

ECARE: Um Assistente para Ambientes de Aprendizagem baseado na Metodologia da Problematização

Fausto J. F. B. Gominho

Centro de Informática
Universidade Federal de
Pernambuco (UFPE) – Recife - PE
fffbg@cin.ufpe.br

Patrícia Tedesco

Centro de Informática
Universidade Federal de
Pernambuco (UFPE) – Recife - PE
pcart@cin.ufpe.br

Rosalie B. Belian

Centro de Ciências da Saúde
Universidade Federal de
Pernambuco (UFPE) – Recife - PE
rosalie.belian@gmail.com

ABSTRACT

The traditional model of teaching is gradually being replaced by new pedagogical trends, which point to the need for the formation of a professional capable of transforming social reality of their daily lives. In the context of these new trends, Problematic Methodology with reference to the method of Arch Maguerz, offers a way able to guide the teaching practice of an educator, targeting the critical and creative thinking of students. Together these new trends is the increasing use of information and communication technology to provide and support tools and content in education. Aiming to assist the learner in the proper use of these tools and access to content according to the learner's context, this work presents the ECARE, a context-aware recommender assistant applied to an educational software based on Problematic Methodology operationalized through the Arch of Charles Maguerz. A prototype of an educational assistant integrated software was developed using the CEManTIKA framework and a preliminary experimental study was conducted verifying the usefulness and usability of the proposed assistant.

RESUMO

O modelo de ensino tradicional aos poucos vem sendo substituído por novas tendências pedagógicas, as quais apontam para a necessidade da formação de um profissional capaz de transformar a realidade social do seu cotidiano. No contexto destas novas tendências, a Metodologia da Problematização tendo como referência o Método do Arco de Maguerz, oferece um caminho capaz de orientar a prática pedagógica de um educador, visando o pensamento crítico e criativo dos alunos. Juntos a essas novas tendências, é cada vez maior o uso da tecnologia da informação e comunicação como suporte para oferecer ferramentas e conteúdos no domínio da educação. Visando auxiliar o aprendiz na utilização adequada destas ferramentas e o acesso a um conteúdo de acordo com contexto do aprendiz, este trabalho apresenta o ECARE, um assistente de recomendação sensível ao contexto aplicado a um *software* educativo baseado na Metodologia da Problematização operacionalizada através do Arco de Charles Maguerz. Um protótipo do assistente integrado a um *software* educacional foi desenvolvido utilizando o *framework* CEManTIKA e um estudo experimental preliminar foi realizado verificando a utilidade e a usabilidade do assistente proposto.

Descritor de Categorias e Assuntos

K.3.1 [Computers and Education]: Computer Uses in Education –Computer-assisted instruction (CAI).

Termos Gerais

Experimentation, Human Factors, Verification.

Palavras Chaves

Contexto Computacional, Sistema de Recomendação, Metodologia da Problematização.

1. INTRODUÇÃO

No modelo de ensino tradicional, o aprendiz é tratado como um simples receptor e armazenador de informações, sendo que muitas destas informações não são associadas à realidade e experiência prática do aprendiz [19]. Diante deste cenário, esse modelo de ensino aos poucos vem sendo substituído por novas tendências pedagógicas, as quais apontam para a necessidade da formação de um profissional capaz de transformar a realidade social do seu cotidiano [25]. A Metodologia da Problematização tem como primeira referência o Método do Arco, de Charles Maguerz e de acordo com a sua proposta, é possível aprender determinado tema quando se adotam as seguintes etapas: observação da realidade; identificação dos pontos-chave, teorização, desenvolvimento de hipótese de solução e aplicação à realidade prática [3].

A utilização da metodologia da Problematização em um *software* educativo tem a vantagem de estimular o aprendizado ativo do estudante, promovendo a sua autonomia no processo de construção de conhecimento [19]. Nesse processo autônomo de construção do conhecimento, o aluno se torna responsável por pesquisar conteúdos e utilizar ferramentas que o auxiliem na resolução do problema. Apesar desses conteúdos estarem disponíveis em diversos repositórios virtuais, a grande quantidade de recursos acessíveis pode ocasionar uma sobrecarga de informação no aluno. Sendo que o ideal seria que os sistemas percebessem a necessidade do usuário e, com isso, minimizassem a complexidade e esforço destes na busca por solução [34]. Desta forma, este artigo apresenta a construção de um assistente de recomendação de recursos de aprendizagem integrado a um *software* baseado na Metodologia da Problematização e como o contexto pode ser integrado a este assistente.

Este artigo está dividido em 4 seções, onde a seção 2 mostra uma visão geral sobre contexto computacional, sistemas de recomendação e a problematização no ensino-aprendizagem. A seção 3 apresenta os trabalhos relacionados a este artigo. A seção 4 descreve a abordagem proposta neste artigo. Na seção 5 apresentamos os experimentos e resultados. Já a última seção é apresentada as conclusões.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com a expansão da internet e o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação é cada vez maior a utilização dos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) como suporte a educação a distância, em atividades presenciais de sala de aula ou semipresenciais. Nesses ambientes, a tecnologia é empregada para apoiar as atividades educacionais, fornecendo diversas ferramentas e recursos que facilitam a aprendizagem dos alunos.

Os AVA que utilizam como método de ensino a problematização, promovem no aprendiz o desenvolvimento de sua autonomia e competência de aprender a aprender. Neste contexto, os aprendizes são responsáveis por selecionar as ferramentas e recursos que o auxiliarão no processo de aprendizagem. A utilização de sistemas de recomendação educacionais, que fazem uso das informações contextuais dos aprendizes, é importante para fornecer recursos adequados as suas características individuais, auxiliando assim, no processo de construção do conhecimento.

Nesta seção, serão apresentados os conceitos que são importantes para o entendimento das próximas seções deste artigo. Neste sentido, os seguintes conceitos e ferramentas serão abordados: Contexto Computacional, Sistemas de Recomendação e A problematização no Ensino-Aprendizagem.

2.1. Contexto Computacional

Contexto é um conceito multifacetado que tem sido pesquisado em várias disciplinas, incluindo Ciência da Computação, (principalmente em Inteligência Artificial e Computação Ubíqua), ciência cognitiva, linguística, filosofia, psicologia e ciências organizacionais[1, 27]. Uma das definições mais citadas de contexto é a de [14] que define contexto como “qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, lugar, ou objeto que é considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo interação entre usuário e entre aplicações”. Apesar de ser bastante citado, esta definição não trata o aspecto dinâmico do contexto, o que dificulta o seu uso no desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto.

