

Cataloguing of learning objects using social tagging

Anderson Roque do Amaral
Universidade Federal de São Carlos
Campus Sorocaba
Brasil
Email: anderson.amaral@ufscar.br

Luciana A. M. Zaina
Universidade Federal de São Carlos
Campus Sorocaba
Brasil
Email: lzaina@ufscar.br

José F. Rodrigues Jr.
Universidade de São Paulo
Campus São Paulo
Brasil
Email: junio@icmc.usp.br

Resumo—Social tagging has been recognized as an important solution to the description of resources available on the Web. In the context of e-learning it is presented as an auxiliary mechanism to the composition of learning object metadata. This article aims to present the results of a study on the state of the art of works related to social tagging and learning objects, promoting a discussion about the main elements related to the concepts.

Keywords—social tagging, folksonomy, learning objects.

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve uma proliferação de aplicações relacionadas à Web Social, que se caracteriza por relacionar pessoas e conhecimentos através da Web. A *Web Social* é consolidada principalmente pelo armazenamento e uso de conteúdos elaborados pelo próprio usuário e pelo desenvolvimento de interfaces ricas. Os ambientes de aprendizagem eletrônica tem buscado se adaptar às características desta geração de aplicações Web para se tornarem mais atrativos e aderentes aos estudantes [1].

Na *Web Social* a marcação permite que o usuário tenha liberdade para a criação de vocabulários que classificarão um determinado objeto. Esta liberdade deu origem ao termo folksonomia (*folks* - pessoas e taxonomia), que pode ser definido como um sistema de classificação criado pelas pessoas, onde não há regras pré-definidas para a criação [2]. A folksonomia é o processo de marcação social onde os usuários escolhem livremente palavras-chave (também chamadas *tags*) para identificar e descrever recursos. Essa técnica se apresentou como uma solução para a deficiência encontrada no processo tradicional de classificação e organização de recursos digitais.

Dentro do contexto da aprendizagem eletrônica (*e-Learning*), os sistemas de marcação (*tagging systems*) propiciam a indexação de recursos baseada nas marcações (*tags*) feitas pelo próprio usuário, que pode ser o docente ou o aluno. O processo de marcação representa uma ação de reflexão onde os alunos que rotulam os recursos, criam *tags* baseadas em suas próprias experiências ou baseadas no conteúdo dos próprios recursos [3]. Quando uma *tag* é associada a um recurso esta passa a descrevê-lo, podendo ser usada na recuperação do mesmo, de outros recursos e de *tags*[4].

Um objeto de aprendizagem pode ser definido como uma entidade a ser utilizada dentro do processo de ensino aprendizagem. Dentre outras coisas, citam-se vídeos, figuras, e/ou simuladores. Dentro do escopo da aprendizagem eletrônica o que se deseja é criar conteúdos em formato digital que possam

ser reutilizáveis em diferentes objetivos de aprendizagem, ou que possam ser empregados na construção de outros objetos de aprendizagem [5] [6]. Uma das formas de organizar os objetos de aprendizagem para que eles possam ser reutilizados e empregados sistemicamente é por meio do uso de metadados.

Considerando o potencial dos sistemas de marcação como forma de catalogar recursos, este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados de um estudo sistematizado sobre o estado da arte de trabalhos relacionados a marcação social e objetos de aprendizagem. A principal contribuição deste trabalho consiste na análise dos trabalhos selecionados sob a visão de 4(quatro) aspectos fundamentais que precisam ser considerados ao se projetar sistemas de marcação social voltado para a catalogação de objetos de aprendizagem e *e-learning*. São eles: (A) Visualização, (B) Recomendação, (C) Objetos de Aprendizagem e (D) Geração automática. Assim, realizou-se uma discussão sobre estes aspectos relevantes ao uso da marcação social, considerando os trabalhos apresentados. O restante do artigo está organizado da seguinte forma: a seção II apresenta a metodologia usada para condução da pesquisa e seleção dos trabalhos; a apresentação dos trabalhos relacionados é apresentada na seção III; a seção IV apresenta a análise dos resultados obtidos; e as considerações finais e trabalhos futuros são delineados na seção V.

II. METODOLOGIA DO TRABALHO

Para organizar e executar o estudo e identificar o estado da arte sobre o tema marcação social com foco em objetos de aprendizagem, foram realizadas três etapas: o planejamento; a execução e extração de artigos; e a sumarização, onde são analisados os trabalhos extraídos.

O planejamento foi motivado pelo fato de que novas perspectivas sobre as possibilidades de catalogação, indexação e busca de conteúdos para *e-Learning* na Web 2.0 tem emergido de diversas formas. Considerando este contexto de estudo delineou-se como objetivo do trabalho, investigar soluções existentes na área *e-Learning* que envolvam marcação social e objetos de aprendizagem, identificando inclusive potenciais áreas a serem exploradas. Para realizar a investigação foram selecionadas bases científicas: IEEEExplore[7], Google Scholar[8], Scopus[9], ACM Digital Library[10], Interscience[11], CiteSeerX[12], Periódicos Capes[13].

A fim de executar a busca nas fontes de pesquisa citadas, foram definidas como ponto central as palavras chave "*Folksonomy*", "*e-learning*" e "*Learning Objects*", sendo

estas procuradas nos títulos, resumos e palavras chaves dos trabalhos. Refinamentos foram realizados utilizando a palavra-chave secundária "social tagging". O termo "Folksonomy" foi escolhido por ser abrangente o suficiente permitindo que fossem encontrados um maior número possível de trabalhos dentro do tema. O termo *e-learning* foi acrescentado para buscar trabalhos que usassem marcação social sem ter o foco em objetos de aprendizagem. Isto porque, muitas vezes são apresentados experimentos com a marcação social sem abordar os recursos marcados como objetos de aprendizagem. As palavras chave também foram especificadas na língua portuguesa para a busca em fontes nacionais. Inicialmente, foram buscadas revisões sistemáticas sobre o tema, utilizando como palavras-chave as expressões "Review Framework Folksonomy" e "Review Folksonomy". Foram encontradas 5 revisões sistemáticas que foram incluídas nesse trabalho.

