

# Ambiente de Aprendizagem Presencial e Virtual integrados com a Computação Ubíqua: Um Mapeamento Sistemático da Literatura

Laécio Araujo Costa  
Instituto Federal do Sertão Pernambucano  
IFSertão-PE  
Colegiado de Informática  
Br 405, Km 08 – Jardim São Paulo  
Petrolina-Pernambuco-Brasil  
+55 87 2101 4315  
laecio.costa@ifsertao-pe.edu.br

Laís do Nascimento Salvador  
Universidade Federal da Bahia – UFBA  
Departamento de Ciência da Computação - PGCOMP  
Fraunhofer Project Center for Software and  
Systems Engineering, Bahia-Brasil  
Av. Ademar de Barros, S/N, Campus Ondina,  
Salvador-Bahia-Brasil  
+55 71 3283 6273  
laisns@dcc.ufba.br

## ABSTRACT

These days, most educational institutions aim to use Information and Communication Technologies (ICTs) with the desire of improving student learning. These institutions offer a blended learning system (b-learning) with high similarity that enables students to continue to interact / learn even outside the classroom boundaries. These technologies such as Virtual Learning Environments (VLE), Mobile Technologies, Ubiquitous Computing and Pervasive, can provide students with a richer learning experience anywhere and anytime they are interested in learning. Moreover, these technologies help the teachers achieve their goals in lesson-planning. The multimodal integration of technologies and intelligent interaction between the students and the learning system enable personalized and effective learning within their social context. Thus, the aim of this study is to describe a systematic mapping of the literature to identify relevant evidence about the intelligent integration of teaching in traditional environments with Virtual Learning Environments using Ubiquitous Computing through technological devices that provide communication between these learning environments focusing on an efficient, ubiquitous, and personalized learning.

## RESUMO

Hoje em dia, a maioria das instituições educacionais visa utilizar as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) com a perspectiva de melhorar o aprendizado do aluno. As instituições oferecem um sistema de aprendizagem mista (b-learning) com alta similaridade que possibilita a continuidade da interação/aprendizagem mesmo fora das fronteiras da sala de aula. Estas tecnologias como Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA's), Tecnologias Móveis, Computação Ubíqua e Pervasiva podem proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem mais rica e em qualquer lugar sempre quando estiverem interessados em aprender. Outrossim, tais tecnologias auxiliam aos professores a atingir os objetivos da aula em sua plenitude. Com a integração multimodal das tecnologias e a interação inteligente entre o sistema de aprendizagem e os alunos, é possível construir um aprendizado personalizado e eficaz dentro do contexto social de cada aluno. Desta forma, o objetivo deste trabalho é descrever um mapeamento sistemático da literatura visando identificar evidências relevantes sobre a integração

inteligente de Ambientes tradicionais de Ensino com os Ambientes Virtuais de Aprendizagem utilizando a Computação Ubíqua através de dispositivos tecnológicos que proporcionam a comunicação entre estes ambientes de aprendizagem, com foco em um aprendizado eficaz, ubíquo e personalizado.

## Descritor de Categorias e Assuntos

K.3.1 [ Computers and Education ]: Computer Uses in Education - collaborative learning.

## Termos Gerais

Documentation, Human Factors.

## Palavras Chave

Aprendizagem Ubíqua, Aprendizagem Colaborativa, Ambiente Virtual de Aprendizagem, Integração de Ambientes de Aprendizagem, Mapeamento Sistemático.

## 1. INTRODUÇÃO

A intensificação da utilização de material digital em rede e a integração com os dispositivos móveis proporcionaram aos atores (professor e aluno) do processo de ensino uma aprendizagem com mobilidade e interfaces de espaços constituídos por ubiquidade e conectividade. O acesso aos recursos tecnológicos disponíveis nos dias de hoje permite potencializar a educação, visto que não há necessidade de permanecer no espaço físico de sala de aula para entrar em contato com os ambientes de aprendizagem digitais.

Vários tipos de recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) estão disponíveis e podem ser utilizados como auxílio ao processo de ensino-aprendizagem, entre eles: o computador, o acesso à *Internet*, Lousa Digital, Projetor Multimídia Interativo, *Smartphones*, Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Tecnologias Móveis e Objetos de Aprendizagem. É comum verificar em um ambiente de sala de aula tradicional a disponibilidade de alguns destes recursos tecnológicos educacionais, porém, em muitas instituições de ensino tais recursos estão disponíveis, mas não são utilizados por diversos

fatores, como exemplo a dificuldade de manusear os equipamentos, a falta de interesse ou a falta de conhecimento.

Dentre as TIC's voltadas à educação destacam-se os Objetos de Aprendizagem (OA) que, segundo [27 apud IEEE, 2002], são definidos como "qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado por tecnologias". Para [27], a existência de diferentes meios de acesso aos conteúdos digitais é fundamental que os recursos educacionais, como os OA, sejam ubíquos, multimodais e interativos.

A ubiquidade pode ser compreendida como uma habilidade de comunicação a qualquer tempo e hora, por meio de dispositivos móveis dispersos pelo meio ambiente. Dessa forma, a ubiquidade é avaliada como um recurso importante principalmente nestes tempos em que os dispositivos móveis, com poder de processamento significativo, estão sendo inseridos no processo educacional.

A aprendizagem com mobilidade e ubiquidade possibilita acessar e utilizar os conteúdos digitais em qualquer momento, de forma a garantir a interação dentro e fora da sala de aula tradicional. Nesta perspectiva, os Objetos de Aprendizagem devem ser multimodais (considerando a materialização do conteúdo), devido à variedade de dispositivos móveis, permitindo assim uma maior facilidade no uso dos recursos educacionais que podem ser: o acesso através da Internet, *Smartphones*, *Tablets* e inclusive pela TV digital (TVD), totalmente de forma ubíqua. Em [26] é destacado que "estamos vivenciando uma nova relação entre o que chamamos de tecnologias digitais em rede e os processos de comunicação, potencializados pelo uso dos dispositivos móveis que vem redimensionando e transformando os espaços urbanos".

Assim, este trabalho objetiva identificar, através do mapeamento sistemático, trabalhos relevantes que relacionem a integração de Ambientes Tradicionais de Ensino (Físico) com Ambientes Virtuais de Aprendizagem (Virtual) de forma Ubíqua que permita a produção, utilização e reutilização de Objetos de Aprendizagem visando uma aprendizagem mais eficaz, onipresente e personalizada. O artigo segue a seguinte estrutura: a seção 2 apresenta uma fundamentação sobre ambientes virtuais de aprendizagem e ubiquidade. A seção 3 apresenta a metodologia utilizada para o mapeamento sistemático. A seção 4 apresenta os resultados e discussão dos artigos catalogados. A seção 5 apresenta a conclusão; e por fim apresentam-se as referências bibliográficas.