Este trabalho utiliza as definições de [33], que verificou que embora existam várias definições de contexto, os pesquisadores concordam que: um contexto só existe quando associado a outra entidade; contexto é um conjunto de itens associado a uma entidade; e um item é considerado como parte de um contexto apenas se esse item for útil para dar suporte à resolução de um determinado problema. Diante disto, a autora fez distinção entre os conceitos de contexto e de elementos contextuais e os definiu da seguinte maneira: Um elemento contextual ou do inglês *Contextual Element* (CE) é qualquer conjunto de dados ou informação que permite caracterizar uma entidade em um domínio, e o contexto de uma interação entre um agente e uma aplicação, para executar alguma tarefa, é o conjunto de elementos contextuais instanciados que são necessários para apoiar a tarefa atual.

As aplicações tradicionais são sistemas computacionais que agem de acordo com as solicitações e informações fornecidas de modo explícito pelos usuários. As aplicações que fazem uso das informações contextuais além de utilizarem as informações explícitas do usuário e que estão armazenadas em bases de conhecimento contextuais, utilizam informações que são percebidas do ambiente e informações inferidas por meio de raciocínio[34].

Esses sistemas que fazem uso de informações contextuais foram definidos por [33] como Sistemas Sensíveis ao Contexto ou do inglês *Context-Sensitive Systems* (CSS), e gerenciam elementos contextuais relacionados a uma aplicação em um domínio, utilizando-os para apoiar um agente na execução de alguma tarefa. Esse apoio pode ser alcançado pelo aumento da percepção do agente em relação à tarefa, sendo executada ou pelo provimento de adaptações, que facilitem a execução de tarefa. Para viabilizar a construção de uma aplicação sensível ao contexto, foi utilizado o *framework* CEManTIKA que é apresentado na Seção a seguir.

2.1.1. Framework CEManTIKA

O *framework* CEManTIKA (*Contextual Elements Modeling and Management through Incremental Knowledge Acquisition*), apresentado por [33], tem como objetivo apoiar o projeto de sistemas sensíveis ao contexto (CSS, *Context-Sensitive Systems*) em diferentes domínios. O *framework* possibilita a modularização do desenvolvimento de sistemas sensíveis ao contexto separando os elementos relacionados ao negócio da aplicação das especificações associadas ao contexto. O *framework* proposto, conforme Figura 1, é composto por quatro elementos principais: uma arquitetura genérica para sistemas sensíveis ao contexto; um metamodelo de contexto independente de domínio; um conjunto de perfis UML (*Unified Modeling Language*); e um processo que direciona a execução de atividades relacionadas à especificação do contexto e ao projeto de sistemas sensíveis ao contexto.



Figura 1. Framework CEManTIKA [33].

2.2. Sistema de Recomendação

A grande quantidade de informação disponibilizada através da Internet, a facilidade de acesso destes conteúdos pelos sistemas web e a diversidade de conteúdos ofertados ocasionaram uma sobrecarga de informações aos usuários. Muitos usuários não possuem conhecimento suficiente para realizar uma filtragem das várias informações apresentadas a eles. Apesar de existirem diversas aplicações de recuperação de conteúdo que auxiliam os usuários na identificação de itens de interesse, essas aplicações ainda trazem muito conteúdo irrelevante. Uma solução para minimizar este problema de sobrecarga de informação é o uso de Sistemas de Recomendação. Estes sistemas têm como objetivo o desenvolvimento de aplicações que ajudem no processo de recomendação de conteúdos e serviços personalizados e que seja úteis para o usuário, diminuindo assim o seu *overload* cognitivo [2, 8, 10, 28, 32].

Para [6], um sistema de recomendação pode ser visto como qualquer sistema que produza recomendações individualizadas como saída ou tenha o efeito de guiar o usuário de modo personalizado para objetos interessantes ou úteis em um ambiente com grande número de opções possíveis. Já para [8], os sistemas de recomendação utilizam repositórios de informação e dados do perfil do usuário, para auxiliá-lo no processo de seleção de conteúdo de maneira que os conteúdos selecionados atendam as expectativas dos usuários.

E os sistemas de recomendação, segundo [1], podem ser classificados em três categorias de acordo com a forma que é realizada a recomendação: Sistema de Recomendação Baseado em Conteúdo, Sistema de Recomendação Baseado em Filtragem Colaborativa e Sistema de Recomendação Híbrido. Na recomendação baseada em conteúdo, os usuários recebem recomendações de itens similares a outros itens acessados no passado; Para isso é analisado o histórico de interação entre o

usuário e o ambiente. No caso da recomendação baseado em filtragem colaborativa são recomendados itens que usuários com perfis e preferências semelhantes a dele acessaram; Esta técnica está baseada na troca de experiências entre usuários que possuem interesses similares. E por fim, na recomendação híbrida são combinados os dois modelos anteriores, ou seja, com base nas correlações item-item e na correlação pessoa-pessoa [9, 18, 20].

No contexto deste trabalho será abordado o domínio dos sistemas de recomendação para aprendizagem apoiada por tecnologia (*technologyenhancedlearning*, TEL). A aprendizagem apoiada por tecnologia engloba o uso de tecnologias que melhoram de alguma forma as atividades de ensino e aprendizagem. Nestes sistemas, a interação do aluno ou do professor com determinados conteúdos é capturada de modo que posteriormente seja possível recomendar conteúdo ou formas de aprendizado personalizado para alunos ou professores de diferentes perfis [27, 28, 35].

2.2.1. Sistemas de Recomendação Educacionais

A TEL tem como objetivo definir, desenvolver e testar inovações sócio técnicas que melhorem as práticas de aprendizagem tanto individualmente como em organizações. É portanto, um domínio de aplicação que geralmente cobre as tecnologias que dão suporte a todas as formas de atividades de ensino e aprendizagem [21].

