

Web 3.0 - Os Rumos da Web Semântica e da Web 2.0 nos Ambientes Educacionais

Seiji Isotani¹, Riichiro Mizoguchi¹, Ig Ibert Bittencourt^{2,3}, Evandro Costa³

¹Department of Knowledge Systems, The Institute of Scientific and Industrial Research
Osaka University, Japan

²Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brazil

³Instituto de Computação
Universidade Federal do Alagoas, Maceió, AL, Brazil

isotani@acm.org, miz@ei.sanken.osaka-u.ac.jp, ibert@dsc.ufcg.edu.br,
ebc@fapeal.br

Abstract. *With the great advances of Internet two fields of research are in increasing expansion. The first one is the Semantic Web which develops technologies that allows for computers to share and to manipulate the information on the Web in an appropriate and intelligent way. And the second one is the Web 2.0 where users can use several tools to share and to build “knowledge” in a simple, interactive and collaborative way. The main objective of this work is to stimulate the national research on these fields presenting the state of the art on the Semantic Web and Web 2.0 in educational contexts. Furthermore we will also present the recent research directions in which these two fields intersects to promote the new generation of educational environments for the Web 3.0.*

Resumo. *Com os grandes avanços da Internet duas linhas de pesquisa estão em crescente expansão. A primeira delas é a Web Semântica que desenvolve tecnologias que permitem ao computador compartilhar e manipular as informações contidas na Web de forma adequada e inteligente. E a segunda é a Web 2.0 onde os usuários são beneficiados por diversas ferramentas para compartilhar e construir “conhecimento” de forma simples, interativa e colaborativa. O objetivo deste trabalho é estimular as pesquisas nacionais nestas áreas apresentando o estado da arte sobre o uso da Web Semântica e da Web 2.0 no cenário educacional e a recente interseção destas tecnologias para promover a nova geração de ambientes educacionais para Web 3.0.*

1. Motivação

Os ambientes virtuais de aprendizagem baseados na Web têm recebido grande atenção por parte da comunidade acadêmica interessada em tópicos relacionados à Internet e a Inteligência Artificial Aplicada à Educação (Devedzic, 2006). Atualmente, as principais razões são a crescente evolução das pesquisas em Web Semântica e seu grande potencial para resolver diversos problemas encontrados nos ambientes educacionais baseados na Web atual como, por exemplo, a falta de interoperabilidade entre sistemas e

conteúdo, dificuldades para criar e re-utilizar a informação, buscas não inteligentes, dentre outros.

Através do uso de técnicas da Web Semântica, a Web tradicional que conecta apenas informação (links entre páginas/mídias), está se transformando na Web que potencialmente conecta “conhecimento”, ou seja, as informações conectadas possuem significados que são compreensíveis e compartilháveis por pessoas e computadores (Devedzic, 2006). O uso de ontologias e taxonomias para representar conhecimento e anotar a informação contida na Web permitiu o desenvolvimento de novos mecanismos de buscas (buscas semânticas), inferências e análise em banco de dados, além de viabilizar o uso de agentes inteligentes para buscar informação na Web de forma muito mais rápida e efetiva (Bittencourt et al., 2008). Contudo, criar ontologias/taxonomias e anotar o conteúdo de forma estruturada é um processo complexo e demorado. Por isso, a Web Semântica ainda encontra dificuldades para ser adotada em cenários menos “acadêmicos”.