Os trabalhos que seriam incluídos no estudo deveriam: estar em inglês ou português; tratar da marcação social, folksonomia e objetos de aprendizagem; e tratar sobre técnicas e tecnologias aplicadas no contexto de *e-Learning*. Seriam excluídos artigos que não tratassem de temas relevantes a pesquisa e artigos que não possuem informações suficientes para analisar o seu contexto.

Com base no planejamento durante a execução 126 artigos foram encontrados. Dos 126 trabalhos encontrados após o refinamento da pesquisa, 94 foram excluídos por tratarem de temas não relevantes a pesquisa, como por exemplo semântica para fragmentação de vídeos, folksonomia para museus, e bibliotecas, ontologias com base em folksonomia, estruturas narrativas, modelagem de conceitos médicos, etc. Além dos critérios de exclusão definidos, também foi motivo para a não seleção, artigos que estavam sem acesso devido a problemas técnicos e artigos duplicados, ou seja que já haviam sido encontrados em outra base. Ao final do processo, foram selecionados 33 artigos, apresentados na Figura 1 por base em que foram encontrados.

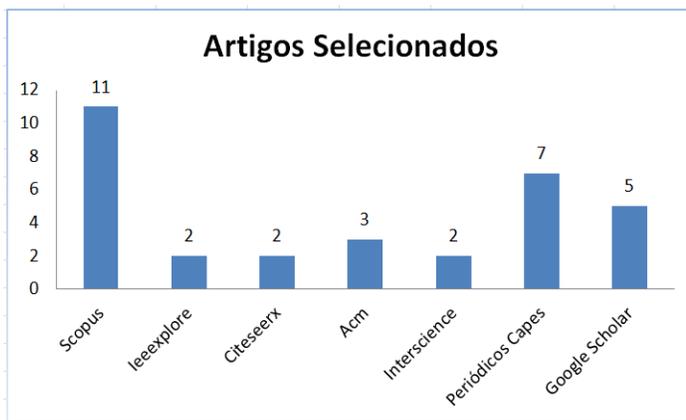


Figura 1. Bases pesquisadas

III. TRABALHOS SELECIONADOS

A partir dos 33 trabalhos extraídos, procurou-se analisá-los considerando as características: visualização de *tags*, recomendação de conteúdos ou *tags*, manipulação de objetos de aprendizagem e geração automática de *tags*. Para isto,

os trabalhos foram agrupados dentro destes tópicos, sendo que cada um pode enfatizar um ou mais de cada aspecto. A Tabela I, apresenta os artigos selecionados agrupados em 4 perspectivas descritas nas colunas: (A) Visualização de *tags*, (B) Recomendação de conteúdos e/ou *tags*, (C) Objetos de aprendizagem e (D) Geração automática de *tags*. As subseções seguintes descrevem os agrupamentos.

A. Visualização de *tags*

Num sistema de marcação social ou folksonomia, a visualização das *tags* é fundamental para apoiar a pesquisa, navegação e descoberta de informações por parte dos usuários. Estudos tem sido desenvolvidos para aprimorar as técnicas que permitem uma visualização do vocabulário e das relações entre as *tags*. Hsieh et al[17] propõe um modelo de sistema hierárquico para compartilhamento de recursos através de *tags*. Consideram a popularidade das *tags* dentro de uma *tag cloud* onde as *tags* são apresentadas na ordem alfabética e escritas com fontes maiores conforme a popularidade das mesmas. Executam um experimento para coletar *tags* através de um aplicativo. Medem a precisão do modelo proposto e apresentam resultados positivos quanto ao benefício que o modelo apresentado por eles melhora a pesquisa de conteúdos.

É essencial permitir aos usuários explorar e navegar sobre a estrutura de conhecimento do domínio, tanto durante a catalogação quanto na recuperação dos recursos de informação. Wanderson et al[43] apresentam uma análise das técnicas e ferramentas de visualização de conhecimento para amparar os usuários na escolha de termos apropriados na descrição de recursos de informação. Consideram a visualização adequada o primeiro passo para a catalogação, busca e reuso de recursos. Analisam o grau de visualização e navegação de algumas técnicas: Mapa Conceitual, Visualização Hiperbólica, Diagramas Hierárquicos, Herana Múltipla, etc. A partir deste estudo, desenvolvem um método de gerenciamento de conteúdos de um repositório.

Manish et al[15] apresentam uma revisão de trabalhos que exploram o conceito de visualização. Dentre as técnicas encontradas na literatura, destaca-se a nuvem de *tags*, onde as *tags* são apresentadas como um conjunto de palavras com tamanhos, cores ou fontes diferentes conforme o peso de cada uma, medido normalmente pela frequência de uso [2]. Outra técnica é a visualização da evolução das *tags* onde as *tags* são apresentadas numa linha do tempo através de uma animação que permite ao usuário interagir com a apresentação e selecionar *tags* relacionadas a um ponto do tempo a partir de um controle que permite detalhar ou resumir os resultados. Também são apresentados algoritmos e ferramentas que extraem as palavras mais significativas de um documento apresentando os termos como *tags* de forma hierárquica. Assim através de um mecanismo de navegação, o usuário pode explorar a dependência entre os termos.

Além da visualização de *tags*, sistemas como o GroupMe! [44], possibilitam visualização de objetos pelo tipo de mídia associado por grupos formados através de interesses comuns. Ou seja, fotos são apresentadas em miniatura, vídeos e áudios podem ser tocados por determinado grupo de usuários com mesmos interesses. Os grupos são formados a partir de inscrições feitas pelo próprio usuário, sendo que estes passam a

