

Aprendizagem Ubíqua Sensível ao Contexto

Mapeamento Sistemático da Literatura Sobre Ambientes de Aprendizagem Ubíqua

Átila Rabelo Lopes^{1,2}, Daniel Carvalho de Oliveira¹,
Ruan C. de Sousa Aguiar¹

Departamento de Ciência da Computação

¹Universidade Estadual do Piauí

Parnaíba, Brasil

atarlopes@{usp.br/gmail.com}, {oliveiradanielcarvalhode,
ruanaguiar05}@gmail.com

Rosana Teresinha Vaccare Braga²,
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

²Universidade de São Paulo

São Carlos, Brasil

rtvb@icmc.usp.br

Resumo: Ambientes de aprendizagem ubíqua (*u-learning*) sensíveis ao contexto são sistemas aplicados no domínio da educação, caracterizados pela capacidade de coletar informações do contexto do aluno e modificar seu comportamento, adaptando-se às características e necessidades de aprendizagem do aluno. Além disso, outra característica importante da *u-learning* é prover acesso aos recursos computacionais de aprendizagem em qualquer lugar e a qualquer hora, independente de tipo de dispositivo do usuário. Diante deste novo cenário, ainda desconhecido para a maioria da comunidade acadêmica, este artigo se propõe a investigar os ambientes *u-learning* sensíveis ao contexto propostos na literatura da área e conhecer os serviços educacionais e os tipos de contexto utilizados nesses ambientes, por meio de um mapeamento sistemático da literatura.

Palavras-chave: Aprendizagem Ubíqua; Sensível ao Contexto; Mapeamento Sistemático; *U-learning*.

Abstract: Context-sensitive ubiquitous learning (*u-learning*) environments are systems applied in the field of education, characterized by the ability to collect information from the student's context and modify your behavior, adapting to the characteristics and student's learning needs. In addition, another important feature of *u-learning* is to provide access to computing learning resources anywhere, anytime, regardless of the user's device type. Faced with this new scenario, still unknown to most of the academic community, this paper proposes to investigate the context-sensitive *u-learning* environments, proposed in the literature of the area, to know the educational services and the types of context used in these environments, through a systematic mapping of the literature.

Keywords: Ubiquitous learning; Context-sensitive; Systematic Mapping; *U-learning*.

I. INTRODUÇÃO

Sistemas de aprendizagem ubíqua (*u-learning*) sensíveis ao contexto são ambientes virtuais que buscam oferecer melhorias ao processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais flexível, motivador e adaptado às necessidades individuais do aluno. Em geral, *u-learning* envolve várias tecnologias de comunicação, dispositivos e modelos computacionais para fornecer informações e conteúdos educativos adaptados ao contexto do aprendiz, em qualquer lugar e a qualquer hora. Neste cenário, os ambientes têm habilidades de extrair, interpretar e utilizar informações do contexto para se adaptar as características educacionais do usuário [1].

No entanto, o desenvolvimento de ambientes *u-learning* é um processo difícil e demorado. A complexidade em desenvolver aplicações *u-learning* que devem se adaptar às constantes mudanças de contexto, sem interromper o seu funcionamento, é um grande desafio [2]. Para superar os desafios e fornecer apoio ao desenvolvimento de sistemas ubíquos sensíveis ao contexto é necessário definir uma arquitetura de *software* para esse domínio [3]. Arquiteturas de *software* são artefatos importantes para auxiliar o desenvolvimento de sistemas, buscando reduzir o nível de complexidade por meio de abstrações, o que reflete também na diminuição do tempo de desenvolvimento [4].

A primeira etapa do processo de desenvolvimento de arquiteturas e sistemas, em especial para sistemas *u-learning* sensíveis ao contexto, é aprofundar o conhecimento no domínio de aplicação, por meio de investigações na literatura especializada, para conhecer o estado da arte e selecionar o máximo de informações importantes sobre o tema. Desta forma, o objetivo deste trabalho é identificar trabalhos relevantes sobre ambientes *u-learning* sensíveis ao contexto, por meio de um mapeamento sistemático da literatura, para conhecer o estado da arte, os serviços e funcionalidade oferecidos pelos sistemas e os tipos de informações de contexto reconhecidos por estes ambientes. Espera-se que a proposta possa contribuir para projetos de desenvolvimento de ambientes de aprendizagem sensível ao contexto, fornecendo um conjunto de informações que possam facilitar a execução das etapas iniciais dos projetos e melhorar a compreensão sobre o domínio.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a seção II apresenta uma fundamentação teórica sobre aprendizagem ubíqua sensível ao contexto. A seção III apresenta a metodologia utilizada para o mapeamento sistemático, a execução, os resultados e sua análise. A seção IV apresenta as considerações finais, seguido dos agradecimentos e referências bibliográficas.