## 2. AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM E UBIQUIDADE

Segundo [25], "a aprendizagem ubíqua é aquela que está disponível a qualquer momento e que qualquer curiosidade pode ser saciada pelo acesso aos dispositivos móveis conectados em rede, fazendo com que essa informação se transforme em aprendizagem quando incorporada a outros usos". No contexto de sociedade e cultura da mobilidade, há um grande desafio ao pensar em novas práticas educativas na medida em que a noção de espaço de aprendizagem vai muito além daquela compreendida no passado.

Com o advento da modalidade de ensino conhecida como *m-learning* (aprendizagem móvel), a aprendizagem foi direcionada à ótica dos estudantes, porém com o foco voltado às práticas

educativas possibilitadas pelos dispositivos móveis associados às atuais tecnologias educacionais em redes.

Neste contexto, [31] salienta que "a aprendizagem móvel observada pela ótica da aprendizagem é complexa e não pode ser abordada apenas como uma variação da educação *online* decorrente do uso dos dispositivos móveis ou como uma extensão da aprendizagem em sala de aula para outros espaços de tempos de aprendizagem". No trabalho apresentado por [31] os autores afirmam que "a aprendizagem móvel trata de um modo mais flexível de educação (...) na qual está relacionada a termos como: "personalizada", "espontânea", "informal", "pervasiva", "localizada", mas nenhum destes termos sozinho pode representar uma compreensão sobre o conceito de aprendizagem móvel".

Em [31] afirma-se ainda que a aprendizagem com mobilidade é ubíqua e esta ubiquidade apresenta desafios principalmente no desenvolvimento de novas práticas educativas, pois a noção de espaço de aprendizagem vai muito além do contexto físico e o espaço virtual não é apenas um repositório de Objetos de Aprendizagem.

Neste contexto, um ambiente de aprendizagem ubíqua deve ser onipresente e qualquer aluno com acesso à rede pode tornar-se totalmente imerso neste processo de aprendizagem instrumentado com as atuais tecnologias.

## 3. METODOLOGIA DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Um mapeamento sistemático permite identificar evidências na literatura a partir de um processo formal definido através de um protocolo. Este trabalho segue o modelo exposto por [5 apud 23] onde é apresentado a condução de um mapeamento sistemático em cinco etapas, sendo elas: 1) Levantamento da Questões de Pesquisa, 2) Condução da Busca, 3) Análise dos Artigos, 4) Classificação dos Artigos e 5) Extração dos dados e Mapeamento. Na Seção 3.1, é descrita a questão de pesquisa proposta; na Seção 3.2 é detalhada a construção da *string* de busca; na seção 3.3 é detalhado o processo de condução da busca dos artigos; na Seção 3.4 é descrita a análise dos artigos, identificando os critérios de inclusão e os critérios de exclusão adotados para a seleção dos artigos; e por fim apresentam-se na seção 3.5, as duas etapas finais, a classificação e extração dos dados.

### 3.1 Questões de Pesquisa

O mapeamento proposto neste artigo visa identificar evidências que possam responder as seguintes questões de pesquisa:

QP: Quais os modelos de sistemas interativos propostos que visam integrar os ambientes virtuais de ensino aprendizagem com o ensino presencial tradicional, tendo como base a computação ubíqua?

QS1: Quais os métodos utilizados?

QS2: Quais os padrões de pacotes de conteúdos utilizados para a disseminação dos Objetos de Aprendizagem?

### 3.2 Construção da String de Busca

A construção da *string* de busca (ou expressão de busca) é realizada na fase inicial do mapeamento sistemático e é de suma

importância para o andamento da pesquisa. No trabalho apresentado em [13], os autores salientam que uma *string* ineficaz pode retornar um grande número de falsos positivos e possivelmente a pesquisa poderá ter outro direcionamento.

A expressão genérica de busca desta pesquisa foi construída a partir de palavras-chave derivadas da questão principal, descrita anteriormente, conforme é apresentado na Figura 1:

Interactive environment of learning OR learning management system AND (ubiquitous OR pervasive) OR knowledge evaluation OR learning object standard

**Figura 1: Expressão de Busca utilizada para a massa**

Os termos definidos na expressão de busca foram:

- Palavras-chave: *interactive environment of learning, learning management system, ubiquitous e learning object standard*;
- Não foi definido em qual local do artigo (título, resumo, palavras-chave e o corpo do trabalho) o engenho deverá buscar pelas palavras-chave;
- Período: Não limitado;
- Língua: inglesa, devido à universalidade da língua;

Objetivando uma menor chance de retornar informações desnecessárias e que não tenham relação com o tema da pesquisa, foi definida, na expressão de busca, uma utilização específica de palavras-chave a serem identificadas no mapeamento.

Como se observa na expressão de busca, não foram incluídas palavras-chave relacionadas aos métodos utilizados e a avaliação da proposta apresentada, pois o objetivo é identificar estudos que apresentem a implementação de framework(s) interativos que relacionem os ambientes virtuais de ensino com os ambientes presenciais de ensino e a computação ubíqua. A triagem das publicações que apresentam os métodos utilizados e a possível avaliação passou a ser um dos processos dentro do mapeamento sistemático.

### 3.3 Condução da Busca

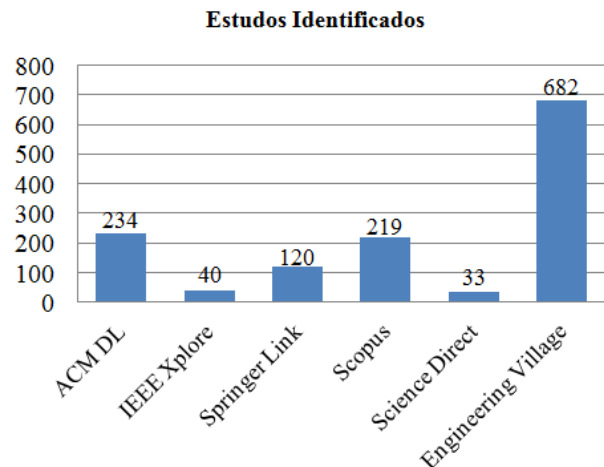
A busca dos artigos foi baseada na *string* formulada e aplicada nos engenhos de busca, sendo eles as bases: *IEEE Xplore, ACM Digital Library, Springer Link, Science Direct, Engineering Village e Scopus*. Estas bibliotecas digitais foram selecionadas com base no estudo apresentado por [12 apud 3], que apresenta uma relação das bases mais bem avaliadas em uma análise quantitativa e além da relevância destas bases na área de Ciência da Computação.