Tabela I. TRABALHOS SELECIONADOS

Artigos	A	B	C	D	Artigos	A	B	C	D
Dahl e Vossen et al[2]	X		X	X	Conole e Culver[14]	X			
Bateman et al[3]			X	X	Manish et al[15]	X	X		X
Benz et al[4]		X		X	Milicevic et al[16]	X	X		X
Wentai et al[17]	X	X		X	Cho et al[18]		X	X	
Garcia et al[19]			X	X	Wu[20]	X	X		
Doina et al[21]			X	X	Teixeira[22]	X			
Sierra e Valmayor[23]	X	X		X	Shih et al[24]	X			X
Monge et al[25]		X	X		Garcia et al[26]		X		X
Dahl e Vossen[27]			X	X	Wong et al[28]			X	X
Wen Chung et al[29]		X	X	X	Korner e Kern[30]		X		
Coelho et al[31]	X	X	X		Assis e Moura[32]				X
Hsie et al[33]		X		X	Ribeiro et al[34]	X	X	X	
Trant[35]	X			X	Jelassi et al[36]		X		
Golder e Huberman[37]		X		X	Zervas e Sampson[38]			X	
Lops et al[39]		X		X	Anand et al[40]		X		
Sinclair et al[41]	X	X			Zamora et al[42]		X		
Rigo et al[43]	X		X		Total	14	18	13	18

ser notificados sobre modificações que ocorrem no grupo [16]. Existem dois tipos de folksonomia. A folksonomia estreita (*narrow folksonoy*), onde o primeiro a atribuir uma *tag* ao objeto é o próprio criador do objeto e que impõe alguns limites, como por exemplo: um objeto não pode receber a mesma *tag* mais de uma vez, e a folksonomia larga (*broad folksonomy*), onde existe total liberdade de marcação para cada objeto. Sendo assim, a quantidade de *tags* para um mesmo objeto, na folksonomia estreita é bem menor. Nota-se que na folksonomia estreita as *tags* tem mais relação com os objetos de aprendizagem, enquanto que na folksonomia larga, as *tags* tem mais relação com os usuários [16]. Sendo assim, a técnica de visualização para uma folksonomia precisa levar em conta o tipo a ser representado.

Alguns estudos que analisam a utilidade das nuvens de *tags* na representação de folksonomias. Sinclair et al[41] afirmam que na essência, uma nuvem de *tags* traduz o vocabulário emergente de uma folksonomia em uma ferramenta de navegação social. Para explorar os benefícios e as limitações das nuvens de *tags*, conduzem um experimento. A partir de questões apresentadas aos alunos sob um determinado tema, estes deveriam encontrar as respostas a partir de uma nuvem de *tags*. Ao avaliarem os resultados, os autores concluíram que uma nuvem de *tags* é útil para a busca e descoberta de informação, pois os termos associados aos elementos provêm um resumo do conteúdo armazenado permitindo que os estudantes tenham um menor esforço cognitivo de entedimento sobre o termo.

Uma revisão das técnicas de visualização de *tags* é apresentada por Zamora et al[42]. Destacam as razões pelas quais a marcação social tem potencial para ser aplicada em sistemas de *e-Learning*. Dentre elas, frisam que a marcação colaborativa pode enriquecer ainda mais as interações entre

professores e alunos em torno dos objetos de aprendizagem. Por ser a marcação uma atividade de natureza reflexiva, ela pode dar aos alunos oportunidade de conceber novas idéias através da visualização das *tags* e sugestões de outros alunos. Afirmam também que a Engenharia e Tecnologia da Educação podem se beneficiar pelo fato da Web conter valiosos materiais educativos de várias disciplinas. O aspecto visual é importante condutor do aluno na atividade de marcação de objetos. Tal aspecto permite que o aluno possa identificar outros objetos ou mesmo outras *tags*, facilitando a marcação dos objetos. Das técnicas de visualização encontradas na literatura são apresentadas: nuvem de *tags*; grupos de nuvem de *tags*; Elastic Tags Maps e 6Pli Interface. Um algoritmo de agrupamento de *tags* é proposto com o objetivo de criar uma rede de relacionamentos em uma folksonomia através da qual os usuários podem navegar por grupos de *tags* co-ocorrentes. Uma interface flexível é desenvolvida onde o usuário pode livremente mover e rearranjar as *tags* dentro das nuvens. As figuras 2, 3 e 4 ilustram respectivamente as técnicas de visualização acima citadas.

Por trás de cada técnica está um conceito e algoritmos que possibilitam sua implementação. A técnica *Elastic Tag Maps*, visualiza os relacionamentos emergentes entre *tags*. O algoritmo coloca as *tags* que frequentemente são utilizadas juntas num mesmo plano 2D. Durante o efeito *rollover*, *tags* que tendem a co-ocorrer com a *tag* selecionada, são trazidas para frente. Clicando em uma *tag*, é possível verificar o contexto semântico da mesma.

6PLi é uma ferramenta de visualização desenvolvida para ser usada com o *del.icio.us*[45]. Os usuários podem navegar através de suas próprias *tags* numa rede interativa que emprega diferentes métodos de imagem 2D, 3D e círculos. É possível escolher o tipo de relação entre *tags* e os recursos



Figura 2. Técnica Elastic Tag Maps



Figura 3. Técnica Nuven de Tags(Tag cloud)

são listados na parte direita da interface.

B. Recomendação de tags

A marcação social permite que os usuários contribuam com tags de sua escolha e segundo os próprios interesses, sendo estes meios válidos para apoiar sistemas de recomendação. Com esse argumento, Lops et al[39], apresentam um sistema de recomendação baseado em folksonomia. O FIRSt (Folksonomy-based Item Recommender System) que utiliza

uma estratégia integrada de técnicas e algoritmos de aprendizado de máquina para inferir interesses a partir das tags informadas pelo próprio usuário.

A filtragem colaborativa é a técnica que tem sido mais adotada em sistemas de recomendação de tags. Baseia-se em filtrar informação baseada não só no conteúdo da informação, mas também na avaliação das pessoas. Além dessa técnica, outros algoritmos tem sido aplicados na recomendação de tags [16]. O PLSA é um algoritmo de recomendação baseado em probabilidade proposto por Hofmann[46] e que recebeu várias extensões com o decorrer do tempo. Pode ser aplicado para o processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina, tendo como principal característica a análise semântica da co-ocorrências de dados. O FolkRank adota um modelo de grafos não direcionados onde os nós são as tags e as arestas são as relações entre as tags. As relações entre as tags (arestas) recebem pesos de acordo com a frequência de associações de recursos à tags feita pelos usuários. Algoritmos de recomendação baseados em tensor de fatoração geram suas recomendações de acordo com um rank de pontuação calculado a partir da estrutura de dados da folksonomia. Permite a exploração semântica do vocabulário formado, por correlação de usuários, tags e recursos. O método de recomendação Naive baseia-se na frequência de utilização das tags. Considera-se que quanto mais vezes uma determinada tag é utilizada, maior é o interesse do usuário no tópico correspondente. Esse método é simples e rápido, porém apresenta alguns inconvenientes quanto ao perfil resultante que apresenta tags desvinculadas.