II. U-LEARNING SENSÍVEL AO CONTEXTO

A rápida evolução e disseminação das tecnologias de informação e comunicação (TICs) aplicadas na educação permitiu o aparecimento de novos modelos de ensino-aprendizagem apoiados por diferentes tecnologias e dispositivos computacionais, tais como: aprendizagem

eletrônica (*e-learning*), aprendizagem móvel (*m-learning*) e aprendizagem ubíqua (*u-learning*). Tais ambientes crescem em número e importância como instrumentos de amparo às práticas pedagógicas, ampliando os horizontes da educação para além dos limites da sala de aula e fornecendo recursos adequados para a aprendizagem cada vez mais adaptado ao contexto do aluno.

Neste novo modelo de educação está inserido o paradigma da computação ubíqua, caracterizado como um modelo computacional capaz de integrar diferentes tecnologias com o usuário e seu ambiente para auxiliar a execução das tarefas do usuário [5], disponibilizar o acesso aos recursos computacionais independente de hora, local e plataformas de *hardware* e *software*, com a menor intervenção possível do usuário [6]. Outro tema relacionado ao domínio é “sensibilidade ao contexto ou ciência do contexto”, utilizado para representar os sistemas com capacidade de reconhecer e coletar informações do contexto do usuário, do ambiente ao seu redor e mudança de contexto para modificar seu comportamento, adaptar-se às características ou mudanças ocorridas, manter o sistema consistente e capaz de reagir às alterações do contexto do usuário [7].

Dentro desta temática o significado de contexto representa qualquer informação utilizada para caracterizar e interpretar uma situação em que usuário interage com aplicação, em dado momento [8]. Em ambientes *u-learning*, contexto pode ser uma informação referente ao conhecimento do aluno, estilo e velocidade de aprendizagem, atividades correntes, tempo gasto na aprendizagem, locais e horários mais adequados ao discente e suas preferências de estudo [9]. As informações de contexto podem ser classificadas de acordo com as seguintes categorias: (1) Contexto computacional: informações referentes ao dispositivo do usuário (tipo, configurações de *hardware* e *software*), rede (tipo de conexão, velocidade, *status*) e recursos; (2) Contexto do usuário: informações referentes ao usuário, velocidade, pessoas próximas e situação social; (3) Contexto físico: luminosidade, temperatura, localização, clima e umidade; e (4) Contexto de tempo: hora, data ou época do ano.

III. MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Para facilitar a condução de pesquisas bibliográficas e investigar a fundo os temas relacionados ao domínio deste trabalho, foi feito Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) em busca de trabalhos relevantes a esta pesquisa. MSL é um método científico que visa a auxiliar a condução de pesquisas bibliográficas, buscando identificar evidências na literatura de um determinado domínio, permitindo a descoberta de trabalhos relevantes e lacunas existentes na área em questão, com vistas a futuras revisões sistemáticas e identificação de áreas para estudos primários [10]. O mapeamento sistemático utiliza um protocolo como processo formal para identificar evidências na literatura, a partir de estudos primários relacionados a uma Questão de Pesquisa (QP), de forma que as evidências relacionadas a essa questão sejam identificadas e sintetizadas para análises posteriores [11].

Para realizar o mapeamento foi utilizada uma abordagem bastante aceita, flexível e adotada pela comunidade acadêmica para realizar tanto revisão quanto mapeamento sistemático. A

abordagem é composta pelas seguintes etapas: planejamento, execução e sumarização dos resultados [10].

A. Planejamento

Nessa etapa, foram planejados e definidos os principais aspectos condutores do mapeamento, com o propósito de ampliação das chances para constatação de evidências realmente relevantes a este trabalho. Inicialmente, foi definido o protocolo do mapeamento começando pelos objetivos e formulação das questões ligadas à pesquisa.

B. Objetivos

O objetivo principal deste artigo reside em efetuar o levantamento do estado da arte sobre ambientes de aprendizagem ubíqua sensíveis ao contexto, com atenção especial para os tipos de serviços educacionais e as informações de contexto que utilizam.

C. Questões de Pesquisa

Propõe o mapeamento encontrar evidências sucintas que possam responder às seguintes questões de pesquisa: **Q-1:** Quais os ambientes de aprendizagem ubíqua sensível ao contexto presentes na literatura da área? **Q-2:** Quais os serviços educacionais sensíveis ao contexto oferecidos pelos ambientes *u-learning*? **Q-3:** Quais os tipos de contextos utilizados para prover a aprendizagem ubíqua?

D. Definição das palavras-chave

Para realizar as pesquisas nas bases selecionadas, indispensável definir as palavras-chave dos assuntos presentes no escopo da investigação, pois elas representam o alicerce para a construção da *string* de busca. Dessa forma, foram definidos os seguintes grupos de palavras-chave: Aprendizagem ubíqua sensível ao contexto ("*context-aware ubiquitous learning*"), Aprendizagem móvel sensível ao contexto ("*context-aware mobile learning*"), Aprendizagem pervasiva sensível ao contexto ("*context-aware pervasive learning*").