Como a coleta dos estudos foi realizada em seis diferentes engenhos de busca, a expressão teve que ser adaptada em cada engenho de acordo com as especificidades de cada ferramenta em relação à expressão adotada sem, no entanto, fugir da ideia principal, conforme está apresentada na Tabela 1. No caso do engenho da *Springer Link*, foi utilizado um refinamento disponível, considerando apenas as áreas de Ciência da Computação e da Educação. Quanto ao período de publicação, não foi limitado nenhum período com a devida intenção de coletar todos os trabalhos disponíveis que tratam da questão de pesquisa.

**Tabela 1: Condução da busca por engenho**

BASE	EXPRESSÃO DE BUSCA
IEEE Xplore	interactive environment of learning OR learning management system OR knowledge evaluation OR learning object standard AND (ubiquitous OR pervasive)
ACM DL	"interactive environment of learning" OR "learning management system" OR "knowledge evaluation" OR "learning object standard" AND (ubiquitous OR
Engineering Village	((("interactive environment of learning" or "learning management system" or "knowledge evaluation" or "learning object standard" and (ubiquitous or pervasive) wn KY)) AND ({901.2} WN CL))
Science Direct	((Interactive environment of learning) OR (learning management system) OR (knowledge evaluation) OR (learning object standard) AND ((ubiquitous) OR (pervasive))) AND LIMIT-TO(cids, "271849","Computers & Education")
Springer Link	interactive environment of learning OR learning management system OR knowledge evaluation OR learning object standard AND (ubiquitous OR pervasive)
Scopus	ALL((Interactive environment of learning) OR (learning management system) OR (knowledge evaluation) OR (learning object standard) AND (ubiquitous) OR

A Figura 2 apresenta a quantidade de estudos identificados com a execução da expressão de busca nos engenhos das diversas bases selecionadas. A coleta dos estudos totalizou 1328 trabalhos distribuídos da seguinte forma:



**Figura 2: Estudos identificados nas bases de consultas. Dados gerados em julho de 2015.**

A base *Engineering Village* apresentou o resultado mais significativo, pois este engenho indexa diversas bases além do *El Compendex*.

Para a gerencia do mapeamento sistemático foi utilizado a ferramenta StArt (*State of the Art through Systematic Review*) desenvolvida pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LaPES) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) [7].

### 3.4 Análise dos Artigos

Segundo [13] é necessário definir no protocolo do mapeamento critérios para inclusão e exclusão dos estudos identificados. Estes critérios atuam como filtro para refinar mais a busca pelos estudos relevantes e pertinentes ao objeto da pesquisa, descartando os estudos coletados que não possuem relação com o objeto desta pesquisa. Assim, foram definidos os seguintes critérios:

- CI1:** Artigos escritos em inglês (devido à universalidade da língua);
- CI2:** Artigos devem estar disponíveis para download (de acordo com a assinatura da nossa universidade) na íntegra;
- CI3:** Artigos primários, mapeamentos e/ou revisões sistemáticas e artigos teóricos;
- CI4:** Artigos completos (notas ou artigos não completos foram desconsiderados).

Após realizar a busca nos Engenheiros, definidos na seção 3.3, foram pré-selecionados os artigos que satisfizeram os critérios de inclusão citados acima. Destes artigos, foram excluídos aqueles que satisfizeram um ou mais dos critérios de exclusão definidos a seguir:

- CE1:** Artigos duplicados;
- CE2:** Artigos nos quais a expressão de busca seja satisfeita com os termos presentes apenas nas referências, biografia do autor, agradecimentos ou conclusão;
- CE3:** Artigos que não possuem o foco dentro do objeto desta pesquisa.

Na condução deste mapeamento, foram realizadas cinco rodadas para análise dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos coletados, descritas na Tabela 2. Em cada rodada, foram analisados estudos a fim de filtrar os artigos mais relevantes dentro do tema desta pesquisa.

**Tabela 2: Descrição das etapas na condução do mapeamento**

	RODADAS	DESCRIÇÃO
Seleção Primária	1ª Rodada	Verificação se a língua escrita é inglês
	2ª Rodada	Verificação de artigos primários
	3ª Rodada	Análise de Título, Abstract e Palavras-chave.
Seleção Secundária	4ª Rodada	Verificação se o estudo apresenta texto completo disponível na web
	5ª Rodada	Análise da introdução, método e conclusão, verificando se o estudo aborda evidências relevantes quanto ao foco desta pesquisa.

A Tabela 3 apresenta os resultados após a execução da seleção primária, onde foi aplicado os critérios de inclusão e exclusão a partir da leitura do título, resumo e palavras-chave dos estudos identificados.

**Tabela 3: Resultado da seleção primária**

Biblioteca Digital	Seleção Primária
<i>IEEE Xplore</i>	8
<i>ACM DL</i>	3
<i>Springer Link</i>	5
<i>Scopus</i>	17
<i>ScienceDirect</i>	3
<i>Engineering Village</i>	102
<b>Total</b>	<b>138</b>

A Tabela 4 apresenta a quantidade de estudos duplicados identificados durante a execução da seleção primária do mapeamento sistemático da literatura, a saber:

**Tabela 4: Estudos duplicados**

Biblioteca Digital	Duplicidades
<i>IEEE Xplore</i>	1
<i>ACM DL</i>	5
<i>Springer Link</i>	0
<i>Scopus</i>	1
<i>ScienceDirect</i>	0
<i>Engineering Village</i>	10
<b>Total</b>	<b>17</b>

Com o resultado da seleção primária e extração dos estudos duplicados, iniciou-se a seleção secundária com a execução da quarta e quinta rodada. Na quinta rodada foi efetuada uma leitura mais aprofundada nos estudos catalogados analisando a abordagem, métodos e resultados. A Tabela 5 apresenta o resultado dos estudos incluídos após a seleção primária e secundária.