Em contrapartida, atualmente as ferramentas de colaboração e relação interpessoal na Web são utilizadas em todo mundo (Vassileva & Sun, 2007; Jovanovic et al., 2008). No Brasil, o site de relacionamento mais conhecido é o Orkut, enquanto que no exterior o FaceBook e o MySpace são os mais utilizados. Além disso, a criação de blogs, o uso de Wikis, o compartilhamento de fotos, vídeos e lista de favoritos são práticas comuns entre a maioria dos jovens e pessoas que usam Internet. Esta “nova” forma de utilizar a Web é conhecida com Web social ou Web 2.0. A informação contida na Web 2.0 é utilizada e avaliada por outras pessoas que interagem com o conteúdo e seus criadores. Através de tags, pontuações e comentários, existe um envolvimento entre a informação e seus leitores/avaliadores e, dessa forma, apenas as informações mais relevantes acabam prevalecendo (Mikroyannidis, 2007). Esta “*seleção natural*” da informação contida na Web é muito útil quando pensamos em conteúdo educacional. Um dos grandes exemplos é a Wikipedia (<http://www.wikipedia.org>), a maior enciclopédia on-line que possui características singulares como a contínua revisão da informação e a inclusão de dados de forma simples, rápida e dinâmica. Contudo, assim como a Web tradicional, a Web 2.0 carece de padrões e linguagem para estruturar e representar a informação (e seu significado) o que dificulta a interoperabilidade e o re-uso do conteúdo (por exemplo, não é possível compartilhar as informações que um usuário possui no FaceBook para o Orkut e vice-versa).

Para contornar estes problemas, recentemente a comunidade de Web Semântica e Web 2.0 começaram a unir esforços para criar a chamada **Web Semântica Social** (*Social Semantic Web*), ou Web 3.0, onde será possível criar sistemas de conhecimento coletivos (*Collective Knowledge Systems*) na qual as pessoas da comunidade poderão compartilhar a informação como na Web 2.0 e organizar e estruturar o significado destas informações como na Web Semântica (Gruber, 2008). Como resultado, em sistemas educacionais inteligentes, alunos poderão compartilhar informações e recursos que acharem interessantes; agentes inteligentes poderão guiar os estudos buscando e apresentando o melhor conteúdo didático disponível que satisfaça as necessidades dos alunos; grupos de estudos poderão ser formados de forma muito mais eficiente; alunos poderão criar conteúdo de forma ativa e colaborativa; o planejamento instrucional terá suporte inteligente; além de diversos outros benefícios que possivelmente irão emergir com estas novas possibilidades de interação.

No cenário internacional, existe uma forte comunidade realizando pesquisas em Web Semântica aplicada à Educação¹. Contudo, no Brasil a comunidade de Web Semântica ainda é muito pequena. No SBIE2007, iniciou-se uma tentativa de fortalecer as pesquisas nacionais nesta área através do primeiro Workshop de Web Semântica na Educação. Para auxiliar esta iniciativa, o principal objetivo deste trabalho é apresentar o estado da arte relacionado ao desenvolvimento e uso da Web Semântica e da Web 2.0 na Educação. Além disso, será discutida a tendência atual na área de combinar os benefícios destas duas linhas de pesquisa para proporcionar sistemas educacionais inteligentes com grande potencial de difusão e de utilização em situações reais de ensino. Dessa forma, pretende-se estimular leitores e pesquisadores a desenvolverem trabalhos relacionados à Web Semântica Social aumentando a qualidade e a diversidade das pesquisas nacionais nesta área em crescente expansão.

2. A Web Semântica e sua Aplicação na Educação

A informação na Web é tipicamente representada em linguagem natural permitindo que ela seja compreendida por pessoas. Contudo, para prover informação de forma que computadores também possam compreendê-la (e extrair seu significado) é necessário representá-la de forma sistemática e semântica. A Web Semântica foi o nome utilizado para introduzir a nova geração de tecnologias que tem como objetivo representar a informação de uma maneira na qual computadores sejam capazes de interpretá-la. Além disso, através desta representação as pesquisas em Web Semântica propõe tecnologias para automação, integração e re-uso da informação mesmo considerando diferentes plataformas de desenvolvimento, sistemas operacionais, protocolos de rede, e outras variações de tecnologia (Devedzic, 2006). Atualmente este é um dos principais tópicos de pesquisa das comunidades de Inteligência Artificial e de Internet (W3C-SW, 2008).