E. Strings de Busca

O mapeamento utilizou a seguinte *string* de busca: (*context-aware ubiquitous learning*) OR (*context-aware mobile learning*) OR (*context-aware pervasive learning*).

F. Execução do Mapeamento

As bases definidas representam as principais fontes de publicações na área, sendo: *ACM Digital Library*, *Scopus*, *IEEE Xplore*, *Science Direct* e *Engineering Village*. A Tabela 1 mostra os resultados obtidos em cada base

TABELA 1: RESULTADOS POR BASE

Base	Resultados
<i>ACM D. Lib.</i>	68
<i>Scopus</i>	144
<i>IEEE Xplore</i>	26
<i>Engineering Village</i>	97
<i>Science Direct</i>	42
Total	377

G. Seleção dos Artigos

Após as buscas e coleta dos resultados, foi feita a seleção dos trabalhos encontrados. O processo de seleção serviu para

identificar os trabalhos mais relevantes para esta proposta, utilizando alguns critérios de inclusão e exclusão no processo de seleção do mapeamento. Assim, foram definidos os seguintes critérios: (1) Critérios de Inclusão: (CI-1) Trabalhos escritos em inglês, (CI-2) Trabalhos publicados a partir do ano 2000 (devido a falta de tecnologias e equipamentos necessários para o domínio *u-learning*), (CI-3) Trabalhos completos, (CI-4) Trabalhos disponíveis para download com baixa restrição de acesso e (CI-5) Trabalhos que descrevam os serviços de aprendizagem e os tipos de contextos sensíveis pelo ambientes *u-learning*. (2) Critérios de Exclusão: (CE-1) Trabalhos de caráter publicitário (eventos ou revistas), slides, palestras, notas de aula, (CE-2) Trabalhos duplicados e (CE-3) Trabalhos que não se relacionam diretamente com a proposta desta pesquisa.

A seleção foi feita em três ciclos de filtragem, utilizando os critérios de inclusão e exclusão definidos anteriormente. No primeiro ciclo foi feita a seleção primária dos estudos, identificando os trabalhos que atendam aos critérios de inclusão (CI-1, CI-2) e exclusão (CE-1 e CE-2). No segundo ciclo foi concluída a fase de seleção primária aplicando os critérios CI-3 e CI-4. Neste ciclo foi feita uma leitura superficial dos trabalhos selecionados no primeiro ciclo, observando título, resumo e palavras-chave. Por fim, após a conclusão da etapa de seleção primária, foi executado o terceiro ciclo, referente à fase de seleção secundária. Neste momento, foram utilizados os critérios CI-5 e CE-3, seguido de uma leitura mais profunda nos resultados, afim de identificar indícios de relevância para o presente trabalho. A Tabela 2 apresenta um comparativo dos resultados finais da seleção primária e secundária, por base de publicações.

TABELA 2: RESULTADOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS

Base	Sel. Primária	Sel. Secundária
<i>ACM D. Lib.</i>	28	11
<i>Scopus</i>	20	02
<i>IEEE Xplore</i>	25	05
<i>Engineering. Village</i>	14	10
<i>Science Direct</i>	16	08
TOTAL	103	36

O resultado final do mapeamento é apresentado na Tabela 3, trazendo o título, base de dados e ano de publicação. Todos os trabalhos foram investigados, procurando responder às questões de pesquisa do mapeamento.

TABELA 3: RESULTADO FINAL DO MAPEAMENTO

Id	Título, Base e Ano
01	Development and Evaluation of an Active Learning Support System for Context-Aware Ubiquitous Learning (IEEE, 2016)
02	Personalization in Context-aware Ubiquitous Learning-Log System (IEEE, 2012)
03	MobiLearn: Context-Aware Mobile Learning System (IEEE, 2016)
04	The Implementation of a Context-Aware Mobile Japanese Conversation Learning System Based on NFC-enabled Smartphones (IEEE, 2014)
05	Conducting Situated Learning in a Context-Aware Ubiquitous Learning Environment (IEEE, 2008)
06	A Mobile Learning Support System for Ubiquitous Learning Environments (SD, 2013)
07	A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses (SD, 2010)
08	A Mobile Game-based Insect Learning System for Improving the