Um algoritmo de agrupamento chamado WebDCC(Web Document Conceptual Clustering) também é apresentado como solução para a tarefa de recomendação. Nessa proposta, o perfil do usuário é definido pela experiência coletada dos resultados de agrupamentos. Outros estudos apresentam também técnicas de recomendação de tags, com diferentes abordagens. Como exemplos podem ser citadas: usando a qualidade avaliada pela combinação da frequência das tags para um objeto e pela quantidade de objetos marcados pela mesma tag; determinando a co-ocorrência de tags cujo algoritmos consideram a frequência, a similaridade, técnicas de classificação, promoção e agregação de tags (através das quais é possível verificar se o nível de aceitação dos usuários para tags sugeridos é alto ou baixo); usando informações mútuas de documentos, palavras e tags através de algoritmos de agrupamento com estratégias de aproximação e grafos bipartidos e com algoritmos de classificação; utilizando características de objetos onde as tags são extraídas inicialmente a partir de características dos próprios objetos [15].

Monge et al[25] propõe dois sistemas de recomendação para um repositório digital. Um interno, onde os próprios criadores dos metadados fornecem informações sobre os conteúdos para que a partir daí possam ser recomendados, e um externo, onde a recomendação passa a ser feita a partir da utilização, marcação e comentários dos próprios usuários.

Ribeiro et al[34], apresentam um sistema para recomendação de Objetos de Aprendizagem aos alunos do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle, baseado no conjunto das hashtags atribuídas nas postagens dos fóruns, fazendo uso do esquema da frequência de ocorrência do termo no documento e do inverso da frequência do termo entre documentos da coleção. Nessa proposta, os

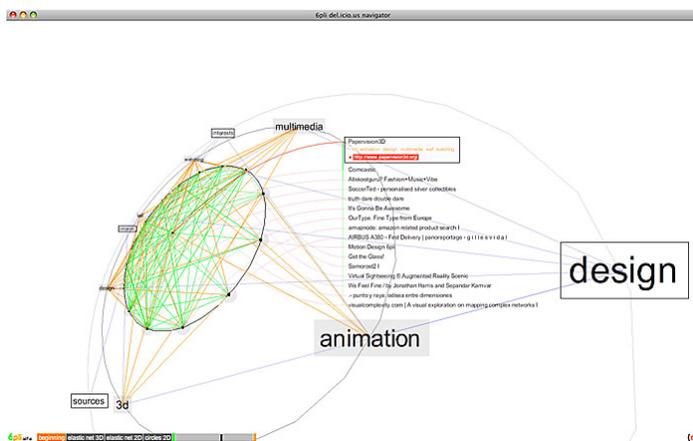


Figura 4. Técnica de visualização 6PLI

autores utilizam a abordagem de Classificar as *hashtags* calculando o peso e a pontuação de cada uma para a partir daí filtrarem OA's que contenham algum texto para a indexação. Desenvolvem uma extensão para o *Moodle* que tem código aberto. Concluem após um experimento que a recomendação de OA's dentro de um AVA, contribui com o processo de ensino-aprendizagem, melhorando a pesquisa e diminuindo a dispersão dos alunos na busca de conteúdos relevantes a um curso EaD (Ensino a Distância) específico.

Recentemente, cresceu o número de estudos que enfatizam a preocupação com o perfil do usuário para recomendações de conteúdos, *tags* e sugestão de amigos mais adequadas. Jelassi et al[36], propõe um algoritmo de recomendação que a partir do perfil do usuário numa folksonomia, procura sugerir conteúdos, *tags* e amigos mais personalizados. Para isso utilizam o conceito quadrático, que representa a personomia como um conjunto de quatro dimensões: $QC = (U, T, R, P)$, onde U é o conjunto de usuários, T o conjunto de *tags*, R o conjunto de recursos e P o conjunto de perfis calculado com técnicas de agrupamento e alguns dados coletados previamente. Após testar o algoritmo na base de dados do site de compartilhamento de filmes MovieLens[47], concluem que o conceito quadrático proposto, é um caminho eficaz para que sistemas de recomendação baseados em folksonomia, ofereçam recomendações personalizadas de recursos *tags* e usuários em qualquer contexto.

A mesma abordagem de recomendação personalizada é seguida por Anand et al[40] que propõe um método de recomendação de filmes baseada na teoria dos conjuntos *fuzzy* a partir da folksonomia gerada pela atividade de marcação colaborativa dos usuários. Assim a técnica proposta para fazer a recomendação, combina o conjunto de preferências dos usuários, informações do conteúdo e o conjunto de *tags* num único perfil para melhorar a recomendação. Aplicando o algoritmo proposto no escopo de filmes, utilizam as *tags* dos usuário para gerar a classificação de um filme específico em vários gêneros e não apenas ao gênero indicado por um especialista. O método *fuzzy* de recomendação se apresentou eficaz, comparado com outras abordagens de sistemas de recomendação.

A tabela II resume alguns algoritmos de recomendação encontrados na literatura.

C. Objetos de aprendizagem

Um modelo colaborativo de construção de repositório de objetos de aprendizagem é proposto por Monge et al[25]. Os autores defendem a a idéia de que cada vez mais conteúdos educacionais, precisam estar disponíveis de forma aberta e multidisciplinar. Consideram a marcação social uma técnica que acrescenta uma rica semântica aos conteúdos e ajudam a dinâmica social dos repositórios de aprendizagem. Argumentam que dessa forma, professores, alunos e institutos de pesquisa, podem estruturar uma grande rede de conhecimento.

Sierra e Valmayor[23], descrevem uma abordagem de marcação de objetos de aprendizagem para a criação e extensão de metadados, propondo que no momento da criação do objeto de aprendizagem, o criador já defina o esquema do metadado, especificando um identificador da categoria, nome, modificadores e valores. Dahl e Vossen[27] dissertam sobre

os caminhos para a criação de metadados para objetos de aprendizagem e argumentam que a geração de metadados pode ser automática, a partir de características dos próprios objetos, seu contexto de uso, tornando a marcação dos objetos semi-automática e humana através de atividades de marcação social.

Shih e Tseng[29] apresentam o SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) que é um conjunto de padrões para estruturação de objetos de aprendizagem e propõe um algoritmo de criação de índices baseado em folksonomia para a recuperação de objetos do SCORM. O algoritmo proposto utiliza uma função de similaridade para agrupar e classificar as *tags*.