Segundo Mizoguchi et al., (2007), as ontologias são consideradas a base da Web Semântica oferecendo uma linguagem expressiva e formal para gerar informação que pode ser interpretada por computadores. Estas ontologias (normalmente descritas em OWL (2008)) podem ser combinadas, compartilhadas, modificadas e utilizadas para anotar “semanticamente” diferentes tipos de recursos como, páginas Web, documentos, mídias (digitais ou não), além de outros recursos (Jovanovic et al., 2008). Dessa forma, as ontologias oferecem a possibilidade de incluir significado na informação descrita na Web permitindo que os computadores “raciocinem” (realizem inferências) em cima dos dados disponíveis na Web de forma mais “inteligente”. Segundo Devedzic (2006), o uso de ontologias e o desenvolvimento de serviços Web para processar a informação disponível na Internet está transformando a *Web da informação* (Web tradicional) na *Web do conhecimento*. Como mostra a Figura 1, a visão da Web Semântica é criar a Web do conhecimento onde a informação está distribuída em diferentes repositórios e anotada utilizando ontologias interconectadas. Através destas ontologias, agentes inteligentes podem acessar, compartilhar e trocar informações de maneira eficiente facilitando o desenvolvimento de serviços que agregam dados de diferentes localidades. Essa mudança de paradigma na Web permite que computadores e pessoas trabalhem cooperativamente de maneira muito mais eficiente (Berners-Lee et al, 2001).

¹ Séries de Workshops relacionados a Web Semântica na Educação <http://compsci.wssu.edu/iis/swel>

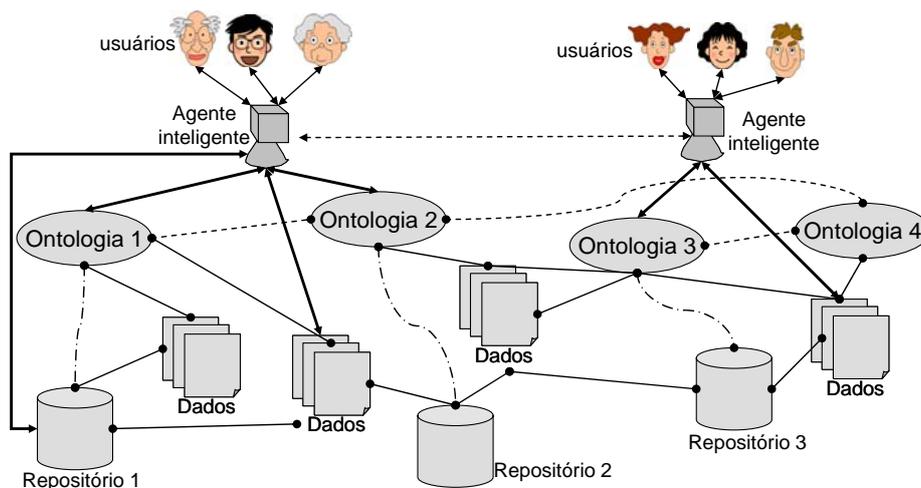


Figura 1. A Visão da Web Semântica onde o conteúdo está distribuído na Web e anotado utilizando diferentes ontologias permitindo que agentes inteligentes possam compreender e utilizar a informação para auxiliar seus usuários (as linhas e setas representam possíveis conexões entre objetos).

No contexto educacional, a Web Semântica e ontologias têm sido utilizadas para resolver diversos problemas encontrados nos atuais ambientes educacionais baseados na Web. Alguns problemas como o compartilhamento e re-uso de material didático, a busca por conteúdo (ex. objetos de aprendizagem) e o gerenciamento de repositórios de objetos de aprendizagem, podem ser resolvidos utilizando e adaptando os conceitos da Web Semântica como os apresentados na Figura 1. De fato, diversos resultados apresentados pela comunidade de Inteligência Artificial aplicada à Educação mostram que a os ambientes de ensino baseados na Web Semântica podem proporcionar resultados sensivelmente positivos se comparados aos ambientes de ensino baseados na Web atual (De Bra et al., 2004; Devedzic, 2006; Isotani & Mizoguchi, 2008). Muitos destes resultados estão disponíveis gratuitamente no portal **O4E - Ontologies for Education** (<http://o4e.iiscs.wssu.edu/xwiki>).