**Tabela 5: Resultado da seleção secundária por engenho de busca**

Base	Seleção	
	Primária	Secundária
<i>IEEE Xplore</i>	8	2
<i>ACM Digital</i>	3	1
<i>Springer Link</i>	5	0
<i>Scopus</i>	17	1
<i>ScienceDirect</i>	3	0
<i>Engineering Village</i>	102	19
<b>Total</b>	<b>138</b>	<b>23</b>

### 3.5 Classificação e Extração dos Dados

Nesta seção discutiremos a classificação e extração das informações relevantes, como a relação dos estudos aceitos e dos estudos rejeitados, a quantidade de estudos publicados na área da

pesquisa classificados por ano e a distribuição dos estudos por biblioteca digital.

Após realizar a busca, foram pré-selecionados 138 artigos conforme critérios definido na seção 3.3. Em seguida, foram aplicados os critérios de exclusão, eliminando 115 trabalhos que representam 83,33% dos artigos pré-selecionados, conforme apresentado na Figura 3. Assim, foram catalogados 23 artigos a serem analisados (o mais antigo é de 2005 e o mais novo é de 2015). Na extração dos dados, após a seleção secundária, foram aceitos 16,67% dos artigos.

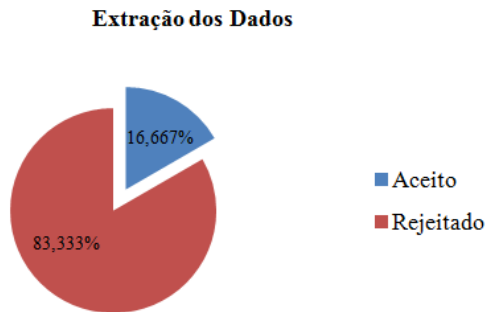


Figura 3: Relação dos estudos aceitos e rejeitados a partir da seleção secundária.

A Figura 4 apresenta a distribuição anual dos trabalhos selecionados.

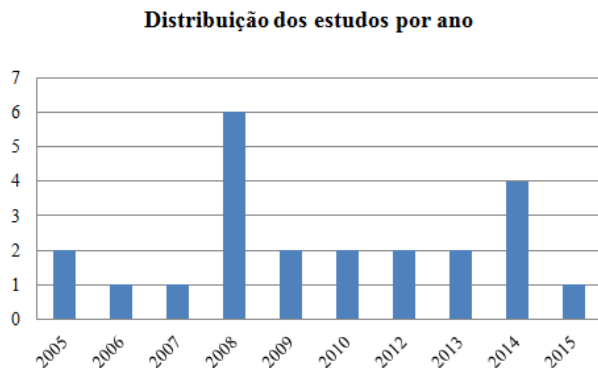


Figura 4: Distribuição cronológica dos estudos identificados. Dados gerados em julho de 2015.

Conforme apresentado na Figura 4, dos 23 artigos analisados, observa-se que os anos de 2008 e 2014 obtiveram o maior número de publicações, com 6 e 4 artigos, respectivamente.

Dentre as bibliotecas digitais selecionadas, a biblioteca *IEEE Xplore* apresentou um maior número de trabalhos publicados que tratam do objeto desta pesquisa, conforme apresentado na Figura 5. Dentre os estudos identificados na biblioteca *Springer Link* alguns deles são capítulos de livro e não estão disponíveis para acesso completo. A representação "Outros" na Figura 5, retrata a identificação de estudo que não está indexado nas bases definidas na Seção 3.3, este artigo foi publicado em *World Academy of Science, Engineering and Technology 42 2010*.

Distribuição por Biblioteca Digital

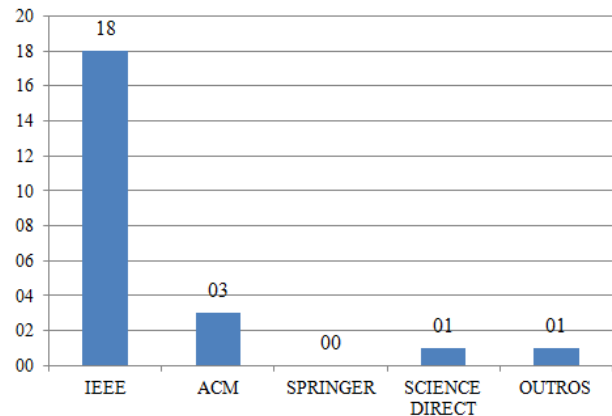


Figura 5: Distribuição dos trabalhos selecionados por biblioteca digital.

#### 4. DISCUSSÕES

Através do mapeamento sistemático realizado, verificou-se que a grande maioria dos trabalhos identificados visa utilizar a computação ubíqua para o enriquecimento do processo de ensino e aprendizagem dentro do contexto do aluno. Observa-se que 60,86% dos trabalhos catalogados apresentam o desenvolvimento de sistemas ou protótipos que utilizam a Computação Ubíqua em um Ambiente de Ensino Aprendizagem (Presencial e Virtual) com diversos propósitos como, por exemplo, a personalização do ensino dentro do contexto do usuário.

A Figura 6 apresenta a relação dos estudos catalogados com base na proposta apresentada em cada trabalho. Neste trabalho foram definidos três métodos para observação, sendo eles o desenvolvimento de um Sistema/Protótipo, a apresentação de um Modelo Conceitual ou a realização de um Levantamento Bibliográfico (*survey*).

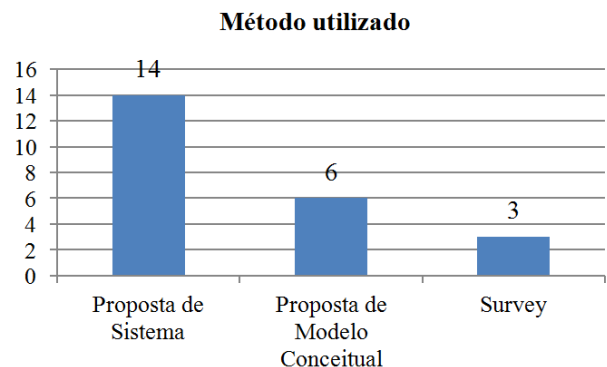
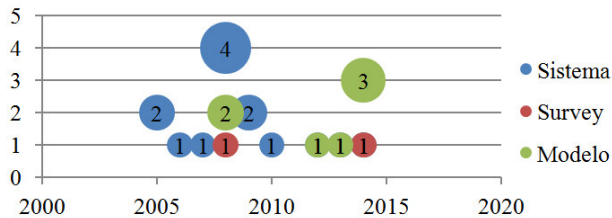


Figura 6: Método utilizado nos estudos catalogados

Conforme apresentado na Figura 7, o ano de 2008 apresentou um número mais significativo de sistemas propostos aplicados a salas de aula inteligente que se comunica com outros dispositivos e tecnologias móveis como *Lousa Digital, SMS, Tablets, PDA* e entre outros. Porém, tais sistemas apresentavam limitações em suas aplicações devido às tecnologias disponíveis no ano em questão.