Com uma grande quantidade de recursos de aprendizagem disponíveis atualmente, principalmente em repositórios virtuais como a Biblioteca Virtual de Saúde¹ que possui mais de 23 milhões de recursos de aprendizagem, os sistemas de aprendizagem apoiada por tecnologia necessitam de uma maior facilidade de localização dos recursos disponíveis. Para [21], o conceito de recursos de aprendizagem vai além dos conteúdos de aprendizagem contidos nestes repositórios e podem também incluir: caminhos de aprendizagem, que ajuda o aprendiz a navegar através dos recursos de aprendizagem apropriados; sugestão de parceiros para atividades colaborativas; recomendação de tópicos para discussão de assuntos de interesse comum; e sugestão de cursos que possam acrescentar ou melhorar as habilidades do aprendiz.

Diante desta disponibilidade imensa de recursos de aprendizagem e as várias oportunidades de interação que estes recursos favorecem o uso de sistemas de recomendação em ambientes de aprendizagem apoiada por tecnologia se torna algo importante para identificação de recursos educacionais adequados ao perfil do aprendiz [21].

Dentro do contexto de TEL, um assistente de recomendação tem que buscar potenciais recursos de aprendizagem e recomendar os recursos mais adequados a um determinado aluno ou a um determinado grupo de alunos. Para isso, os assistentes precisam funcionar dentro de uma infraestrutura de *e-learning* de modo a ser capaz de receber e fornecer as informações necessárias para estas recomendações [15]. É para isso, é interessante que os sistemas de recomendação educacional incorporem informações adicionais sobre alunos e professores e seu contexto no processo de recomendação [31].

¹www.bvs.com.br

2.2.2. Sistemas de Recomendação Educacionais Sensíveis ao Contexto

Os sistemas de recomendação tradicionais, como os colaborativos, baseados em conteúdo e os híbridos lidam com dois tipos de entidades: usuários e itens; o que normalmente não atende as necessidades adicionais exigidas por aplicações de aprendizagem apoiada por tecnologia. Para os sistemas de recomendação educacionais é interessante a incorporação de informações contextuais dos alunos no processo de recomendação. Estas informações podem ser usadas para adaptar as recomendações de acordo com características individuais tais como: o tempo disponível, localização, pessoas próximas, etc [31].

No trabalho [1] os autores argumentam que as informações contextuais podem ser adquiridas de diversas maneiras, conforme descrito abaixo:

- Explicitamente, onde as informações dependem da entrada manual do usuário, que pode ser por meios de perguntas direta ou questionários de cadastros web;
- Implicitamente, onde as informações são capturadas automaticamente do ambiente, por exemplo, a localização atual, o tipo do dispositivo, data e hora de uma transação;
- Inferência, onde as informações contextuais podem ser obtidas analisando as interações dos usuários com as ferramentas e recursos, por exemplo, estimar o tempo que um aluno leva para ir de sua casa até a universidade.

Segundo [1], existem diferentes abordagens para incorporar informação contextual no processo de recomendação e elas podem ser caracterizadas em dois grupos: (1) recomendação via consulta e pesquisa orientada a contexto, e (2) recomendação via elicitación e estimativa de preferência contextual. A primeira abordagem de recomendação via consulta e pesquisa orientada a contexto utiliza as informações contextuais obtidas diretamente do usuário (ex. humor ou interesses) ou obtidas do ambiente (ex. horário local, clima ou localização atual), a fim de consultar ou pesquisar em um repositório de recursos e apresentar os melhores recursos para o usuário naquele contexto (ex. restaurantes próximos que estão abertos). A segunda abordagem de recomendação via elicitación e estimativa de preferência contextual tenta modelar e aprender as preferências do usuário através observação das interações deste e de outros usuários com os sistemas, ou através do *feedback* do usuário nos vários itens recomendados anteriormente. Esta abordagem normalmente adota técnicas de filtragem colaborativa, baseada em conteúdo ou híbrida para recomendação de itens ou aplica várias técnicas inteligentes de mineração de dados ou aprendizagem de máquina para análise dos dados.

No trabalho de [31], os autores classificaram as informações contextuais que são relevantes para aplicações de aprendizagem apoiada por tecnologia sensível ao contexto em 8 dimensões:

- O contexto computacional é responsável pela aquisição de dados de redes, hardware e software que estão sendo utilizados pelo usuário. Este contexto é necessário, por exemplo, para selecionar recursos de aprendizagem adequados ao dispositivo que está sendo usado;
- O contexto localização é utilizado para capturar informações de localização espacial de objetos, que podem ser pessoas e dispositivos, e os seus relacionamentos, como a proximidade entre os objetos, a capacidade de comunicação e a orientação.

Aplicações educacionais que utilizam este contexto podem, por exemplo, saber se o aluno está na sala de aula, em casa ou em outra localização, e recomendar recursos de acordo com este contexto. Sensores que normalmente são usados para obtenção destas informações, são os Sistemas de Posicionamento Global (GPS) ou as redes de dados móveis;

- O contexto tempo inclui informação de data e hora ou informações menos específicas como: semana, mês ou semestre de um ano; Normalmente informações de tempo são utilizadas em conjunto com outras partes de um contexto, informando data e hora ou intervalo que uma determinada informação contextual foi percebida ou é relevante;
- O contexto condições físicas descrevem as condições ambientais onde o sistema ou usuário estão localizados, e geralmente inclui medidas para o calor, luz e som; No âmbito da aprendizagem, a iluminação e o barulho muitas vezes são considerados aspectos importantes;
- O contexto atividade é responsável pela captura das tarefas, dos objetivos e das ações do usuário. Esses dados podem ser analisados para que seja inferidas informações sobre a tarefa atual, os objetivos ou temas de interesse do usuário;
- O contexto recurso captura as características relevantes de recursos físicos (ex. bibliotecas ou livrarias) ou virtuais (ex. objetos de aprendizagem ou artigos online);
- No contexto usuário podem ser capturadas: as informações pessoais básicas, o conhecimento prévio, os interesses, os objetivos de aprendizagem, os estilos cognitivos e de aprendizagem, informação afetivas e experiências do usuário;
- O contexto de relações sociais é responsável pelas associações, conexões e filiações sociais entre duas ou mais pessoas. Por exemplo, relações sociais podem conter informações sobre amigos, inimigos, vizinhos, colegas de trabalho e familiares.