Por exemplo, no trabalho de Mizoguchi et al. (2008), criou-se ontologias para o planejamento instrucional baseado em diferentes teorias instrucionais e de aprendizagem. Através do uso destas ontologias os autores desenvolveram um sistema inteligente de suporte ao professor que o auxilia durante o planejamento de atividades de ensino. Essas ontologias também podem ser utilizadas em sistemas de educação a distância permitindo que todas as atividades do curso tenham suporte pedagógico e se adaptem conforme o desenvolvimento do aluno. Além disso, os professores podem receber recomendações do ambiente de ensino e utilizar diferentes abordagens pedagógicas para atingir seus objetivos. Esse tipo de suporte pedagógico, semi-automático, que analisa as diversas variáveis do ambiente (estado do aluno, estilos de aprendizagem, preferências do professor, e etc) e, se adapta de forma dinâmica e inteligente é de grande importância na Educação a distância onde professores e alunos não estão “conectados” fisicamente.

Em outro trabalho, Dicheva e Dichev (2006) apresentam o TM4L - *Topics Maps for eLearning*, uma biblioteca de conteúdo/course digital baseado na Web Semântica que auxilia professores e alunos a procurar, usar (re-usar) e compartilhar material didático através do uso de mapas conceituais. O TM4L oferece ferramentas de busca poderosas, e intuitivas permitindo que os usuários (alunos e professores) encontrem e utilizem

recursos educacionais de maneira mais efetiva. Além disso, este programa também oferece ferramentas de autoria para criação e modificação de conteúdo.

Atualmente, diversas pesquisas em sistemas adaptativos hipermídia utilizados na educação estão direcionadas ao desenvolvimento de frameworks e métodos que viabilizem a interoperabilidade entre diferentes sistemas através dos recursos da Web Semântica. Por exemplo, os trabalhos de De Bra et al. (2004) e Motta et al. (2003) propõe a modularização dos diversos componentes pertencentes à arquitetura dos sistemas hipermídia para permitir que serviços semânticos e ontologias possam ser incorporadas e utilizadas adequadamente.

Além dos exemplos citados, formas inteligentes de oferecer *feedback*, modelos de aluno mais flexíveis e apresentação dinâmica de conteúdo educacional são tópicos de grande interesse da comunidade de Web Semântica na Educação (Denaux et al., 2005; Ullrich & Libbrecht, 2008).

Em resumo, podemos dizer que a Web Semântica propõe tecnologias que dão o “*poder*” aos computadores através da criação de padrões, protocolos e linguagens formais que facilitam o processamento da informação na Web de forma automática e inteligente. Contudo, para o usuário final (*internauta*), a Web Semântica ainda é muito complexa para ser utilizada. Isso ocorre porque a Web Semântica foi concebida para facilitar o *consumo* da informação pelos computadores. Portanto, as aplicações normalmente não dispõem de uma interface amigável que proporcione maior liberdade ao usuário final para criar e compartilhar a informação. Para suprir essa deficiência uma nova extensão da Web atual, conhecida como Web 2.0, está recebendo grande atenção tanto dos usuários finais quanto dos pesquisadores.

3. A Web 2.0 e sua Aplicação na Educação

Enquanto a Web Semântica dá mais poder aos computadores, permitindo que estes possam *compreender* a informação disponível na Internet, a Web 2.0 dá o poder aos usuários. Segundo Murugesan (2007), a Web 2.0 transforma o antigo modelo da Web tradicional, onde os usuários são simples consumidores passivos da informação, em uma plataforma social para trocas de experiências através da colaboração. Nesta nova era da Web, os usuários podem se encontrar, colaborar e interagir para criar e compartilhar **conhecimento**.

Para Mikroyannidis (2007), a Web 2.0 pode ser descrita como a Web que dá liberdade aos usuários através das tecnologias para colaboração entre pessoas e da descentralização dos meios produtores de informação. Ou seja, na Web 2.0 todos são produtores de informação. Além disso, a informação é criada de forma coletiva e não individual. Através de sites de relacionamento, ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona, blogs, Wikis, além de outras formas de colaboração, os usuários podem interagir uns com os outros criando a chamada **inteligência acumulada**² (Gruber, 2008). Um exemplo desta inteligência acumulada é a enciclodédia Wikipedia. Nesta enciclopédia on-line, pessoas ao redor do mundo escrevem voluntariamente e, colaborativamente, sobre praticamente qualquer assunto. Apesar de alguns problemas

² Do Inglês *collected intelligence*. A tradução ao pé da letra seria inteligência reunida/recolhida/coletada. Contudo, o significado do termo é a acumulação do conhecimento através da interação entre pessoas.

de vandalismo (ex. artigos criados para prejudicar terceiros) e de artigos com informação errônea, a Wikipedia tem se tornado referência na procura por informação/conhecimento.