No entanto, em 2014 houve um maior número de propostas e modelos conceituais de tecnologia ubíqua para adoção em ambiente de aprendizagem como as salas de aula, conforme está apresentado na Figura 7.

**Distribuição anual por método utilizado**



**Figura 7: Distribuição anual dos estudos por método proposto**

Na fase de extração de dados, foram identificadas as respostas para as questões definidas na Seção 3.1. Para a questão principal QP: “Quais os modelos de sistemas interativos propostos que visam integrar os ambientes virtuais de ensino aprendizagem com o ensino presencial tradicional, tendo como base a computação ubíqua?”, foram extraídas as informações listadas na Tabela 6.

Com base na avaliação das informações catalogadas, observou-se que 14 trabalhos apresentam o desenvolvimento de uma aplicação, um framework ou uma infraestrutura física de sala de aula inteligente com a proposta da integração de hardware e software utilizando a computação ubíqua.

Os autores em [1, 29 e 33], focaram no desenvolvimento de aplicação e framework que visam à aprendizagem adaptativa e personalizada com base no perfil de cada aluno. Tais pesquisadores utilizaram a computação ubíqua, técnicas de mineração de dados, *crowd-sourcing* e métodos para gerência de material centrado no perfil do usuário (estilos de aprendizagem). Para estes autores, os sistemas apresentados necessitam de novas implementações que possam ampliar os requisitos apresentados focando na melhoria da construção do conhecimento.

Para a questão QS1 “Quais os métodos utilizados?”, observou-se que nos trabalhos apresentados por [2, 4, 8, 9, 11, 14, 20, 21, 22, 24 e 28], os autores apresentam um modelo de infraestrutura física de uma sala de aula inteligente instrumentado com recursos que visam à utilização de serviços conectados a dispositivos e sensores tecnológicos. Tais recursos permitem a percepção e interação, de forma ubíqua, dos atores (professor e aluno) com os recursos computacionais disponíveis.

Nos trabalhos apresentados por [14, 15, 16, 17 e 30], os autores apresentam um modelo conceitual pedagógico que visa compor cenários de aprendizagem complexos que perceba a experiência de aprendizagem do aluno, proponha a regulação da aprendizagem e permita a orquestração dos ambientes de ensino.

Para a questão QS2: “Quais os padrões de pacotes de conteúdos utilizados para a disseminação dos Objetos de Aprendizagem?”, os trabalhos desenvolvidos por [4, 9, 20, 28, 29, 30 e 32] apresentam a utilização de padrões de conteúdos como *IMS-LD*, *SCORM Compliant* e *IEEE LOM*. Tais padrões são internacionalmente conhecidos e sua utilização indica a interoperabilidade dos Objetos de Aprendizagem entre diversos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) que atendam aos padrões estabelecidos. É importante salientar que cada padrão segue regras diferentes, assim o padrão IMS-LD, por exemplo,

não permite a importação e/ou exportação de conteúdo didático digital para outro padrão. A utilização de padrões de pacotes de conteúdos permite a disseminação e execução de conteúdos digitais em diferentes dispositivos e plataformas de aprendizagem atendendo aos requisitos de extensibilidade e a reutilização de material didático digital.

Os autores dos trabalhos [2, 6, 8, 14, 20, 28 e 32] propõem recursos para o desenvolvimento de uma sala de aula inteligente com objetivo de integrar diversos recursos tecnológicos para uma aprendizagem focada no usuário. Para [28], os grandes desafios destes sistemas de ambientes inteligentes são: proporcionar a extensibilidade e a escalabilidade entre plataformas diferentes.

Na análise geral dos trabalhos catalogados, foi identificada uma lacuna de pesquisa quanto à interoperabilidade dos diversos AVA’s, pois com a variedade de projetos e modelos de dispositivos móveis é necessário que os Objetos de Aprendizagem (OA) sejam multimodais permitindo a sua execução nos diversos tipos de dispositivos, independentemente da sua configuração, formato ou plataforma. Desta forma, alguns dos sistemas apresentados devem ser extensíveis e interoperáveis suportando outras plataformas onde permitem a importação e exportação de conteúdos de forma aberta.

Outra lacuna observada e avaliada como um grande desafio foi quanto ao compartilhamento de informações e de Objetos de Aprendizagem reutilizáveis entre os diversos dispositivos móveis e sistemas educacionais, pois os padrões de pacotes de conteúdos como o SCORM e o IMS-LD (padrões internacionalmente conhecidos) ainda apresentam limitações principalmente quando tratam de interações com outros Objetos de Aprendizagem.

## 5. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi realizado um mapeamento sistemático para identificar métodos e abordagens de ambientes de aprendizagem presencial e virtual integrados com a computação ubíqua visando disponibilizar um aprendizado ubíquo, personalizado e eficaz. Para a melhor análise dos resultados, as avaliações foram divididas por tipo de método que os autores utilizaram, sendo: o desenvolvimento de Sistema/Protótipo, a apresentação de uma proposta de um Modelo Conceitual e o levantamento bibliográfico (*survey*) com as novas tendências.

Foi encontrado um total de 1.328 publicações através da aplicação da *string* de busca com palavras-chave produzida a partir da questão principal apresentada na Seção 3.1. A *string* foi aplicada no engenho de busca das bases *IEEE Xplore*, *ACM Digital Library*, *Springer Link*, *Science Direct (Elsevier)*, *Engineering Village* e *Scopus*. Na fase de seleção foram classificados 138 artigos, e na fase de extração resultaram 23 publicações.

Com o mapeamento sistemático realizado foi possível ter uma visão da situação atual do tema em questão que trata dos ambientes de sala de aula inteligente instrumentado com a computação ubíqua. Assim, é possível constatar com os resultados do mapeamento que este é um tema em potencial, mas que necessita ser mais explorado devido ao crescimento das tecnologias móveis e ubíquas para as diversas áreas, principalmente na área educacional.

No entanto, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC’s) quando aplicadas na educação necessitam de métodos pedagógicos que visam uma aprendizagem eficiente e personalizada no contexto social dos alunos. O uso das TIC’s

deve ser realizado como um meio de suporte ao processo de ensino.