2.3. Problematização no Ensino-Aprendizagem

Os modelos tradicionais de ensino têm se mostrado menos eficientes nestas últimas décadas por se basearem apenas na orientação cognitiva, no qual o professor guia o processo de aquisição do conhecimento, com teoria e prática repassada aos alunos. Nestes modelos os docentes assumem o papel principal no processo de ensino e aprendizagem, disseminando informações e fazendo com que estudantes sejam obrigados a memorizar ou resolver problemas em ambientes de aprendizagem passiva. Já nos ambientes de aprendizagem ativa, os estudantes assumem o papel principal no processo de ensino e aprendizado, neste processo eles são encorajados a adquirirem informações e a partir delas entrar no processo de construção e validação de seus próprios modelos mentais [7, 24].

O ensino pela problematização teve início em 1980, na Universidade do Havaí, que buscava um currículo orientado para os problemas, definindo a maneira como os estudantes aprendiam e quais habilidades cognitivas e afetivas seriam adquiridas [22]. Para [3], a Metodologia da Problematização (MP) é uma metodologia de ensino, de estudo e de trabalho para ser utilizada sempre que seja oportuno, em situações em que os temas estejam relacionados com a vida em sociedade.

2.3.1. Arco de Maguerez

A Metodologia da Problematização tem como primeira referência o Método do Arco, de Charles Maguerez, apresentado por [4]. Este método é apoiado em cinco etapas: Observação da Realidade; Pontos-Chave; Teorização; Hipóteses de Solução e Aplicação à Realidade [13].



Figura 2. Arco de Maguerez[11].

Na primeira etapa, *observação da realidade*, os alunos são orientados pelo professor a observar e registrar sistematicamente o que perceberem de sobre um problema real, possibilitando uma visão ampla e contextualizada do problema [29]. Nesta etapa, os professores orientam os alunos a observar um tema ou unidade de estudo e registrar o que perceberem sobre a parcela de realidade em que aquele tema está sendo vivenciado. A partir desta observação os alunos identificam as dificuldades, carências, discrepâncias, de vários níveis, que serão transformadas em problemas. A redação do problema nesta etapa passará a ser uma referência para todas as outras etapas do arco [3].

Na segunda etapa, denominada de *pontos-chave*, os alunos realizam um estudo mais cuidadoso, refletindo primeiramente sobre as possíveis causas da existência do problema, e por meio da análise reflexiva, identificam os determinantes ou pontos-chave relevantes para a compreensão do problema, e tentam encontrar formas de intervir na realidade para solucioná-lo ou medidas que se aproximem desta direção [3, 22, 29].

Na terceira etapa, *teorização*, busca-se a fundamentação teórica para explicar o problema, para isso os alunos são orientados a buscar elementos científicos que podem contribuir para esclarecer o assunto, dentro de cada ponto-chave já definido. O aluno deve buscar essas informações onde quer que elas estejam: indo à biblioteca em busca de livros, pesquisando em repositórios de artigos, consultando especialistas, participando de palestras. Nesta etapa, o professor terá um papel importante de mediar, orientar e estimular a participação ativa do aluno no processo de busca pelas respostas adequadas [3, 22, 29].

Na etapa de *hipóteses de solução*, todo o estudo realizado deverá fornecer elementos para que os alunos elaborem propostas, de forma original e criativa, para as possíveis soluções do problema e para sua aplicabilidade à realidade [3, 22, 29].

A última etapa, *aplicação à realidade*, o aluno terá a oportunidade de colocar em prática as sugestões elaboradas como solução do problema, e aprende a generalizar o que foi aprendido para aplicar em outras situações. Nesta etapa o aluno tem a possibilidade de romper a barreira da fundamentação teórica, planejando estratégias que o possibilitem pôr em prática de alguma maneira as soluções do problema [3, 22, 29].

O estudante ao completar o Arco de Maguerez pôde exercitar a relação prática – teoria - prática, tendo sempre como etapa inicial e final do processo de ensino e aprendizagem, a realidade social[3, 22, 29].

3. TRABALHOS RELACIONADOS

Os assistentes de recomendação em AVA podem contribuir bastante no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que eles exploram uma gama maior de recursos educacionais existentes, podendo fornecer aos alunos recomendações adequadas ao seu contexto, permitindo assim uma maior interação entre os recursos e os aprendizes [12]. A personalização, adaptação e recomendação são características centrais em AVA. Neste contexto, as técnicas de recuperação de informação são aplicadas como parte dos sistemas de recomendação em TEL para filtrar e fornecer recursos de aprendizagem de acordo com as preferências e os requisitos do usuário. Neste capítulo serão apresentados sistemas que integram essas características no seu funcionamento.

O projeto BROAD-RS (*BROAD Recommendation System*), apresentado por[26], visa permitir automação do processo de recomendação de objetos de aprendizagem adaptados aos interesses do aluno e de acordo com o modelo didático especificado pelo professor. O BROAD-RS foi baseado no projeto BROAD que utiliza tecnologias como ontologias, serviços da web semântica, agentes e *workflow* para construção de uma arquitetura para pesquisar, recuperar e usar objetos de aprendizagem [30].

O MobiLE, [28], é uma abordagem baseada em agentes para recomendação sensível ao contexto de objetos de aprendizagem a fim de aperfeiçoar o processo Educação a Distância (EaD) através do uso dos dispositivos móveis. Para isto, o ambiente de aprendizagem móvel utiliza objetos de aprendizagem, ontologias e agentes de software, para se adequar às necessidades do estudante, de acordo com o seu contexto.

O sistema de recomendação de objetos de aprendizagem chamado e-LORS (*e-Learning Object Recommendation System*)[35], se baseia no relacionamento entre perfis e objetos de aprendizagem para recomendar conteúdo eletrônico. Para tornar possível a recomendação dos objetos de aprendizagem que mais correspondem ao perfil de aprendizagem do aluno, foi adotado o Modelo de Estilos de Aprendizagem de Felder e Silverman[16], associando os estilos de aprendizagem com as estratégias de ensino mais adequadas.

No trabalho de [17], os autores sugerem um modelo ubíquo para recomendação de conteúdos educacionais em um ambiente heterogêneo, chamado UbiReCon. O modelo se fundamenta na utilização de agentes de software e de ontologias para recomendar objetos de aprendizagem de acordo com o perfil e o contexto do aprendiz. Para fornecer um serviço de recomendação de conteúdo em um ambiente ubíquo, o modelo integra as funcionalidades da infraestrutura OBAA MILOS e da Global.