	Learning Achievements (SD, 2013)
09	Context-Aware Mobile Language Learning (SD, 2015)
10	Developing a NFC-equipped smart classroom: Effects on attitudes toward computer science (SD, 2014)
11	Employing Ubiquitous Computing Devices and Technologies in the Higher Education Classroom of the Future (SD, 2013)
12	Context aware ubiquitous learning environments for peer-to-peer collaborative learning (SCP, 2006)
13	A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking (SCP, 2009)
14	Context-aware Adaptive and Personalized Mobile Learning Delivery Supported by UoLmP(SD, 2013)
15	Proactive mobile learning on the Semantic Web (EV, 2007)
16	Learning in a u-Museum: Developing a Context-aware Ubiquitous Learning Environment (EV, 2012)
17	A Context-aware Mobile System for Work-based Learning (ACM, 2016)
18	A Context-aware Ubiquitous Learning Environment for Conducting Complex Science Experiments (ACM, 2009)
19	A Study of Learners' Attitudes Using TAM in a Context-Aware Mobile Learning Environment (ACM, 2009)
20	Adaptive Device Context Based Mobile Learning Systems (ACM, 2011)
21	An Web Quest-Based Context-Aware u-Learning System to Improve Students' Problem Solving and Communication Abilities in Astronomy Inquiry Activities (ACM, 2015)
22	Content Provisioning for Ubiquitous Learning (ACM, 2008)
23	Context-aware and LBS Learning Systems Using Ubiquitous Teaching Assistant u-TA: A Case Study for Service-learning Courses (ACM, 2014)
24	Context-Aware Writing in Ubiquitous Learning Environments (ACM, 2008)
25	Design a Context Awareness System for Japanese Language Learning in Ubiquitous Computing Environment (ACM, 2009)
26	Design of a Personalized Navigation Support System for Context-aware Ubiquitous Learning Environment (ACM, 2012)
27	Facilitating Professionals' Work-based Learning with Context-aware Mobile System (SD, 2016)
28	Learning in a u-Museum: Developing a Context-aware Ubiquitous Learning Environment (EV, 2012)
29	Learning System Based on Contextual Awareness for Clinical Practice in Nursing Courses (ACM, 2014)
30	A contextual mobile learning system in our daily lives and professional situations (EV, 2009)
31	A cooperative learning platform for context-aware ubiquitous learning: A pilot study of Mandarin Chinese learning activities (EV, 2013)
32	An investigation of attitudes of students and teachers about participating in a context-aware ubiquitous learning activity (EV, 2011)
33	An rfid-based learning system supporting ubiquitous context-aware Bloom's cognition knowledge analysis (EV, 2010)
34	Designing dynamic English: A creative reading system in a context-aware fitness centre using a smart phone and QR codes (EV, 2014)
35	Development of a ubiquitous learning platform based on a real-time help-seeking mechanism (EV, 2011)
36	OPPIA: A context-aware ubiquitous learning platform to exploit short-lived student networks for collaborative learning (EV, 2016)

H. Análise dos Trabalhos

Após a seleção final do mapeamento os trabalhos foram analisados com objetivo de identificar o máximo de informações relevantes do domínio e aquelas que podem responder às questões de pesquisa. Alguns trabalhos foram sintetizados para fornecer uma visão ampla dos seus respectivos serviços e aplicabilidade.

Para a questão Q-1: "Quais são os ambientes de aprendizagem ubíqua sensível ao contexto presentes na literatura da área?" todos os trabalhos apresentaram propostas de ambientes *u-learning* sensíveis ao contexto, oferecendo uma variedade de serviços, tecnologias empregadas e domínio de

aplicação; por exemplo, no trabalho (ID-01) foi proposto um sistema de apoio instantâneo para a condução de atividades *u-learning*, utilizando tecnologia ativa de identificação por radiofrequência (RFID) para detectar a localização do aprendiz durante a execução de uma tarefa, chamado ALESS (Active Learning Support System). O trabalho (ID-07) também faz uso da tecnologia RFID em seu sistema de aprendizagem móvel, no entanto, para detectar e examinar comportamentos de aprendizagem no mundo real do aluno, com o objetivo de fornecer orientação à aprendizagem personalizada.

Utilizando outra tecnologia de detecção de informações de contexto para fornecer outro tipo de serviço, o trabalho (ID-06) apresenta o MLSS (*Mobile Learning Support System*), ambiente de aprendizagem para apoiar o acesso a materiais didáticos utilizando código de barra 2D e GPS para detectar a localização do aluno e identificar as *tags* (código de barras) que estão próximas a ele, em atividades de aprendizagem ao ar livre.

Já no trabalho (ID-02) os autores desenvolveram um sistema que detecta os hábitos de aprendizagem e recomenda objetos de aprendizagem (OA) mais adequados ao aluno, chamado SCROLL (*System for Capturing and Reminding of Learning Log*). O SCROLL também fornece serviços para o aluno revisar o assunto estudado e ainda faz o monitoramento do histórico de aprendizagem da língua japonesa. Também aplicado no domínio da língua japonesa o artigo (ID-04) propõe o CAMJAL, ambiente de apoio a atividades de aprendizagem colaborativa de conversação, adotando a tecnologia de rádio NFC.