Pode-se observar, ainda, um crescimento no desenvolvimento de sistemas que apoiam ambientes de sala de aula inteligente, utilizam as tecnologias móveis e a computação ubíqua voltada à educação. Neste sentido, as tendências atuais ditam que na educação do futuro haverá um aumento das necessidades de acesso à rede, do compartilhamento e visualização das informações. Todos os conceitos centrais da Internet das Coisas e das ferramentas disponíveis traduzirão os dados do usuário em informações relevantes e precisas.

Com base nos estudos realizados, observa-se também, a necessidade de propostas de ambientes inteligentes abertos instrumentados com dispositivos eletrônicos que proporcionem uma aprendizagem personalizada, de forma ubíqua, interoperável com os AVA's e com forte suporte a Objetos de Aprendizagem.

Neste cenário, a personalização da aprendizagem, a aprendizagem colaborativa e o ensino centrado no contexto dos alunos quando relacionados aos ambientes inteligentes podem proporcionar uma aprendizagem com mais qualidade. Assim, a integração de tais recursos fortalece o processo de ensino aprendizagem com a disponibilização dos materiais digitais educacionais através dos serviços computacionais.

Em relação a limitações do estudo apresentado:

- Questão de Pesquisa: as questões de pesquisa definidas neste estudo podem não fornecer uma cobertura completa do objeto do estudo. As questões foram definidas com a intenção de investigar a relação dos Ambientes de

Aprendizagem com a computação ubíqua, os métodos utilizados para manter esta relação e como disseminar o conteúdo didático digital produzido. Questões referentes aos tipos de modelos de sistemas, métodos e as tecnologias utilizadas não foram restringidos nesta pesquisa uma vez que se pretende mapear os trabalhos desenvolvidos no contexto do objeto deste trabalho independente da ferramenta utilizada;

- *String* de busca: a tradução literal das palavras-chave para língua inglesa pode apresentar uma ameaça devido a termos não comuns no idioma estrangeiro; e,
- Condução da busca dos estudos: o processo de busca nas bases das bibliotecas digitais não é exatamente o mesmo. Desta forma, adaptamos as *strings* de busca assumindo que as expressões lógicas estejam consistentes em todos os bancos de dados.

Como trabalho futuro pretende-se restringir a pesquisa tendo como objeto principal a produção de material didático digital aberto e reutilizável em ambientes interativos de aprendizagem. Desta forma, com os conhecimentos adquiridos, pretende-se propor uma sala de aula inteligente que dê o suporte necessário aos aspectos de uma aprendizagem mediada de forma ubíqua, colaborativa e participativa. Neste sentido, aspira-se construir um sistema que automatize uma sala de aula a fim de capturar o material didático (anotações, áudio e vídeo) desenvolvido pelo professor e aluno em sala de aula, e exportar este conteúdo digital para um ambiente virtual de aprendizagem de forma a dinamizar e aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem.

**Tabela 6: Estudos Catalogados**

Referência	Objetivo	Observação
[Wang et al. 2005]	Permitir o acesso e leitura de conteúdos, em dispositivos diversos, utilizando o padrão de pacote de conteúdo SCORM.	Desenvolvimento de ambiente que dissemina os conteúdos de um curso baseado no padrão <i>SCORM-Compliant</i> .
[Keil-Slawik 2005]	Propor uma perspectiva sobre a noção de objetos de aprendizagem como a semiótica ativa de aprendizagem transcendendo os atuais <i>e-Learning</i> .	Apresenta um Framework baseado em interatividade e responsividade, que reconceitua os ambientes de aprendizagem utilizando a computação ubíqua.
[Chevrin et al. 2006]	Desenvolver um framework que permite apoiar os AVA's com a intermediação entre os aprendizes, independente de estar fixo ou móvel, acessando o sistema através de vários dispositivos e redes.	No framework apresentado, utilizam a Comunicação Pervasiva, o Serviço de Orientação e a computação com base no contexto de pesquisa. Utilizam, também, o padrão de conteúdo, SCORM, para a disseminação dos OA's nos diversos dispositivos móveis.
[Nino et al. 2007]	Apresentar um modelo baseado no contexto implementado em GlobalEdu. Especialmente o gerenciamento de Serviço Educacional e sua interface com um agente pedagógico. Um aplicativo cenário estará presente também.	Apresenta um cenário de aplicação da proposta. O <i>GlobalEdu</i> é uma arquitetura de aprendizagem ubíqua integrada no ISAM, que é uma arquitetura de software que gerencia um ambiente difundido em larga escala.
[Wu t al. 2008]	Identificar preferências individuais dos alunos, características e atributos de objetos com a finalidade de aprender e constrói uma estrutura de conhecimento consciente do contexto personalizado com base no feedback.	Apresenta um Sistema ubíquo que percebe as preferências do aluno e aprimora a estrutura personalizada conhecimento.