VITAE [50] é uma ferramenta para recuperação de objetos de aprendizagem, que adota características de marcação social através do uso de *tags* proposta por Coelho[31]. A ferramenta implementa a recuperação de objetos de aprendizagem através de filtros realizados a partir das *tags* vinculadas aos objetos.

Cho et al[18] realizam um experimento e propõe uma plataforma de marcação social que auxilia os usuários a organizar, gerenciar e recuperar objetos de aprendizagem. Implementam um sistema de marcação sobre um repositório de 4000 recursos de aprendizagem e verificam como os objetos podem ser melhor descritos e pesquisados dessa abordagem.

Teixeira et al[22] apresentam um estudo que busca prover um processo de indexação e organização de objetos de aprendizagem (OA's) para uso posterior em cenários pedagógicos virtuais a partir da integração das tecnologias de folksonomia e taxonomia.

Shih e Tseng[24] propõe dois algoritmos para construção e manutenção de índice para objetos de aprendizagem baseado em folksonomia. O objetivo principal é auxiliar tutores voluntários que não são profissionais da educação a orientarem alunos, localizando de forma adequada recursos alternativos para serem recomendados a fim de favorecer a aprendizagem. Na abordagem apresentada por eles, folksonomias são mescladas conforme o nível de similaridade entre as *tags*. O mecanismo de manutenção do índice é disparado automaticamente sempre que o vocabulário da folksonomia principal se torna muito grande, limite este que é configurado por parâmetros. Após a condução de dois experimentos com tutoramento em lições de matemática, analisam junto a tutores e alunos a impressão que tiveram ao utilizar o sistema. Concluem que índices baseados em folksonomia, propiciam maior precisão semântica na busca de recursos e podem ser aplicados para auxiliar tutores a encontrar mais rapidamente alternativas de ensino dentro de um repositório de recursos e orientar alunos que possuem dificuldade de aprendizado em determinado assunto.

Um algoritmo de classificação *multi-label*(CML) é proposto por López et al[28]. O objetivo dessa abordagem é mapear OA's dentro do padrão LOM (*Learning Object Metadata*) em tipos de consultas, para melhorar a primeira escolha do aluno ou professor. O algoritmo de classificação *multi-label* foi testado utilizando apenas os dados dos OA's e também combinando os metadados com as *tags* fornecidas pelos próprios usuários. Esse algoritmo pode ser aplicado para a organização OA's de diferentes repositórios. Após experimentos, é constatado a partir dos resultados que com a classificação *multi-label*, é possível criar classes e sub-classes de *tags*, o que permite

Tabela II. ALGORITMOS DE RECOMENDAÇÃO

Algoritmo	Autores
PLSA	Hofmann (1999)[46],Cohn and Hofmann (2000)[48], Wetzker(2009)[49],Jin(2004),Arenas-García(2007)[19],(Gui-Rong(2008),Hotho(2006)[4]
Extensão com Tags	Tso-Sutter KHL (2008)
GroupMe	Hotho(2006)[4],Abel(2007),
FolkRank Algorithm	Brin and Page(1998),Kleinberg(1999),Xi(2004),Hotho(2006)
Tensor de Fatorização	Symeonidis(2008),Rendle(2009)
Methods for tag-based profile construction with a vector of weighted tags	Noll e Meinel(2007),Diederich e Iofciu(2006),Stoyanovich(2008) Yeung(2008),(Szomszor et al. 2007)
Naive	Michlmayr(2007),Szomszor(2007),Dorigo e Caro (1999)
WebDCC	(Godoy e Amandi(2006),Michalski e Stepp (1983),Thompson e Langley (1991).
Conceito Quadrático	(Jelassi et al(2012).

uma organização hierárquica dos OA's. Comparado com outros métodos de classificação a CML, mostrou-se superior quanto a precisão, tanto na classificação de recursos de texto como também na classificação de OA's, estruturados no padrão *LOM*.

Zervas e Sampson[38] desenvolvem um trabalho, no qual investigam a idéia de que os metadados de recursos educacionais (OA's) fornecidos pelos próprios criadores desses recursos, podem ser ampliados através da marcação social. Consideram que isso é diretamente influenciado pela motivação que os usuários tem para a marcação. Assim propõe uma metodologia para avaliar a motivação dos usuários e comparar a qualidade de marcação de cada grupo. Para seus experimentos, utilizam um repositório de objetos de aprendizagem existente chamado OpenScienceResources Repository[51]. A análise para determinar a característica dos usuários é baseada na classificação de Korner[30]. Nesta classificação os usuários são identificados como catalizadores ou descritores quanto a motivação. Assim após os experimentos e efetuar comparações, concluem que usuários descritores, contribuem mais para a ampliação do vocabulário formal dos metadados, por produzirem *tags* mais voltadas a descrição dos recursos. Enquanto que a característica dos categorizadores é fornecer *tags* mais apropriadas para favorecer a navegação entre vários recursos de aprendizagem.

D. Geração automática de tags

A fim de descrever, compreender e analisar *tags* e sistemas de marcação, foram propostos vários modelos de geração de *tags*. Estes modelos estudam vários fatores que influenciam a geração de uma *tag*, tais como as marcações anteriores sugeridas por outros, o conhecimento dos usuários, o conteúdo dos recursos e a influência da comunidade. Dentre os modelos de geração de *tags* encontrados na literatura, pode-se citar o processo de Urna Polia. Esse modelo, utiliza uma técnica de simulação para capturar *tags* atribuídas anteriormente que são mais suscetíveis a serem novamente selecionadas [15]. A idéia básica da simulação é colocar *tags* similares juntas num mesmo local de armazenamento (urna). Em cada passo da simulação, as *tags* selecionadas são reorganizadas, até ocorrer uma estabilização do vocabulário.