Em outro trabalho (ID-15) os autores propõem um sistema de aprendizagem móvel, proativo, baseado em *web* semântica, utilizando um classificador Bayesiano e ontologias para o reconhecimento de diferentes informações do contexto e a execução de reações do sistema diante das mudanças ocorridas no aludido. Dessa forma, o sistema gera, proativamente, uma composição de serviços de aprendizagem personalizados, de acordo com as necessidades, preferências e o contexto atual do aluno.

No trabalho ID-18 foi proposto um ambiente de aprendizagem para orientar pesquisadores inexperientes na prática de operações com um único cristal de difração de raios X, com potencial de utilização em experimentos científicos complexos, como experiências em física, química ou biotecnologia, e direcionado a estudantes de pós-graduação e doutorado em faculdades ou pesquisadores de institutos de pesquisa.

Em ID-19, o ambiente proposto CAML foi usado para processar uma atividade de aprendizado ao ar livre e avaliar as atitudes de 70 alunos de cinco séries de uma escola primária, através de um questionário, demonstrando que o ambiente teve resultados relevantes sobre comportamentos de aprendizagem.

No trabalho (ID-28) também foi desenvolvido um sistema CAULS (*Context-aware ubiquitous learning system*) que se utiliza de identificação por rádio frequência (RFID), com redes se fio, utilizando de dispositivos portáteis incorporados a tecnologias de banco de dados para absorver o comportamento de aprendizagem dos alunos no mundo real para apoiar o

ensino e aprendizagem. Também foi aplicado um questionário com base na Teoria Unificada da Aceitação e Uso da Tecnologia (UTAUT) para medir a disposição para adoção ou uso do sistema proposto. Os resultados experimentais demonstraram que esta abordagem inovadora pode melhorar a sua intenção de aprendizagem.

Em outro artigo (ID-27) propõem um sistema móvel sensível ao contexto, chamado “*WoBaLearn*”, que facilita a aprendizagem no trabalho dos profissionais, podendo orientar os mesmos a participarem de atividades baseadas no próprio trabalho, que são organizadas de acordo com resultados previamente obtidos. O ambiente também fornece aprendizagem adaptada ao trabalho em curso, de acordo com as necessidades de aprendizagem de cada profissional, características pessoais e situações do ambiente.

O trabalho (ID-32) apresenta um sistema *u-learning* sensível ao contexto, para aprendizagem de plantas em ambiente natural, empregando uma grade de repositório na concepção de conteúdo de aprendizagem, *tags* RFID para rotular as plantas e dispositivos móveis (PDA) equipados com um leitor RFID que identifica os objetos de estudo (plantas), o local e a hora da aprendizagem. Desta forma, o estudante é guiado pelo sistema para a atividade de estudo e observação de plantas, como também para acessar materiais educativos no ambiente real de estudo. O sistema ainda faz o acompanhamento do processo e evolução de aprendizagem de cada aluno, procurando otimizar a aprendizagem personalizada.

Uma plataforma de aprendizagem ubíqua sensível ao contexto (CULP) é proposta em (ID-35) para fornecer ajuda instantânea aos alunos, durante a execução de atividades educacionais. Para isso, o ambiente utiliza tecnologias de baixo custo (telefones celulares com câmera embutida e leitor de código - QR-code) para identificar objetos de aprendizagem. O sistema fornece ajuda em tempo real, de forma colaborativa, localizando e recomendando conteúdos de aprendizagem e alunos mais experientes que estejam localizados próximos ao solicitante, para dar assistência instantânea (on-line ou presencial) durante a execução das atividades.

A plataforma OPPIA (*OPPortunistic Intelligent Ambient learning*) é proposta no trabalho (ID-36) e consiste em um ambiente de aprendizagem inteligente, que implanta redes esporádicas de aprendizagem entre pessoas (estudantes, professores e especialistas) localizadas no mesmo ambiente ou em locais remotos. A proposta consiste em estabelecer redes dinâmicas de aprendizagem para prover a aprendizagem colaborativa, dentro de um ambiente virtual que disponibiliza recursos e atividades adaptadas às necessidades individuais de aprendizagem.

Devido à quantidade de trabalhos selecionados e as limitações no tamanho do artigo, os demais trabalhos não puderam ser apresentados neste artigo.

Para a questão Q-2 (“Quais são os serviços educacionais sensíveis ao contexto oferecidos pelos ambientes *u-learning*?”). A Tabela 4 mostra os tipos de serviços e quantidades de trabalhos que os oferecem.