[Xinhao et al. 2008]	Apresentar soluções para a aprendizagem baseada em TIC's, a fim de resolver efeitos colaterais provocados pela adoção de novas tecnologias como exemplo a ubiquidade.	A partir de um survey, levanta as possíveis soluções quando integra os elementos chaves do aprendizado: Objetos de Aprendizagem, Suporte e Recursos de Aprendizagem.
[Meenakumari 2008]	Apresentar um modelo de processo e um modelo técnico para um sistema de ensino baseado em TIC's.	A partir das tecnologias existentes, apresenta um modelo de processo e sua avaliação.
[Svensson e Petterson 2008]	Desenvolver um sistema de prototipagem rápida (ACS), que interpreta, reage e armazena metadados contextuais e conteúdos extraídos durante as atividades de aprendizagem e de forma ubíqua.	Em sua implementação atual, a ACS não prevê a interoperabilidade e a reutilização de objetos de aprendizagem com outros sistemas. Isto é porque a ontologia de aprendizagem real apresentada é incompatível com o <i>IEEE LOM</i> e <i>IMS LD</i> .
[Graf et al. 2008]	Propor uma infraestrutura baseada em arquitetura de sistema multiagente para integrar vários componentes dos ambientes de aprendizagem.	Apresenta uma infraestrutura que integra os ambientes de aprendizagem, discute a concepção da infraestrutura, bem como seus componentes. Isso abre o caminho para o desenvolvimento de aplicações de aprendizagem ubíqua.
[Hernández et al. 2009]	Apresentar uma abordagem para apoiar <i>IMS Learning Designs</i> no contexto de um ambiente virtual de aprendizagem. O processo é suportado por uma utilização generalizada dos padrões e especificações (família de especificações <i>IMS</i> ) em conjunto com um perfil do usuário.	Utiliza uma ferramenta (motor de planejamento) para criar um projeto do curso em <i>IMS-LD</i> , automaticamente, que se adapta e aprende o nível das competências adquiridas por cada estudante.
[Su et al. 2009]	Construir um sistema de gerenciamento de conteúdo de aprendizagem ubíqua, concentrando na descrição ontológica do recurso de aprendizagem e a construção da relação semântica entre objetos de aprendizagem, além de propor um modelo semântico-orientada a objetos de aprendizagem ubíqua ( <i>SULOM</i> ).	Apresenta um modelo ontológico e conceitual do sistema sugerido. O sistema atende a necessidade de professores e alunos, oferecendo objeto de aprendizagem ubíquo e que se adapta às suas características de equipamentos terminais.
[Suo et al. 2009]	Construir um protótipo de sala de aula inteligente baseado na arquitetura do sistema multiagentes utilizando a tecnologia <i>Web Service</i> .	Desenvolve uma sala de aula inteligente utilizando a computação ubíqua com hardware e software que permitam a extensibilidade e a escalabilidade.
[Muñoz-Organero et al. 2010]	Apresentar as tendências atuais na evolução da arquitetura de <i>e-Learning</i> , identificando os méritos e suas limitações.	Descrevem uma nova arquitetura que captura as necessidades de ambos os ambientes de aprendizagem formais (ministrado por instrutor) e informais (liderados por estudantes) e oferece ao aluno um serviço personalizado e ubíquo.
[Leonides et al. 2010]	Permitir a interação ubíqua no contexto educacional em sala de aula do futuro	Apresenta um Framework, <i>ClassMATE</i> que suporta a computação e comunicação ubíqua em um Ambiente Inteligente.
[Dekdouk 2012]	Propor uma abordagem para integrar a computação móvel e ubíqua em sala de aula inteligente para tornar o aprendizado mais eficaz.	Apresenta um modelo físico de sala de aula inteligente instrumentado com recursos <i>TIC's</i> .
[Ramírez-González et al. 2012]	Apresentar a integração de atividades contextuais sobre a plataforma <i>dotLRN</i> com dispositivos móveis de forma ubíqua, como uma alternativa para as metodologias ativas nos sistemas <i>AVA's</i> .	Propõe uma aplicação para dispositivos móveis com o desenvolvimento de atividades de aprendizagem contextual na plataforma <i>dotLRN</i> , baseado na experiência e interação com objetos físico.
[Martinez-Maldonado et al. 2013]	Propor uma abordagem que visa integrar, a partir da perspectiva tecnológica, atividades de aprendizagem colaborativa usando diversos tipos de dispositivos móveis.	Apresenta um modelo conceitual que integra a orquestração de ambientes de aprendizagem de forma ubíqua e pervasiva; com mecanismos para a regulação, a interconexão com os sistemas baseados na web, e o reforço da sensibilização.
[Alghamdi et al. 2013]	Integrar estilos de aprendizagem e sua avaliação para a modalidade de aprendizagem adaptativa com foco em <i>e-Learning</i> e hiperídia	Desenvolvimento de Sistema de Suporte ao aprendizado adaptativo.
[Ferreira 2014]	Propor um modelo pedagógico que garanta a aprendizagem colaborativa centrada no aluno, além de descrever como um quadro de ensino e aprendizagem pode ser construído utilizando as ferramentas que fazem parte do portfólio de Educação do <i>Google Apps</i> .	Desenvolve de um modelo pedagógico colaborativo e reutilizável, centrado no aluno.