O modelo de Yule-Simon, é uma extensão do modelo Urna Polia e tem como característica, "inventar" novas *tags* para adicioná-las numa corrente de baixa probabilidade. Assim, em cada passo da simulação, verifica-se qual das *tags* já existentes na "Urna" tem maior probabilidade de vir a ser atribuída a um objeto que nunca foi marcado por ela. Após isso, cada *tag* vai recebendo um grau maior de probabilidade, conforme a

frequência de ocorrência da mesma [15]. Outro modelo é o baseado no valor da informação que seleciona *tags* de acordo com o valor da informação que está atribuída a um recurso. O sistema atribui o valor 1 para uma *tag* se ela identifica diretamente um recurso e valor 0 (zero) se conduz a qualquer ou a muitos recursos. Esse modelo é uma extensão do modelo "Urna Polia", e aplica probabilidade para prever marcações [15].

Muitos artigos utilizam como exemplo o sistema *Bibsonomy*[52] que incorpora técnicas chamadas *scraping* para automaticamente extrair informações a partir da página *web* que o usuário está visitando para facilitar ainda mais o processo de atribuição de *tags*. Para implementar essa técnica, o *Bibsonomy* utiliza agentes capazes de coletar informações de páginas *web*. Essas informações coletadas ficam catalogadas dentro do sistema. Assim, é possível a criação de uma biblioteca de referências que apontam para os conteúdos anotados pelos usuários [4].

Uma das maneiras de recomendar *tags* é através da identificação de padrões de comportamento na atividade de marcação proposta por Golder e Huberman[37]. Nesse trabalho, são analisadas várias atividades de usuários dentro de um sistema de marcação social, e o que se pode observar é que após um período de atividade de marcação, padrões estáveis emergem, e podem ser aplicados para descrever e organizar recursos pessoais e compartilhados.

Doina et al[21] propõe um o sistema chamado SOAF (Semântica dos Objetos de Aprendizagem Baseada em Folksonomia). Esse sistema tem uma arquitetura que combina técnicas automáticas de extração de informações com tecnologias de marcação colaborativa.

Wu e Bo[20] sugerem diferentes algoritmos para formar uma rede de folksonomias. Com essa proposta, acreditam melhorar significativamente a semântica entre as *tags* com a possibilidade de aplicar até mesmo processamento de linguagens naturais e conferindo maior flexibilidade aos sistemas baseados em *tags*.

Além dos modelos de geração automática de *tags*, muitos autores se dedicaram a estudar os fatores que influenciam cada usuário no momento da marcação. A intenção de recuperação futura de objetos, a contribuição e compartilhamento e expressão de opinião pessoal, são exemplos das motivações dos usuários durante a atividade de marcação [2].

Garcia et al[26] apresentam uma revisão sobre as técnicas mais relevantes que objetivam descobrir e associar semântica

(significado) às *tags* em folksonomias. Verificam na literatura científica, três tipos de abordagem utilizadas pelos vários autores: técnicas que utilizam clusterização; técnicas que utilizam ontologias; e técnicas híbridas que combinam as duas abordagens anteriores. Para poder comparar e avaliar as vantagens e desvantagens de cada abordagem estudada, os autores propõe um processo unificado de análise composto pelos conceitos de: seleção e limpeza dos dados; identificação do contexto; desambiguação e identificação da semântica. Listam então vários trabalhos, analisando cada um desses pontos em cada abordagem. 12 trabalhos são detalhados e classificados quanto aos tipos de técnicas de co-ocorrências utilizados. Após essas discussões, os autores apresentam um conjunto de recomendações para melhorar cada abordagem de acordo com o objetivo da aplicação dessas técnicas, propondo também a combinação dos pontos fortes de cada trabalho.

Assis e Moura[32] estudam as folksonomias enquanto redes de significados compartilhados por redes sociais. Optam por uma análise qualitativa baseada em semiótica onde consideram as *tags* como signos que são estabelecidos a partir de acordos interpretativos por parte dos usuários de uma comunidade virtual mediante a descrição e validação dos conteúdos. Enfatizam então os laços que surgem desta interatividade considerando como folksonomias podem enriquecer as linguagens formais e vice-versa, ou seja, como as linguagens formais representadas por metadatos, tesouros e ontologias podem contribuir para equilibrar o caos aparente das folksonomias. Ressaltam também a flexibilidade das folksonomias, cujo vocabulário em torno de um conteúdo pode se estabilizar devido a alta frequência de utilização de algumas *tags* por parte de grupos de usuários, e onde a renovação da linguagem pode ser atualizada com o passar do tempo pelo surgimento de novos termos e conceitos inseridos por outros usuários. Após analisarem as ferramentas *Delicious*, *Diigo* e *Stumble Upon*, e investigarem os usuários participantes dessas redes sociais, concluem que a observação dessas dinâmicas de compartilhamento pode contribuir para a ampliação das metodologias de organização intelectual da informação, pois geram extensões da memória e da cultura dos usuários.

IV. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir do estudo realizado observou-se que embora o potencial da marcação social seja ressaltado não foram encontrados trabalhos que abordem todas as perspectivas apresentadas na seção anterior em conjunto. Através da Tabela I observa-se que todos os estudos abordam ao menos um dos aspectos. Porém, dos 33 estudos, apenas 9 fazem referência a 3 dos aspectos analisados e nenhum chega a abordar os 4 aspectos conjuntamente.

Das revisões sistemáticas encontradas, a apresentada por Gupta et al[15] não aborda o aspecto da visualização de *tags*. Acredita-se que tal aspecto é importante condutor do aluno na atividade de marcação de objetos de aprendizagem. O aspecto visual permite que o aluno possa identificar outros objetos ou mesmo outras *tags*, facilitando a marcação dos objetos. A visualização das *tags* é abordada por Conole e Culver[14] através da proposta do site Cloudworks [53]. Já a revisão de Milicevic et al[16], não faz referência ao uso de objetos de aprendizagem. Outra revisão, de Dahl e Vossen[2] que destacam a evolução das folksonomias em ambientes de

aprendizagem, não abordam a questão da recomendação de objetos de aprendizagem e de *tags*.

Dos trabalhos que abordam o conceito da atividade de marcação, muitos exploram a geração automática de *tags* a partir dos dados descritores do objeto de aprendizagem catalogado. Uma proposta nessa direção é apresentada por Sierra e Valmayor[23] que apontam a criação automática e exploração de metadados para objetos de aprendizagem como um caminho para melhorar a precisão e a qualidade do acesso aos conteúdos. Doina et al[21] também propõe a utilização de metadados, gerados a partir de uma indexação semântica de objetos de aprendizagem baseada em folksonomia, combinando técnicas automáticas de extração de informações com tecnologias de marcação colaborativa. Com isso, acreditam garantir a reusabilidade dos objetos de aprendizagem em outros contextos de aprendizagem. Pode-se observar nesse estudo a grande tendência em se buscar técnicas e algoritmos que favoreçam a recomendação personalizada de conteúdos, *tags* além de usuários para formação de grupos, em qualquer contexto.

V. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O crescimento da *Web Social*, caracterizada principalmente pelo armazenamento e uso de conteúdos elaborados pelo próprio usuário, tem motivado o desenvolvimento de ambientes que incorporem os princípios que permitam ao usuários fazer parte do processo construtor de informações. Dentro da área de *e-learning* esta demanda não é diferente. A marcação social (*social tagging*) é um dos princípios que permite que o aluno tenha liberdade na criação de vocabulários que classificarão e descreverão um determinado recurso de aprendizagem.

Conforme os trabalhos relacionados nessa revisão sistemática, observou-se que os estudos sobre marcação social tem sido explorados por muitos autores nos últimos anos, apresentando abordagens diversificadas, e colocando em destaque a importância dessa forma de organizar e indexar a informação. Observou-se através do estudo realizado por este artigo que as perspectivas de visualização, geração e recomendação de *tags* são pouco exploradas conjuntamente. Combinar as diversas tecnologias de marcação social relacionadas nesse trabalho com o objetivo de favorecer a catalogação, indexação, navegação e recomendação dos diversos tipos de recursos de aprendizagem de forma a facilitar todo o processo de ensino-aprendizagem, certamente é uma área que pode ser mais explorada.

A partir deste estudo, é possível delinear alguns trabalhos futuros. Aplicações que favoreçam a catalogação de objetos de aprendizagem através da marcação social podem ser desenvolvidas combinando tecnologias que implementem os 4 aspectos apresentados nessa revisão. Essas aplicações servirão de suporte para experimentações onde seja possível analisar o processo de catalogação de objetos de aprendizagem em vários setores da educação. Alunos e professores de escolas de ensino fundamental, ensino médio, escolas técnicas e universidades, terão comportamentos diferentes diante da marcação social. Sendo assim, os algoritmos de recomendação e técnicas de visualização apresentadas nesse trabalho podem receber adaptações que levem em consideração o perfil dos usuários e o domínio em que a catalogação por folksonomia será aplicado.

Com isso, pode-se caminhar para uma melhor visão de como e do quanto pode ser eficaz a aplicação da marcação social para a catalogação de objetos de aprendizagem.

Assim acredita-se que com esse estudo pode-se ter uma ampla visão sobre o estado da arte a respeito dos conceitos e técnicas envolvidos na marcação social e que são fundamentais para a aplicação adequada na área de *e-Learning*.