TABELA 4: SERVIÇOS DE APRENDIZAGEM UBÍQUA

Serviço	Descrição	Qtd. Trab.
Recomendação	Recomenda conteúdo, atividade, pessoas, etc	17
Avaliação	Exercício, Quiz, evolução aprendizagem	12
Notificação	Envia notificação, lembrete, usuários próximos	07
Colaboração	Atividade em grupo, troca de informação,	15
Monitoramento	Acompanha o histórico de acesso, atividades realizadas e percurso da aprendizagem	15
Comunicação	Fornece diferentes ferramentas de comunicação (e-mail, mensagem, chat, fórum)	16
Reforço	Oferece recursos para reforçar o assunto estudado	11
Busca	Oferece ferramentas de busca (conteúdo, usuários)	14
Treinamento	Oferece recursos para capacitação específica	02
Apresentação	Apresenta o conteúdo adequado ao usuário	03
Adaptação	Adapta o conteúdo ao contexto do aluno	15
Classificação	Classifica usuários e conteúdos de seu interesse	04
Identificação	Identifica novos contextos e recursos próximos	15
Entrega	Entrega materiais e recursos de forma proativa	09
Gerência	Gerencia os usuários e recursos educacionais	05
Orientação	Conduz o usuário na execução das atividades	19
Navegação	Identifica e procura se adequar ao padrão de navegação do usuário e do ambiente	07

Por fim, os tipos de contextos encontrados nesta pesquisa, e que respondem a questão Q-3 são apresentados na Tabela 5.

TABELA 5: TIPOS DE CONTEXTOS

Tipo de Contexto	Elementos Contextuais
Usuário	Informações pessoais, Conhecimento, Experiência, Competência, Objetivos (aprendizagem), Perfil, Atividade atual, Preferências/Interesses, Horários de aula, Idiomas, Domínios, Histórico de aprendizagem, Currículo/Histórico escolar, Estilo de aprendizagem, Padrões de navegação, Grupos, Recursos próximos
Computacional	Sistema operacional, tipos de dispositivo, Configurações da tela, memória, processador, Tipo de rede, Largura da banda, Status da conexão
Físico / Temporal	Local/Hora da aprendizagem, Caminho/Percurso, Histórico de uso

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi realizado um mapeamento sistemático da literatura sobre ambientes de aprendizagem ubíqua sensível ao contexto, com o objetivo de conhecer o estado da arte deste domínio, os tipos de contextos do aluno mais utilizados e a variedade de serviços educacionais, nos quais eles são aplicados.

Foram identificadas diferentes propostas de ambientes *u-learning* com uma variedade de serviços de aprendizagem que utilizam informações do contexto do usuário para promover um ambiente e recursos educativos mais adaptados às características e necessidades individuais de cada aprendiz.

Junto aos serviços, diversos dispositivos e tecnologias sensíveis foram adotadas, pelos ambientes, para reconhecer e coletar as informações do contexto do aluno, durante o processo de aprendizagem, tais como: *smartphones*, PDA, RFID, *QR-code*, NFC, leitor de código de barras, GPS, entre outros. Isso demonstra que a aprendizagem ubíqua já é uma realidade para uma parcela da comunidade acadêmica.

Contribuindo para o crescimento desta parcela, por meio do levantamento dos principais serviços, tecnologias e tipos de contexto utilizados nos atuais ambientes de aprendizagem ubíqua, espera-se que este trabalho possa ser usado como material de pesquisa capaz auxiliar no desenvolvimento de novos ambientes *u-learning*, servindo como base de informação para facilitar o processo de levantamento de requisitos e caracterização de cenários de aplicação, para o domínio em questão.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), fundação vinculada ao Ministério da Educação do Brasil.

REFERÊNCIAS

- [1] J. L. Jacome, F. M. Mendes e N. C. L. Silva, "Uma Abordagem Baseada em Algoritmo Genético para Recomendação de Objetos de Aprendizagem Sensível ao Contexto do Estudante", in *SBIE*, XXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Fortaleza, Brasil, 2012. pp. 4-8.
- [2] C. A. da Costa, A. C. Yamin e C. F. R. Geyer, "Toward a General Software Infrastructure for Ubiquitous Computing", in *MPRV'08 Proceedings IEE Pervasive Computing*. Vol. 7, no. 1, 2008, p. 64-73.
- [3] J. Diniz, "UbiDoctor: Arquitetura de Serviços para Gerenciamento de Sessão e Adaptação de Conteúdo em Ambientes de Medicina Ubíqua". Tese de doutorado, Ciência da Computação, Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, PE, 2009.
- [4] S. Oton *et al.*, "Service Oriented Architecture for the Implementation of Distributed Repositories of Learning Objects", in *ICIC'10 International Journal of Innovative Computing, Information and Control*. Vol. 6, no 3(A), Mar. 2010
- [5] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century", *Scientific America*, 1991, p. 94-104.
- [6] D. N. F. Barbosa, "Um modelo de educação ubíqua orientado à consciência do contexto do aprendiz". Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, 2007.
- [7] A. M. F. Pernas, "Sensibilidade à Situação em Sistemas Educacionais na Web", Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, 2012.
- [8] P. Brézillon, "Modeling e using context: Past, present and future", *Rapport de Recherche du LIP6*, Université Paris 6, France, 2002. Disponível em: <<http://www.lip6.fr/reports/lip6.2002.010.html>>
- [9] Z. Yu, X. Zhou, e L. Shu, "Towards a semantic infrastructure for context-aware e-learning", *Multimedia Tools Appl*, vol. 47, pp. 71-86, 2010.
- [10] B. Kitchenham e S. Charters, "Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering". EBSE, Keele University, Rel, no 1, 2007.
- [11] L. A. Costa e L. M. Salvador, "Ambiente de Aprendizagem Presencial e Virtual integrados com a Computação Ubíqua: Um Mapeamento Sistemático da Literatura". TISE, *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 2015.
- [12] T. Y. Hsu, C. K. Chiou, J. C. R. Tseng e G. J. Hwang, "Development and Evaluation of an Active Learning Support System for Context-