Todos os sistemas apresentados nesta seção recomendam objetos de aprendizagem de acordo com o perfil do aluno, se diferenciando entre eles nas tecnologias empregadas e nas informações contextuais utilizadas. Em relação a metodologia de ensino, nenhum dos sistemas levou em consideração a adequação do sistema a um determinado método. Na próxima seção, é apresentado o ECARE que pode ser integrado a um ambiente baseado na MP, operacionalizado pelo arco de Maguerez, fornecendo recomendações sensíveis ao contexto de recursos de aprendizagem.

4. ECARE

Este trabalho propõe o ECARE (*Educational Context-Aware Recommender*), um assistente de recomendação sensível ao contexto de recursos de aprendizagem que pode ser integrado a um ambiente de aprendizagem educacional baseado na Metodologia da Problematização e operacionalizado pelo Arco de Maguerez. Os recursos de aprendizagem recomendados podem ser: cursos que incrementem suas competências e habilidades e que sejam importantes para a formação profissional de qualidade; colegas, colaborando com a formação do conhecimento, seja via chat, fórum ou presencialmente; e conteúdos educacionais diversos, como artigos, vídeos, áudio entre outros. Além de auxiliar o estudante no processo de busca do conhecimento através das recomendações, o assistente leva em consideração a metodologia de ensino empregada, de modo que as recomendações não comprometam de modo negativo o processo de ensino e aprendizagem do aluno.

O assistente foi projetado utilizando a arquitetura de referência proposta pelo *framework* CEManTIKA[33], conforme a **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, e dividida em 3 camadas: fontes de contexto (*Context Sources*), gerenciamento de contexto (*Context Management*) e consumidores de contexto (*Context Consumers*). O gerenciamento de contexto é uma camada intermediária que é responsável por adquirir as informações das fontes de contexto, processar e disseminar as informações para os consumidores de contexto interessados.

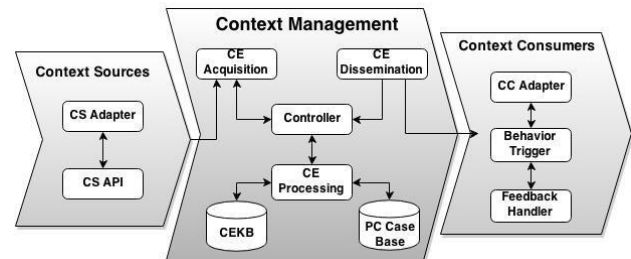


Figura 3. Arquitetura do ECARE.

Um protótipo ECARE integrado a um software educacional baseado no Arco de Maguerez foi projetado e desenvolvido segundo o processo de desenvolvimento de *software* do *framework* CEManTIKA[33], onde seguiu as seguintes etapas: especificação do contexto, projeto do gerenciamento de contexto e o projeto do uso do contexto.

Neste trabalho foi utilizado o *software* educacional PenSAE (Problematização do Ensino Aplicado à Sistematização da Assistência de Enfermagem), proposto por[19], que utiliza o método do Arco de Maguerez com foco na aquisição de competências e habilidades necessárias à prática do processo de Enfermagem. O processo de Enfermagem pode ser visto como um conjunto de condutas direcionadas à solução de problemas, no qual o profissional se qualifica a administrar e implementar o cuidado, pela realização de julgamentos pertinentes e de ações com base na razão, seja no âmbito individual ou coletivo [19].

O módulo do aprendiz do PenSAE segue o Método do Arco de Maguerez, percorrendo as etapas de Observação da Realidade, Levantamento dos Pontos-Chave, Teorização, Hipótese de Solução e Aplicação à Realidade. Este método adota o princípio

da ação-reflexão-ação para formação de competências e habilidades voltadas à solução de problemas [3].

A visão geral do ECARE integrado ao PenSAE é apresentada na Figura 4. No ambiente, os usuários, aluno e professor, acessam o PenSAE e realizam suas atividades. A partir das atividades que foram identificadas como foco, ou seja, atividades que serão sensíveis ao contexto, o PenSAE solicita ao assistente as recomendações adequadas ao usuário e passa as informações contextuais relevantes para a realização da recomendação. De acordo com a atividade, o assistente poderá recomendar recursos externos ao ambiente como: publicações e objetos de aprendizagem de repositórios virtuais e livros de bibliotecas próximas. E recursos internos ao ambiente como: cursos, colegas para colaboração, entre outros recursos de aprendizagem.

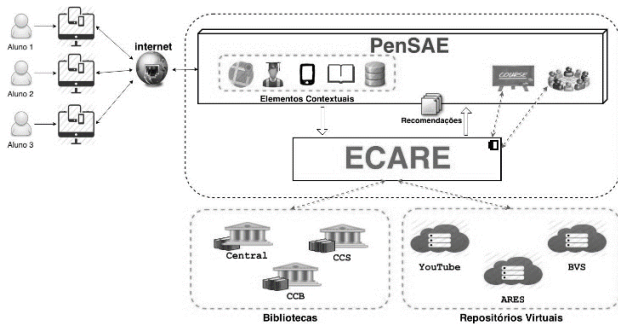


Figura 4. Visão geral do ECARE integrado ao PenSAE.

Para projetar o assistente, foi utilizada a documentação existente do PenSAE como entrada para o *framework*CEManTIKA. O protótipo foi desenvolvido em *RubyonRails* e banco de dados PostgreSQL e cobriu as funcionalidades relacionadas a resolução de estudo de caso, percorrendo as cinco etapas do Arco de Magueréz. O assistente foi implementado para realizar recomendação de recursos (objetos de aprendizagem, artigos e livros) na fase de teorização.

Na tela da fase de Teorização, após as fases de Observação da Realidade e de Pontos-Chave, foi implementada uma área de recomendação, conforme Figura 5, no qual a partir das informações do perfil do aluno o sistema recupera recursos que sejam mais adequados ao aluno e aderente ao tema do estudo de caso. Nesta fase, o sistema recomenda: objetos de aprendizagem disponíveis no repositório virtual ARES (Acervo de Recursos Educacionais em Saúde) da UNA-SUS²; publicações da BVS (Biblioteca Virtual em Saúde)³; vídeos digitais disponíveis no site YouTube⁴ e livros presentes nas bibliotecas e recuperados através do sistema Pergamum⁵ da UFPE⁶.