[Bargaoui e Bdiwi 2014]	Apresentar um modelo de sala de aula que faz com que vários dispositivos como laptops, <i>tablets</i> , projetores estejam conectados por meio de um gateway, a fim de incentivar a comunicação de informações entre os alunos e um ambiente inteligente.	Desenvolve de uma Sala de Aula Inteligente com recursos ubíquos, onde permite gerar dispositivos inteligentes em sala de aula através da detecção e conectividade automática e serve como plataforma de execução.
[Mills et al. 2014]	Apresentar novas perspectivas no comportamento de informações em ambiente como Web 2.0, incluindo o papel do acesso móvel que faz a ponte entre o aprendizado informal e formal.	Faz o levantamento a partir de um Survey, onde apresenta as novas perspectivas entre a aprendizagem formal e informal.
[Oluwagbemi et al. 2014]	Desenvolver uma revisão das tendências atuais e futuras de aplicações da computação pervasiva, aplicadas em ambientes de aprendizagem em sala de aula.	Propor um modelo genérico da tecnologia de computação pervasiva para adoção em ambientes de aprendizagem em sala de aula
[Taamalla e Khemaja 2014]	Propor modelos ontológicos que permitem a interpretação inteligente de dados contextuais incluindo a proposta de rastreamento e adaptação de modo relevante do cenário de aprendizagem	Utiliza padrões de <i>e-Learning</i> com objetos inteligentes para projetar cenários de aprendizagem complexas e manter o controle da experiência de aprendizagem do aluno.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] Alghamdi, Mohammed; Lamb, David J; Al-Jumeily, Dhiya; Hussain, Abir J. Assessing the impact of web-based technology on learning styles in education. IEEE. Pag.348-353. 2013. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/DeSE.2013.68>.
- [2] Bargaoui, Hichem e Bdiwi, Rawia. Smart classroom: Design of a gateway for ubiquitous classroom. IEEE. 2015. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/ICWOAL.2014.7009206>.
- [3] Buchinger, D., Cavalcanti, G. A. D. S., e Hounsell, M. D. S. (2014) Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa. In Revista Brasileira de Computação Aplicada, 6(1), pp.108-120.
- [4] Chevrin, V; Derycke, A; Rouillard, J. Project Ubi-Learn: An intermediation infrastructure for multi-channel accesses to future LMS. IEEE. 2006. Vol 2006. P 7. DOI= [10.1109/AICT-ICIW.2006.152](http://dx.doi.org/10.1109/AICT-ICIW.2006.152)
- [5] Citadin, Jucilane Rosa; Kemczinski, Avaniilde e; Matos, Alexandre Veloso de. Formação de Grupos para Aprendizagem Colaborativa: Um mapeamento sistemático da literatura. In Novas Ideas em Informática Educativa. TISE 2014. pp 46-54.
- [6] Dekdouk, Abdelkader. Integrating mobile and ubiquitous computing in a smart classroom to increase learning effectiveness. IEEE. 2012. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/ICEELI.2012.6360684>
- [7] Febbri, Sandra; Ferrari, Fabiano. StArt – Lapes – 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).
- [8] Graf, Sabine; MacCallum, Kathryn; Liu, Tzu-Chien; Chang, Maiga; Wen, Dunwei; Tan, Qing; Dron, Jon; Lin, Fuhua; Chen, Nian-Shing and McGreal, Rory; Kinshuk. An infrastructure for developing pervasive learning environments. IEEE. 2008. P 389-394. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/PERCOM.2008.51>
- [9] Hernandez, Jorge; Baldiris, Silvia; Santos, Olga C; Fabregat, Ramon; Boticario, Jesus G. Conditional IMS learning design generation using user modeling and planning techniques. IEEE. 2009. P 228-232. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/ICALT.2009.185>
- [10] IEEE, L.T.S.C.; IEEE Standard for learning object metadata, 2002. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>, Acesso em 20 Jul. 2015.
- [11] Keil-Slawik, Reinhard; Hampel, Thorsten; Ecmann, Bernd. Re-conceptualizing learning environments: A framework for pervasive eLearning. IEEE. 2005. P 322-326. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/PERCOMW.2005.66>
- [12] Krassmann, Aliane Loureiro; Falcade, Andressa; Silva, Luiz Evandro Garcia. Avaliação de Implementações de computação em Nuvem para Ambientes Educacionais: um Mapeamento Sistemático. In Novas Ideas em Informática Educativa. TISE 2014. pp 194-205.
- [13] Kitchenham, B.; Charters, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical Report EBSE-2007-01, Keele University, 2007
- [14] Leonidis, Asterios; Margetis, George; Antona, Margherita; Stephanidis, Constantine. ClassMATE: Enabling ambient intelligence in the classroom. In World Academy of Science, Engineering and Technology 42. 2010. Vol. 66, P. 594-597. ISSN= 2010376X
- [15] Lili, Su; Jiangjian, Ma; Yushun, Li; Cheng, M.X; Ronghuai, Huang. Semantic-oriented Ubiquitous Learning object model. IEEE. 2008. P. 1-6 DOI= [10.1109/UKRICIS.2008.4798967](http://dx.doi.org/10.1109/UKRICIS.2008.4798967)
- [16] Martinez-Maldonado, Roberto; Dimitriadis, Yannis; Clayphan, Andrew; Munoz-Cristobal, Juan A.; Prieto, Luis P.; Rodriguez-Triana, Maria Jesus; Kay, Judy. Integrating orchestration of ubiquitous and pervasive learning environments. ACM. 2013. P. 189-192. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/2541016.2541076>
- [17] Martins Ferreira, Jose Manuel. Flipped classrooms: From concept to reality using Google Apps. IEEE. P 204-208 2014. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/REV.2014.6784256>.
- [18] Meenakumari, J. Education and educational administration: A technological perspective. IEEE. P.836-840. 2008. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/ICCSIT.2008.165>
- [19] Mills, Leila A.; Knezek, Gerald; Khaddage, Ferial. Information Seeking, Information Sharing, and going mobile:

- Three bridges to informal learning. Elsevier, Vol. 32, P. 324-334. 2014. DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.08.008>.
- [20] Munoz Organero, Mario and Delgado Kloos, Carlos and Munoz Merino, Pedro. Personalized service-oriented E-learning environments. IEEE. Vol. 14, P. 62-67. 2010. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/MIC.2009.121>.
- [21] Nino, Cassia Pereira; Marques, Jader; Barbosa, Debora Nice Ferrari; Geyer, Claudio Fernando Resin; Barbosa, Jorge Luis Victoria; Augustin, Iara. Context-aware model in a ubiquitous learning environment. IEEE. 2007. P 182-186. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/PERCOMW.2007.30>
- [22] Oluwagbemi, Folakemi; Misra, Sanjay; Omoregbe, Nicholas. Pervasive computing in classroom environments and applications. IEEE. 2014. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/GSCIT.2014.6970123>
- [23] Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., e Mattsson, M. (2008) Systematic mapping studies in software engineering. In 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, 17, 1.
- [24] Ramirez-Gonzalez, Gustavo; Cordoba-Paladinez, Catalina; Sotelo-Torres, Omar; Palacios, Camilo; Munoz-Organero, Mario; Delgado-Kloos, Carlos. Pervasive learning activities for the LMS.LRN through Android mobile devices with NFC support. IEEE. 2012. P. 672-673. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/ICALT.2012.213>
- [25] Santaella, Lucia. Desafios da ubiquidade para a educação. Revista Ensino Superior Unicamp. 2013. Ed. 09.
- [26] Santos, Edméa; Weber, Aline. “Educação e cibercultura: aprendizagem ubíqua no currículo da disciplina didática”. DOI: 10.7213/dialogo.educ.7646
- [27] Santos, Núbia dos Santos Rosa Santana et al. “Ubiquidade e mobilidade de Objetos de Aprendizagem usando o papel como recurso”. Revista Novas Tecnologias na Educação. 2010.
- [28] Suo, Yue et al. Open smart classroom: Extensible and scalable learning system in smart space using web service technology. IEEE. Vol. 21, P. 814-828. 2009. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/TKDE.2008.117>.
- [29] Svensson, M; Pettersson, O. Making Use of User-Generated Content and Contextual Metadata Collected during Ubiquitous Learning Activities. IEEE. 2008. P 606-610 DOI= 10.1109/ICALT.2008.169
- [30] Taamallah, Aroua and Khemaja, Maha . Designing and eXperiencing Smart Objects Based Learning Scenarios: An Approach Combining IMS LD, XAPI and IoT. ACM. 2014. P 373-379. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/2669711.2669926>
- [31] Traxler, J. Current state of Mobile Learning. In: ALLY, M. (Org.). Mobile learning: transforming the delivery of education and training. Edmonton: Athabasca University, 2010.
- [32] Wang, Te-Hua; Chang, Hsuan-Pu; Sie, Yun-Long; Chan, Kun-Han; Tzou, Mon-Tin; Shih, Timothy K. Reading SCORM compliant multimedia courses using heterogeneous pervasive devices. ACM. 2011. P 806-807. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/1101149.1101325>
- [33] Wu, Stis et al. Identifying personalized context-aware knowledge structure for individual user in ubiquitous learning environment. IEEE. P 95-99. 2008. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/WMUTE.2008.21>.
- [34] Xinhao, Xu et al. ICT-based learning - More freedom, more side-effects? IEEE. P. 237-240. 2008. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/NGMAST.2008.4>