Outro meio popular de contribuição na era da Web 2.0 está relacionado aos sites de compartilhamento de fotos e vídeos. Em sites como *YouTube* e *Veoh*, para compartilhamento de vídeos, e *Flickr* e *Picasa*, para compartilhamento de fotos, usuários da Internet podem compartilhar informações úteis que podem ter grande impacto educacional. Por exemplo, é possível disponibilizar na Web tutoriais e teleaulas, como os do *Telecurso 2000* (<http://www.telecurso2000.org.br/>), ou fotos interessantes que podem servir para ilustrar algum conceito (ex. foto de uma célula que pode ser utilizada durante uma aula de ciências). Dessa forma, qualquer pessoa com acesso a Internet pode se beneficiar destes recursos tendo acesso a diferentes conteúdos educacionais que muitas vezes se complementam e facilitam a compreensão da matéria. Além disso, os próprios usuários podem criar conteúdos multimídias (vídeos, fotos, sons, etc) e disponibilizá-los para a comunidade. Ao receber o conteúdo, a comunidade pode avaliá-lo, fazer comentários (tanto para o criador como para outros usuários), ou propor formas de melhorar o conteúdo (ex. um vídeo baseado em um outro já disponível). Ou seja, tanto os consumidores da informação quanto os produtores estão continuamente avaliando e melhorando o conteúdo disponível.

A criação e avaliação do conteúdo por pessoas de uma mesma comunidade criam mecanismos sociais que impedem, ou pelo menos dificultam, que informações de baixa qualidade tenham grande impacto dentro da comunidade (ou mesmo fora dela). Esse mecanismo social é um dos conceitos chave da *inteligência acumulada* e também para o atual sucesso da Web 2.0 (Murugesan, 2007). No contexto educacional, a interação contínua entre aprendiz-aprendiz e aprendiz-conteúdo, e a possibilidade de argumentar e compreender diferentes pontes de vista é um dos melhores cenários para uma aprendizagem mais rica e duradoura (Vassileva & Sun, 2007). Assim, devido ao grande potencial benéfico da Web 2.0 em criar tais cenários educacionais, que abrem novas perspectivas pedagógicas, muitos pesquisadores na área de informática na Educação estão propondo e avaliando diversas formas de se trabalhar com essas ferramentas para que o aprendizado seja realizado de forma mais interativa, amigável e com resultados mais efetivos se comparado aos sistemas de educação on-line atuais (Vassileva & Sun, 2007; Dimitrova et al., 2008).

Outras ferramentas de grande popularidade na Web 2.0 são os *sites* de relacionamento, como o *Facebook* e o *Orkut*, e os *sites* que permitem o compartilhamento da lista de favoritos (*bookmarks*), como o *Delicious* e o *Digg*. Os sites de relacionamento permitem que os usuários mantenham contato com seus amigos e familiares, além de viabilizar o compartilhamento de diferentes tipos de conteúdo. Outro atrativo destes sites é a possibilidade de se criar grupos (conhecidos como *comunidades*) com pessoas que possuem interesses em comum. Dessa forma, estes *sites* se tornaram essenciais para qualquer pessoal com acesso a Internet, pois mesmo na vida do cotidiano (fora da Internet), seja na escola, universidade ou no trabalho, as pessoas continuam a interagir de modo virtual através destes sites. Além disso, esses mesmos usuários de *sites* de relacionamento podem compartilhar informações que sejam interessantes a sua comunidade através das listas de favoritos disponíveis publicamente na Web. Usando estas listas, usuários podem anotar o conteúdo da Web utilizando