²Universidade Aberta do SUS - <http://ares.unasus.gov.br/>

³ <http://www.bireme.br/php/index.php>

⁴ <http://www.youtube.com>

⁵ <http://www.biblioteca.ufpe.br/pergamum/biblioteca/>

⁶ Universidade Federal de Pernambuco - <http://www.ufpe.br/>



Figura 5. Tela da fase de Teorização do Arco.

No exemplo da Figura 5, as recomendações que foram apresentadas se basearam no seguinte perfil do estudante: possui o nível educacional de graduação; pouco domínio em inglês e espanhol, tanto na leitura como na compreensão; preferência por estudar através de recursos de vídeo; está realizando um estudo de caso sobre a atenção de Enfermagem à criança sadia; costuma frequentar bibliotecas em busca de livros e se encontrava na UFPE. Diante deste contexto, o assistente recomendou os seguintes recursos, conforme Figura 6: um vídeo do YouTube em português sobre a Saúde da Criança e um livro sobre o mesmo tema na biblioteca do Centro de Ciências da Saúde da UFPE.

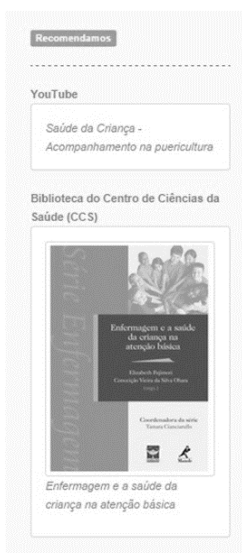


Figura 6. Recomendações do ECARE.

O assistente proposto neste artigo compartilha da mesma filosofia apresentada pelos trabalhos relacionados, apresentados na seção 3, que para fornecer recursos de aprendizagem mais adequados para o aprendiz é necessário contextualizar a situação deste aprendiz. Além disso, também contribui com a utilização do conceito de contexto computacional defendido por [33], sendo aplicado em um software educacional baseado na Metodologia da Problematização operacionalizado pelo Arco de Magueréz, recomendando recursos de modo a auxiliar o processo de ensino-aprendizagem.

O ECARE foi projetado com base em uma metodologia de ensino, no caso a Metodologia da Problematização. No caso dos assistentes apresentados, nenhum deles faz referência a uma metodologia de ensino. Os assistentes BROAD-RS, MobiLE, e-LORS e UbiReCon fazem recomendação de objetos de

aprendizagem e o ECARE tem como objetivo a recomendação de recursos de aprendizagem (cursos, tópicos, colegas, conteúdo, etc). Todos os projetos utilizam de alguma maneira o conceito de contexto computacional para realizar a recomendação, apesar disso nenhum dos trabalhos relatou o uso de processo para o desenvolvimento dos seus assistentes. O ECARE foi construído utilizando o processo de software CEManTIKA[33].

5. EXPERIMENTOS E RESULTADOS

A fim de avaliar, segundo a percepção dos estudantes, se o ECARE fornece auxílio para aprendizagem do Processo de Enfermagem no cuidado à saúde da criança, foi realizado um experimento preliminar com os seguintes objetivos:

- Verificar pontos positivos e negativos do assistente de recomendação;
- Identificar possíveis pontos de melhoria para o assistente;
- Avaliar a utilidade e a usabilidade das recomendações realizadas pelo assistente;
- Avaliar se a recomendação foi realizada em pontos adequados do processo de aprendizagem no sistema;
- Avaliar se a recomendação realizada pelo assistente auxilia o aluno no desenvolvimento do estudo de caso em enfermagem.

Para a validação foram selecionados os alunos do sexto período do curso de Enfermagem da UFPE, totalizando uma amostra de 20 estudantes, aos quais o ECARE integrado ao PenSAE, foi disponibilizado via internet, permitindo que os alunos pudessem acessar o sistema, realizar a problematização do estudo de caso, e posteriormente, responder a um questionário eletrônico objetivo com as questões da avaliação.

No processo de validação o aprendiz percorre as cinco fases do Arco de Maguerez, através do PenSAE e recebe as recomendações fornecidas pelo ECARE de acordo com o seu perfil educacional. Ao fim do Arco, como instrumento de validação, foi aplicado um questionário objetivobaseado em uma escala tipo Likert. As escalas de Likert foram elaboradas por Rensis Likert em 1932 e permitem aferir o grau de concordância ou discordância dos entrevistados com as declarações relativas a uma determinada atitude que está sendo avaliada [5]. Neste trabalho, os alunos indicaram seu grau de concordância com as declarações relativas às recomendações fornecidas pelo assistente, assinalando uma das três possibilidades: Sim (3); Parcialmente (2); e Não (1). Para análise dos itens Likert, foi realizada uma adaptação da abordagem quantitativa do *Ranking Médio* (RM), proposto por [23]. Nesta adaptação, atribui-se um valor de 1 a 3 para cada resposta, a partir da qual é calculada a média ponderada para cada item, relacionando à frequência das respostas. Desta maneira foi obtido o RM através das seguintes fórmulas:

$$Média Ponderada (MP) = \sum (f_i \cdot V_i)$$

$$Ranking Médio (RM) = \frac{MP}{Na}$$

f_i = frequência observada de cada resposta para cada item

V_i = valor de cada resposta

Na = Número de aprendizes

Quanto mais próximo de três (3) o RM estiver maior será o nível de concordância dos aprendizes com cada item. E quanto mais próximo de um (1) menor o nível de concordância.

5.1. Análise dos Resultados de Avaliação

Para analisar os itens do questionário de validação foi calculado o Ranking Médio de cada item, conforme mostrado na Figura 2, onde se percebe um nível de concordância geral dos estudantes, em relação aos itens avaliados do PenSAE integrado com o ECARE, na média de 2,56.

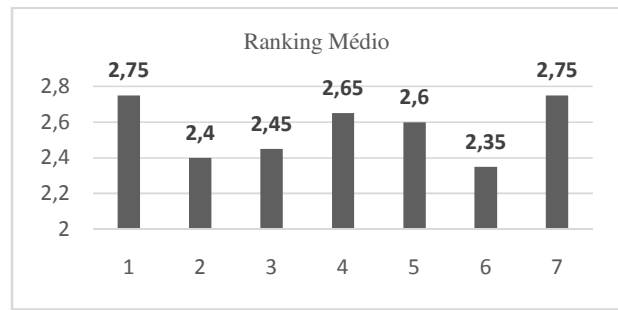


Figura 7. Ranking Médio dos itens de validação.

