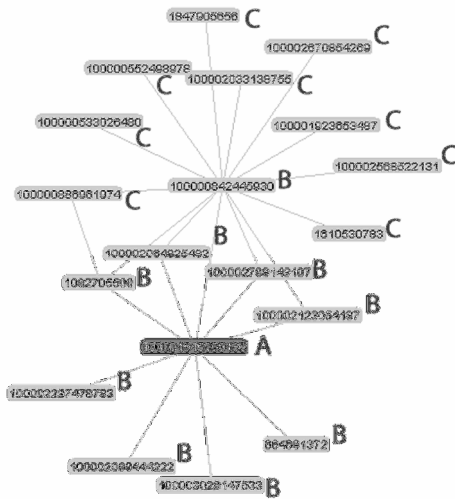


Figura 6 – Rede de pessoas com um determinado interesse comum

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um mapeamento sistemático com o objetivo de identificar os elementos de contexto explorados em Sistemas de Recomendação Sensíveis ao Contexto específicos para o domínio educacional. Inicialmente, foram encontrados 471 artigos. Após a leitura do título e abstract, foram selecionados 140. Desses, todos foram lidos e, depois de aplicados os critérios de exclusão, foram extraídas informações de 23 trabalhos. Os elementos de contexto identificados foram categorizados de acordo com a proposta de Verbert et al [14].

Com o mapeamento sistemático descrito foi possível identificar os tipos de elementos contextuais mais usados nas pesquisas recentes acerca de Sistemas de Recomendação no âmbito educacional. Os resultados obtidos contribuíram com decisões a respeito de quais elementos poderiam ser explorados na proposta de recomendação do BROAD-RSI e como eles poderiam ser capturados.

O presente trabalho apresentou também a Arquitetura do BROAD-RSI, cuja especificação foi apoiada pelos resultados obtidos no mapeamento. O processo de recomendação pode ser resumida em 5 etapas, sendo elas: (1) extração da informações, (2) definição do perfil Educacional, (3) enriquecimento do perfil, (4)

representação semântica e (5) recomendação. Para a extração de informações são consideradas informações disponíveis em Ambiente colaborativos, tais como Redes Sociais e Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Através dessas informações são definidos dados básicos de perfil do usuário e suas preferências educacionais. Após a extração foram usadas técnicas de análise textual e processamento de linguagem natural para estender o vocabulário relativo aos interesses educacionais, trazendo novos interesses implícitos. Uma representação semântica do perfil do usuário é criada e, através de associações entre ela e os metadados dos recursos educacionais, é selecionado um conjunto de recursos apropriados a cada usuário.

O sistema de recomendação apresentado neste trabalho traz aspectos inovadores no sentido de extrair e considerar informações geradas espontaneamente nas redes sociais, mais especificamente no Facebook, gerando recomendações individuais, especificamente educacionais, que estejam coerentes com os interesses e as preferências identificados a partir da análise das informações oriundas desse sistema. Outra contribuição é a possibilidade da recomendação de pessoas, possibilitando a formação de uma rede de interesses em torno de um determinado tema.

A pesquisa no sentido de criar um ambiente educacional de recomendação usando informações extraídas de redes sociais e de AVAs ainda está em andamento e terá como passos futuros: (1) a ampliação de informações extraídas do Sistema Facebook; (2) a inclusão de postagens individuais e em grupo na definição de interesses; (3) a extração de informações de outros sistemas, incluindo Ambientes Virtuais de Aprendizagem; (4) a consideração da rede de interesses para melhorar a qualidade das recomendações através da técnica de filtragem colaborativa.

## AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa está sendo parcialmente apoiada pela FAPEMIG, CAPES, CNPq and FAPEMIG, Brazil

## REFERÊNCIAS

- [1] Biolchini, J., Mian, P.G., Natali, A.C.C., Travassos, G.H., Systematic Review in Software Engineering, In: Relatório Técnico COPPE/UFRJ – disponível em [www.cos.ufrj.br](http://www.cos.ufrj.br), (2005).
- [2] Burke, R., Hybrid recommender systems: survey and experiments. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 12, 4, 331-370, 2002.
- [3] Campos, F. et al. (2012) BROAD Project: Semantic Search and Application of Learning Objects. In *IEEE Technology and Engineering Education (ITEE)*.
- [4] Dey, A. K. Understanding and Using Context, *Personal and Ubiquitous Computing*, v. 5, n. 1, 2001, pp. 4-7.
- [5] Dey, A.K., Salber, D. Abowd, G.D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. In *Human-Computer Interaction Journal*, Vol. 16(2-4), 2001, pp. 97-166.
- [6] Dublin Core. (2013). Dublin Core Metadata Initiative. <http://dublincore.org>.

- [7] IEEE LTSC (2004): IEEE LTSC Working Group 12: Learning Object Metadata. <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>.
- [8] Kalinowski, M. Uma Abordagem para Prevenção de Defeitos Provenientes de Inspeções para Apoiar a Melhoria dos Processos de Engenharia do Software / Marcos Kalinowski – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011. Tese (doutorado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2011.
- [9] Kitchenham, B.. Procedures for Performing Systematic Reviews. Joint Technical Report Software Engineering Group, Department of Computer Science Keele University, United King and Empirical Software Engineering, National ICT Australia Ltd, Australia, 2004
- [10] Kitchenham, B. & Charters, S. (2007), Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering, Technical Report EBSE-2007-01, School of Computer Science and Mathematics, Keele University.
- [11] Lapes, Ferramenta StArt2 (State of teh Art through Systematic Review) v. 1.06.3. Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software. Disponível em [http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start\\_tool](http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool)
- [12] Orchestr8. Alchemyapi. <http://www.alchemyapi.com/>, 2011. Acessado em 03/07/2014.
- [13] Patel A, Russell D, Kinshuk, Oppermann R and Rashev R (1998) “An initial framework of contexts for designing usable intelligent tutoring systems”, Information Services and Use, 18 (1,2), IOS Press, Amsterdam, 1998, pp. 65-76.
- [14] Verbert K., Manouselis N., Ochoa X., Wolpers M., Drachsler H., Bosnic I., Duval E. 2012. "Context-Aware Recommender Systems for Learning: A Survey and Future Challenges," IEEE Transactions on Learning Technologies, vol. 99, no. PrePrints, 2012.
- [15] Viccari, R.; Gluz, j. and Passerino, L. M., et al. (2010) “The OBAA Proposal for Learning Objects Supported by Agents”. In: MASEIE Workshop – AAMAS 2010, Toronto, Canada.
- [16] Vieira, V.; Tedesco, P.; Salgado, A. C. Modelos e processos para o desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto. Technical report, CIn – UFPE, 2009.
- [17] Vieira, V., Souza, D., Salgado, A. C., Tedesco, P. "Uso e Representação de Contexto em Sistemas Computacionais", Tópicos em Sistemas Interativos e Colaborativos, Cap. 4, pp.127-166, São Carlos: UFSCAR, 2006.
- [18] ZHENG, Yanlin; YANO, Yoneo. A framework of context-awareness support for peer recommendation in the e-learning context. British Journal of Educational Technology, v. 38, n. 2, p. 197-210, 2007.