- Aware Ubiquitous Learning”, *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 9, no. 1, pp. 37–45, 2016.
- [13] M. Li, H. Ogata, B. Hou, N. Uosaki e Y. Yano, “Personalization in Context-aware Ubiquitous Learning-Log System,” in *Proceedings of the 2012 IEEE Seventh International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education*, 2012, pp. 41–48.
- [14] G. E. L. Castro *et al.*, “MobiLearn: Context-Aware Mobile Learning System,” *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 14, no. 2, pp. 958–964, 2016.
- [15] C. C. Wang e C. R. Wei, “The implementation of a context-aware mobile japanese conversation learning system based on NFC-enabled smartphones,” in *IIAI-AAI, Proceedings IIAI 3rd International Conference on Advanced Applied Informatics*, 2014, pp. 313–317.
- [16] T.T. Wu, T. C. Yang, G. J. Hwang e H. C. Chu, “Conducting Situated Learning in a Context-Aware Ubiquitous Learning Environment,” in *Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education*, 2008, pp. 82–86.
- [17] K. Y. Chin e Y. L. Chen, “A Mobile Learning Support System for Ubiquitous Learning Environments,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 73, pp. 14–21, 2013.
- [18] H. C. Chu, G. J. Hwang, C. C. Tsai e J. C. R. Tseng, “A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses,” *Comput. Educ.*, vol. 55, no. 4, pp. 1618–1627, 2010.
- [19] C. H. Su e C. H. Cheng, “A Mobile Game-based Insect Learning System for Improving the Learning Achievements,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 103, pp. 42–50, 2013.
- [20] R. Morales, B. Iglar, S. Bohm e P. Chitthaipoka, “Context-aware mobile language learning,” *Procedia Computer Science*, vol. 56, no. 1, pp. 82–87, 2015.
- [21] C. Shen, Y. C. J. Wu e T. Lee, “Developing a NFC-equipped smart classroom: Effects on attitudes toward computer science,” *Comput. Human Behav.*, vol. 30, pp. 731–738, 2014.
- [22] C. Marinagi, C. Skourlas e P. Belsis, “Employing Ubiquitous Computing Devices and Technologies in the Higher Education Classroom of the Future,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 73, pp. 487–494, 2013.
- [23] S. J. H. Yang, “Context Aware Ubiquitous Learning Environments for Peer-to-Peer Collaborative Learning,” *Educ. Technol. Soc.*, vol. 9, no. 1, pp. 188–201, 2006.
- [24] T. Y. Liu, “A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking,” *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 25, no. 6, pp. 515–527, 2009.
- [25] S. Gómez, P. Zervas, D.G. Sampson e R. Fabregat, “ORIGINAL ARTICLE: Context-aware Adaptive and Personalized Mobile Learning Delivery Supported by UoLmP,” *J. King Saud Univ. Comput. Inf. Sci.*, vol. 26, no. 1, pp. 47–61, 2014.
- [26] R. Benlamri, J. Berri e X. Zhang, “Proactive mobile learning on the Semantic Web,” in *Proceedings of the 1st International Joint Workshop on Wireless Ubiquitous Computing, WUC 2007, In Conjunction with ICEIS 2007*, 2007, pp. 63–73.
- [27] C. C. Chen e T. C. Huang, “Learning in a u-Museum: Developing a context-aware ubiquitous learning environment,” *Comput. Educ.*, vol. 59, no. 3, pp. 873–883, 2012.
- [28] B. Zhang, C. Yin, B. David, R. Chalon e Z. Xiong, “A Context-aware Mobile System for Work-based Learning,” *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 24, no. 2, pp. 263–276, 2016.
- [29] G. J. Hwang, T. C. Yang, C. C. Tsai e S. J. H. Yang, “A context-aware ubiquitous learning environment for conducting complex science experiments,” *Comput. Educ.*, vol. 53, no. 2, pp. 402–413, 2009.
- [30] T. Chen, P. Chiu, Y. Huang e C. Chang, “A Study of Learners’ Attitudes Using TAM in a Context-Aware Mobile Learning Environment,” *Int. J. Mob. Learn. Organ.*, vol. 5, no. 2, pp. 144–158, 2011.