O questionário de validação era composto pelas seguintes perguntas:

1. Você considera que a recomendação foi de fácil visualização?
2. Você considera que as recomendações fornecidas pelo assistente são de clara identificação?
3. Você considera que o assistente consegue fornecer recomendações relevantes em momentos propícios?
4. Você acessaria as recomendações fornecidas pelo assistente?
5. O conteúdo recomendado se mostrou adequado ao seu nível educacional?
6. Você considera que as recomendações do assistente são adequadas ao estudo de caso?
7. Você considera que a recomendação de um livro em uma biblioteca próxima o incentivaria a busca-lo?

No primeiro item foi perguntado aos estudantes se eles consideraram que as recomendações fornecidas pelo assistente foram de fácil visualização. Este item apresentou um RM de 2,75, nos quais 75 % dos estudantes afirmaram que sim, enquanto 25% afirmaram que parcialmente e nenhum aluno afirmou que não.

Ao avaliar o resultado do quanto é claro para o estudante o que está sendo recomendado, verificou-se que a maioria, 50%, considerou parcialmente verdadeira esta afirmativa; os que afirmaram que sim, foram 45%; e os que afirmaram não, 5%. Uma das possíveis causas para o RM de 2,4, pode ser a falta de informações sobre o tipo de recurso que está sendo recomendado.

Analisando as respostas sobre o momento em que as recomendações são fornecidas, 55% dos estudantes afirmaram que a recomendação é realizada em um momento propício, 35% afirmaram parcialmente e 10% afirmaram que não, obtendo um RM de 2,45.

Perguntou-se aos estudantes se eles acessariam as recomendações fornecidas pelo assistente para auxiliar na realização do estudo de caso. Para este item, obteve-se um RM de 2,65, dos quais 75% dos estudantes afirmaram que acessaria as recomendações, 15% afirmaram que parcialmente, enquanto 10% não acessariam.

Em relação a adequação das recomendações ao contexto educacional do estudante, foi realizado o seguinte questionamento: O conteúdo recomendado se mostrou adequado ao seu nível educacional? De acordo com resultados (RM de 2,6), a maioria, 70% dos estudantes afirmaram que a recomendação foi adequada ao seu nível educacional, vinte 20% afirmaram que a recomendação foi parcialmente adequada e somente 10% não a consideraram adequadas.

Os estudantes também avaliaram se as recomendações se mostraram adequadas ao estudo de caso. Este item apresentou o pior RM dos itens avaliados, com valor de 2,35, nos quais 50% dos estudantes consideraram que as recomendações foram adequadas, 35% consideraram parcialmente adequadas e 15% não consideraram adequadas.

O último item analisado, com RM de 2,75 e demonstrando concordância com a afirmativa, foi sobre o interesse do estudante em ir a uma biblioteca em busca de um livro recomendado pelo assistente. A grande maioria, 80% dos estudantes, afirmou que a recomendação de um livro, que o auxilie na resolução do estudo de caso e que esteja em uma biblioteca próxima, os incentivariam a ir buscá-lo; 15% afirmaram parcialmente e somente 5% afirmaram que não lhe incentivaria a ir a uma biblioteca.

Diante do exposto, pode-se considerar que houve uma boa aceitação, por parte dos estudantes, da proposta do ECARE integrado ao PenSAE. Os pontos positivos indicaram que as recomendações sensíveis ao contexto do assistente podem ser úteis e motivadoras para auxiliar o aluno na resolução do estudo de caso, e que a recomendação de livros presentes em bibliotecas próximas pode incentivar os alunos a frequentarem estes espaços.

6. CONCLUSÕES

A educação tradicional trata o aprendiz como um simples receptor e armazenador de informações, sendo que muitas destas informações não são associadas à realidade e experiência prática do aprendiz. No ensino tradicional, os professores assumem o papel principal no processo ensino e aprendizagem, disseminando informações que os estudantes passivamente tentam absorver e utilizar na resolução de problemas que nem sempre são compatíveis com os encontrados na realidade profissional. Na educação ativa, os estudantes são encorajados a buscar o conhecimento para resolução de problemas, construindo e validando seus próprios modelos mentais.

Neste cenário, a utilização de TIC e os avanços da internet no domínio da Educação vêm disseminando a utilização dos ambientes virtuais de aprendizagem. Nestes ambientes a tecnologia é empregada para dar suporte as atividades educacionais, fornecendo ferramentas que facilitam a aprendizagem dos alunos. Os ambientes educativos, que utilizam como método de ensino a problematização, têm a vantagem de estimular o aprendizado ativo do estudante, promovendo a sua autonomia no processo de construção do conhecimento. Com o propósito de auxiliar o aluno na busca do conhecimento necessário para seu processo de aprendizagem dentro de um ambiente virtual de aprendizagem, surgem os sistemas de recomendação educacionais. Esses sistemas tem o objetivo de

promover o uso eficiente dos recursos disponíveis em um ambiente de aprendizagem. Com este fim, é necessário que os sistemas de recomendação empregados nestes ambientes incorporem informações contextuais de alunos e professores, fornecendo recomendações adequadas a suas características individuais.