REFERÊNCIAS

- [1] V. Glavinic and A. Granic, "Hci research for e-learning: Adaptability and adaptivity to support better user interaction," in *In: HCI and Usability for Education and Work. LNCS 5298*, 2008, pp. 359–376.
- [2] D. Dahl and G. Vossen, "Evolution of learning folksonomies: social tagging in e-learning repositories," *International Journal of Technology Enhanced Learning*, vol. 1, pp. 35–46, 2008.
- [3] S. Bateman, C. Brooks, and G. McCalla, "Applying collaborative tagging to e-learning," in *In Proc. of ACM WWW*, 2007.
- [4] D. Benz, A. Hotho, R. J. B. Krause, F. Mitzlaff, C. Schmitz, and G. Stumme, "The social bookmark and publication management system bibsonomy," *VLDB Journal v. 19, Issue 6, 2010, Pages 849-875*, 2010.
- [5] IEEELOM, "Draft standard for learning object metadata," Ago 2002. [Online]. Available: <http://ltsi.ieee.org/wg12/index.html>
- [6] R. McGreal, "Learning objects: A practical definition." *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, vol. 1, no. 9, 2004.
- [7] IEEE.org, "Ieeexplore digital library," Ago 2012. [Online]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org>
- [8] G. Inc., "Google scholar," Out 2013. [Online]. Available: <http://scholar.google.com.br/>
- [9] Elsevier, "Sciverse scopus," Fev 2014. [Online]. Available: <http://www.scopus.com/home.url>
- [10] A. for Computing Machinery, "Acm digital library," Abr 2013. [Online]. Available: <http://dl.acm.org>
- [11] I. P. academic journals, "Interscience," Nov 2012. [Online]. Available: <http://inderscience.metapress.com>
- [12] C. of Information Sciences and Technology, "Citeseerx," Fev 2013. [Online]. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu>
- [13] C. de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, "Capes," Ago 2013. [Online]. Available: <http://www.periodicos.capes.gov.br>
- [14] G. Conole and J. Culver, "The design of cloudworks: Applying social networking practice to foster the exchange of learning and teaching ideas and designs," *Computers and Education*, v. 54 (3) —, pp. 679–692., 2010.
- [15] M. Gupta, R. Li, Z. Yin, and J. Han, "Survey on social tagging techniques," *Newsletter ACM SIGKDD Explorations v. 12 Issue 1, June 2010 p. 58-72*, 2010.
- [16] A. Milicevic, A. Nanopoulos, and M. Ivanovic, "Social tagging in recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions," *Artificial Intelligence Review*, 2010.
- [17] W.-T. Hsieh, W.-S. Lai, and S. T. Chou, "Current developments in technology-assisted education. a collaborative tagging system for learning resources sharing," *Technological Science Education, Collaborative Learning, Knowledge Management pp. 733-1504*, 2006.
- [18] C. W. Cho, T. K. Yeh, S. W. Cheng, and C. Y. Chang, "A social tagging system for online learning objects," *Advanced Science Letters v. 4, Issue 11-12, November 2011, Pages 3362-3365*, 2011.
- [19] G. Peñalvo, F. J., E. Morales, and A. Barrón, "Learning objects for e-activities in social web," *WSEAS Transactions on Systems*, 2007.
- [20] C. Wu and Z. Bo, "Tags are related: Measurement of semantic relatedness based on folksonomy network," *Computing and Informatics v. 30, Issue 1, 2011, p. 165-188*, 2011.
- [21] D. A. Cernea, E. D. Moral, and J. E. L. Gayo, "Soaf: semantic indexing system based on collaborative tagging," *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects, Annual, 2008*, 2008.
- [22] J. S. F. Teixeira, E. J. V. Sá, and e C. T. Fernandes, "Uma proposta para indexação semântica de objetos de aprendizagem," *Paper - lacl 2011*, 2011.
- [23] J. L. Sierra and A. F. Valmayor, "Tagging learning objects with evolving metadata schemas," *Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2008; Santander, Spain*, 2008.
- [24] W. Shih and S. Tseng, "Folksonomy-based indexing for retrieving tutoring resources," in *2012 Seventh IEEE International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education*, 2012, pp. 97–101.
- [25] S. Monge, R. Ovelar, and I. Azpeitia, "Repository 2.0: Social dynamics to support community building in learning object repositories," in *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects v. 4, I. S. Institute, Ed. Informing Science Institute*, 2008, p. 191.
- [26] A. Garcia-Silva, O. Corchol, H. Alani, and A. Gomez-Perez, "Review of the state of the art:discovering and associating semantics to tags in folksonomies," *The Knowledge Engineering Review*, vol. 27, no. 1, pp. 57–85, 2012.
- [27] D. Dahl and G. Vossen, "Learning object metadata generation in the web 2.0 era," *International Journal of Information and Communication Technology Education, July-Sept, 2008, Vol.4(3), p.1(10)*, 2008.
- [28] V. F. López, F. la Prieta, and D. D. W. M. Ogiara, "A model for multi-label classification and ranking of learning objects," *Expert Systems with Applications*, vol. 39, no. 10, p. 8878?8884, 2012.
- [29] W.-C. Shih and S.-S. Tseng, "Folksonomy-based indexing for location-aware retrieval of learning contents," *5th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education, WMUTE 2008, Beijing, China*, 2008.
- [30] M. Strohmaier, C. Korner, and R. Kern, "Understanding why users tag - a survey of tagging motivation literature and results," *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, vol. 17, pp. 1–11, 2012.
- [31] G. O. Coelho, "Recuperação de objetos de aprendizagem baseada na web 2.0," *ETD - Educação Temática Digital v. 14 n. 2 (2012)*, 2009.
- [32] J. Assis and M. A. Moura, "Folksonomia: a linguagem das tags folksonomy: the language of the tags," *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, v. 18, vol. 18, pp. 85–106, 2013.
- [33] W.-T. Hsieh, J. Stu, Y.-L. Chen, and S.-C. T. Chou, "A collaborative desktop tagging system for group knowledge management based on concept space," *Expert Systems with Applications v. 36, Issue 5, July 2009, p. 9513-9523*, 2009.
- [34] F. A. A. Ribeiro, L. C. C. Fonseca, and M. S. Freitas, "Recomendando objetos de aprendizagem a partir das hashtags postadas no moodle," in *XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2013)*, 2013, pp. 82–91.
- [35] J. Trant, "Studying social tagging and folksonomy: A review and framework." *Journal of Digital Information Vol.10(1)*, 2009.
- [36] M. N. Jelassi and E. M. N. S. B. Yahia, "A personalized recommender system based on users' information in folksonomies," in *Proceedings of the 22nd international conference on World Wide Web companion*, 2013, pp. 1215–1224.
- [37] S. A. Golder and B. A. Huberman, "Usage patterns of collaborative tagging systems," *Journal of Information Science v. 32, n. 2 P. 198-208*, 2009.
- [38] P. Zervas and D. G. Sampson, "The effect of users' tagging motivation on the enlargement of digital educational resources metadata," *Computers in Human Behavior*, vol. 32, pp. 292–300, 2014.
- [39] P. Lops, M. D. Gemmis, G. Semeraro, C. Musto, F. Narducci, and M. Bux, "A semantic content-based recommender system integrating folksonomies for personalized access," *Studies in Computational Intelligence v. 229, 2009, p. 27-47*, 2009.
- [40] D. Anand and B. S. Mampilli, "Folksonomy-based fuzzy user profiling for improved recommendations," *Expert Systems with Applications*, vol. 41, no. 5, p. 2424?2436, 2014.
- [41] J. Sinclair and M. Cardew-Hall, "The folksonomy tag cloud: When is it useful?" *Journal of Information Science February 2008 v. 34 n. 1, p. 15-29*, 2009.
- [42] M. L.-N. F. Sánchez-Zamora, "Visualizing tags as a network of relatedness," in *Frontiers in Education Conference, 2009. FIE '09. 39th IEEE*, 2009, pp. 1–6.
- [43] W. Rigo, R. Fileto, D. I. R. Júnior, V. A.Oiveira, V. C. P. Júnior, and R. A. Silveira, "Interfaces web baseadas em conhecimento para

anotação de recursos de informação e gerenciamento de repositórios,” *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação 2010*, João Pessoa-PB, 2009.

- [44] Microsoft, “Groupme,” Ago 2013. [Online]. Available: <https://groupme.com/>
- [45] A. Systems, “Del.icio.us,” Ago 2013. [Online]. Available: <https://delicious.com/>
- [46] T. Hofmann, “Probabilistic latent semantic analysis,” in *Proceedings of the Fifteenth Conference Annual Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI-99)*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1999, pp. 289–296.
- [47] G. Research, “Movielens,” Ago 2013. [Online]. Available: <http://movielens.umn.edu/>
- [48] D. Cohn and T. Hofmann, “The missing link - a probabilistic model of document content and hypertext connectivity.” In *Leen TK Dietterich TG Tresp V (eds) NIPS. MIT Press pp 430-436*, 2000.
- [49] R. Wetzker, C. Zimmermann, , C. L. Wu, and Li, “Analysing social bookmarking system,” *ECAI 2008 Mining Social Data Workshop p. 26-30. IOS Press*, 2008.
- [50] G. O. Coelho, “Vitae,” Ago 2013. [Online]. Available: <http://bookmark.aspectos.org>
- [51] D. C. of Practice, “Openscienceresources repository,” Ago 2013. [Online]. Available: <http://www.osrportal.eu/>
- [52] I. of Knowledge and D. E. U. of Kassel, “Bibisonomy,” Ago 2013. [Online]. Available: www.bibsonomy.org
- [53] I. of Educational Technology at The Open University, “Cloudworks,” Ago 2013. [Online]. Available: <http://cloudworks.ac.uk/>