- [31] H. Pu, J. Lin, Y. Song e F. Liu, “Adaptive Device Context Based Mobile Learning Systems,” *Int. J. Distance Educ. Technol.*, vol. 9, no. 1, pp. 44–56, 2011.
- [32] S. J. Wu, H. C. Chu e K.-H. Yang, “An Web Quest-Based Context-Aware u-Learning System to Improve Students’ Problem Solving and Communication Abilities in Astronomy Inquiry Activities,” in *Proceedings of the 2015 IIAI 4th International Congress on Advanced Applied Informatics*, 2015, pp. 319–322.
- [33] Z. Yu, Y. Nakamura, D. Zhang, S. Kajita e K. Mase, “Content Provisioning for Ubiquitous Learning,” *IEEE Pervasive Comput.*, vol. 7, no. 4, pp. 62–70, 2008.
- [34] C. R. Dow e L. H. Huang, “Context-aware and LBS Learning Systems Using Ubiquitous Teaching Assistant u-TA: A Case Study for Service-learning Courses,” *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 22, no. 4, pp. 604–616, 2014.
- [35] T. S. Chen, C. S. Chang, J. S. Lin e H. L. Yu, “Context-Aware Writing in Ubiquitous Learning Environments,” in *Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education*, 2008, pp. 67–73.
- [36] C. Yin, Y. Tabata e H. Ogata, “Design a Context Awareness System for Japanese Language Learning in Ubiquitous Computing Environment,” in *Proceedings of the 2009 International Conference on Web Information Systems and Mining*, 2009, pp. 454–458.
- [37] C. K. Chiou e J. C. R. Tseng, “Design of a Personalized Navigation Support System for Context-aware Ubiquitous Learning Environment,” in *Proceedings of the 2012 RecSys Workshop on Personalizing the Local Mobile Experience*, 2012, pp. 1–6.
- [38] B. Zhang, C. Yin, B. David, Z. Xiong e W. Niu, “Facilitating Professionals’ Work-based Learning with Context-aware Mobile System,” *Sci. Comput. Program.*, vol. 129, no. C, pp. 3–19, 2016.
- [39] J. G. Gómez, J. F. Huete e V. H. Riaño, “Learning System Based on Contextual Awareness for Clinical Practice in Nursing Courses,” in *Proceedings of the 2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2014, pp. 186–190.
- [40] C. Yin, B. David e R. Chalon, “A contextual mobile learning system in our daily lives and professional situations,” in *8th European Conference on eLearning 2009, ECEL 2009*, 2009, pp. 703–711.
- [41] S. Y. Wang, Y. J. Lan, Y. M. Yeh, J. S. Lin e Y.-T. Sung, “A cooperative learning platform for context-aware ubiquitous learning: A pilot study of Mandarin Chinese learning activities,” in *Workshop Proceedings of the 21st International Conference on Computers in Education, ICCE 2013*, 2013, pp. 52–55.
- [42] J. L. Shih, H. C. Chu, G. J. Hwang e Kinshuk, “An investigation of attitudes of students and teachers about participating in a context-aware ubiquitous learning activity,” *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 42, no. 3, pp. 373–394, 2011.
- [43] W. C. Chang, T. H. Wang e A. S. Li, “An rfid-based learning system supporting ubiquitous context-aware Bloom’s cognition knowledge analysis,” *ICIC Express Lett.*, vol. 4, no. 5, pp. 1637–1642, 2010.
- [44] G. Z. Liu, G. J. Hwang, Y. L. Kuo e C. Y. Lee, “Designing dynamic English: A creative reading system in a context-aware fitness centre using a smart phone and QR codes,” *Digit. Creat.*, vol. 25, no. 2, pp. 169–186, 2014.
- [45] G. J. Hwang, C. H. Wu, J. C. R. Tseng e I. Huang, “Development of a ubiquitous learning platform based on a real-time help-seeking mechanism,” *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 42, no. 6, pp. 992–1002, 2011.
- [46] J. F. B. Torres *et al.*, “OPPIA: A context-aware ubiquitous learning platform to exploit short-lived student networks for collaborative learning,” in *CSEDU 2016 - Proceedings of the 8th International Conference on Computer Supported Education*, 2016, vol. 1, pp. 494–498.