Os trabalhos existentes nesta linha têm focado na recomendação de recursos de aprendizagem sem a preocupação com metodologia de ensino. Diante deste cenário, este trabalho explorou a utilização dos conceitos de contexto computacional na construção de um assistente de recomendação que auxiliem no processo de aprendizagem ativa. Para isso foi projetado e desenvolvido o ECARE, um assistente de recomendações sensível ao contexto de recursos de aprendizagem, que funciona como um serviço e que pode ser integrado a qualquer ambiente virtual ou software educativo, recebendo as solicitações e as informações contextuais necessárias e fornecendo recomendações de acordo com o tipo de recurso de aprendizagem desejado. A fim de avaliar o assistente, inicialmente o mesmo foi integrado ao *software* educativo PenSAE, o qual utiliza a Metodologia da Problematização como método de ensino, seguido de uma avaliação quantitativa realizada segundo a percepção dos aprendizes e a qual indicou que as recomendações sensíveis ao contexto são úteis e motivadoras para os aprendizes em ambientes de aprendizagem ativa.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Adomavicius, G. and Tuzhilin, A. 2011. Context-Aware Recommender Systems. *Recommender Systems Handbook*. Springer. 217–253.
- [2] Adomavicius, G. and Tuzhilin, A. 2005. Towards the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. (2005), 734–749.
- [3] Berbel, N.A.N. 1998. A problematização ea aprendizagem baseada em problemas. *Interface Comun Saúde Educ*. 2, 2 (1998), 139–154.
- [4] Bordenave, J. and Pereira, A. 1982. *Estratégias de ensino aprendizagem*. Petrópolis: Vozes.
- [5] Brandalise, L.T. 2005. MODELOS DE MEDIÇÃO DE PERCEPÇÃO E COMPORTAMENTO – UMA REVISÃO. (2005).
- [6] Burke, R. 2002. Hybrid recommender systems: Survey and experiments. *User modeling and user-adapted interaction*. 12, 4 (2002), 331–370.
- [7] Carvalho Jr, P.M. 2002. *Modelo de uso da tecnologia de informação no suporte ao processo de ensino-aprendizagem baseado em problemas no curso médico: desenvolvimento e avaliação*. 2002. 235 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas.
- [8] Cazella, S.C. et al. 2012. Desenvolvendo um Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseado em Competências para a Educação: relato de experiências. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (2012).
- [9] Cazella, S.C. et al. 2009. Recomendação de objetos de aprendizagem empregando filtragem colaborativa e competências. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (2009).
- [10] Cazella, S.C. et al. 2012. Recomendando objetos de aprendizagem baseado em competências em EAD. *RENOTE*. 9, 2 (2012).

- [11] Colombo, A.A. and Berbel, N.A.N. 2007. A Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez e sua relação com os saberes de professores. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*. 28, 2 (2007), 121–146.
- [12] Costa, E. et al. 2013. Sistemas de Recomendação de Recursos Educacionais: conceitos, técnicas e aplicações. *Jornada de Atualização em Informática na Educação*. 1, 1 (2013).
- [13] Cyrino, E.G. and Toralles-Pereira, M.L. 2004. Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização ea aprendizagem baseada em problemas. *Cad Saúde Pública*. 20, 3 (2004), 780–8.
- [14] Dey, A.K. et al. 2001. A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. *Human-computer interaction*. 16, 2 (2001), 97–166.
- [15] Drachler, H. et al. 2008. Personal recommender systems for learners in lifelong learning networks: the requirements, techniques and model. *International Journal of Learning Technology*. 3, 4 (2008), 404–423.
- [16] Felder, R.M. and Silverman, L.K. 1988. Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education*. 78, 7 (1988), 674–681.
- [17] Ferreira, L.G.A. et al. 2012. Um Modelo Multiagente para Recomendação de Conteúdo Educacional em um Ambiente Ubíquo. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (2012).
- [18] Ferro, M.R. da C. et al. 2011. Um Modelo de Sistema de Recomendação de Materiais Didáticos para Ambientes Virtuais de Aprendizagem. *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (2011).
- [19] GOMES, R.L.V. 2014. *APLICAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO PROBLEMATIZADORA NA ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM À CRIANÇA DE ZERO A DOIS ANOS: SUBSÍDIOS PARA O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM*. 2014. 190 f. Tese (Doutor em Saúde da Criança e do Adolescente) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- [20] Júnior, L.J. et al. 2012. UMA EXTENSÃO DO MOODLE PARA RECOMENDAÇÃO UBÍQUA DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM. *RENOTE*. 10, 3 (2012).
- [21] Manouselis, N. et al. 2011. Recommender Systems in Technology Enhanced Learning. *Recommender Systems Handbook*. Springer. 387–409.
- [22] Mitre, S.M. et al. 2008. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciência & Saúde Coletiva*. 13, 2 (2008), 2133–2144.
- [23] OLIVEIRA, L.H. de 2005. Exemplo de cálculo de Ranking Médio para Likert. *Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração. Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional. PPGA CNEC/FACECA: Varginha*. (2005).
- [24] Pereira, C.F. et al. 2007. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)–Uma proposta inovadora para os cursos de engenharia. *Simpósio de Engenharia de Produção–XIV SIMPEP 2007*. (2007).
- [25] Prado, M.L. do et al. 2012. Arco de Charles Maguerez: refletindo estratégias de metodologia ativa na formação de profissionais de saúde. *Esc. Anna Nery Rev. Enferm*. 16, 1 (2012), 172–177.
- [26] Rezende, P. et al. 2013. BROAD-RS: UMA ARQUITETURA PARA RECOMENDAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM SENSÍVEL AO CONTEXTO USANDO AGENTES. (2013).
- [27] Ricci, F. et al. 2011. Recommender Systems Handbook. *Recommender systems handbook*. Springer. 387–415.
- [28] Silva, L.C.N. da et al. 2011. MobiLE: Um ambiente Multiagente de Aprendizagem Móvel para Apoiar a Recomendação Sensível ao Contexto de Objetos de Aprendizagem. *Anais do XXII SBIE - XVII WIE*. (2011).
- [29] Silva, W.B. da and Delizoicov, D. 2008. Problemas e problematizações: implicações para o ensino dos profissionais da saúde. *Ensino, Saúde e Ambiente*. 1, 2 (2008).
- [30] Teixeira, T.N. et al. 2012. BROAD Project: Semantic Search and Application of Learning Objects. *IEEE Technology and Engineering Education (ITEE)*. 7, (2012).
- [31] Verbert, K. et al. 2012. Context-aware recommender systems for learning: a survey and future challenges. *Learning Technologies, IEEE Transactions on*. 5, 4 (2012), 318–335.
- [32] Vieira, F.J.R. and Nunes, M.A.S.N. 2012. DICA: Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem Baseado em Conteúdo. *Scientia Plena*. 8, 5 (2012).
- [33] VIEIRA, V. 2008. *CEManTIKA: A domain-independent framework for designing context-sensitive systems*. 2008. 187 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- [34] Vieira, V. et al. 2009. Modelos e Processos para o desenvolvimento de Sistemas Sensíveis ao Contexto. *André Ponce de Leon F. de Carvalho, Tomasz Kowaltowski.(Org.). Jornadas de Atualização em Informática*. (2009), 381–431.
- [35] Zaina, L.A. et al. 2012. e-lors: Uma abordagem para recomendacao de objetos de aprendizagem. *Revista Brasileira de Informática na Educação*. 20, 1 (2012), 04.