rótulos (*tags*) que servem como palavras-chave na busca por conteúdo. Assim, outros usuários com o mesmo interesse podem se beneficiar destes rótulos, pois ao fazer uma busca com algumas destas palavras-chave os sistemas poderiam apresentar de maneira mais rápida e com mais precisão os resultados mais relevantes (Gruber, 2008). Este mecanismo pressupõe que pessoas com interesses semelhantes utilizam os mesmos rótulos, ou rótulos similares para identificar o conteúdo na Web. Embora nem sempre isso ocorra, este mecanismo tem obtido excelentes resultados. Segundo Bojárs (2008), este fenômeno é conhecido como a **sabedoria das massas** (*the wisdom of crowds*). Na Figura 2, mostramos o exemplo de uma das representações mais utilizadas para apresentar a *sabedoria das massas* com os rótulos mais utilizados para anotar um conjunto de fotos compartilhadas pelo site *Flickr*.

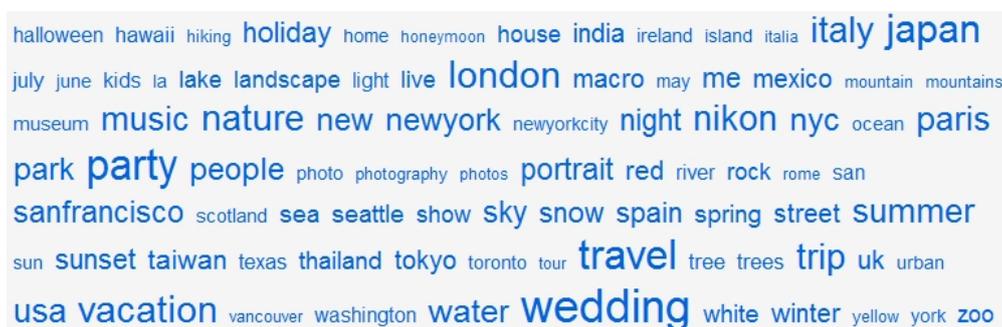


Figura 2. Um exemplo do uso da *sabedoria das massas* para apresentar os rótulos mais utilizados para anotar um determinado conjunto de páginas no site de compartilhamento de fotos *Flickr*. Quanto maior o tamanho das letras, maior é a quantidade de pessoas que utilizam estes rótulos.

O uso das ferramentas da Web 2.0 traz diversos benefícios para o ensino, principalmente por permitir novas práticas pedagógicas e formas de aprendizagem mais ativas e interativas. No trabalho de Vassileva e Sun (2007), mostrou-se que é possível estimular a participação e a qualidade do ensino utilizando comunidades on-line semelhantes aos sites de relacionamento. O comprometimento dos alunos com as comunidades de que fazem parte incentiva a contribuição através do envio de conteúdo (mensagens, textos, vídeos, etc) com mais frequência e com maior qualidade, além de contribuir para anotar e avaliar o conteúdo enviado por outros alunos. Essa forma de aprendizagem colaborativa e ativa proporciona uma melhor assimilação do conteúdo e facilita a aquisição de habilidades cognitivas e meta-cognitivas (Isotani & Mizoguchi, 2008).

Apesar dos benefícios educacionais que a Web 2.0 pode oferecer, as ferramentas baseadas nesta Web possuem os mesmos problemas de interoperabilidade, ambigüidade e re-uso da informação encontrados na Web atual (Jovanovic et al., 2008). Além disso, devido ao caráter colaborativo da Web 2.0, o problema de ambigüidade se torna muito mais complexo e difícil de ser resolvido automaticamente. Isso dificulta o desenvolvimento de ferramentas inteligentes que possam auxiliar professores e alunos durante o processo de ensino-aprendizagem.

4. Web 3.0: A Web Semântica Social e Seu Potencial Impacto na Educação

Embora a visão da Web Semântica e da Web Social sejam antagônicas, recentemente estas duas abordagens começaram a ser utilizadas em conjunto com o intuito de promover a nova geração de tecnologias semânticas para Web (Mikroyannidis, 2007;

Bojars et al., 2008). O trabalho de Jovanovic et al. (2008) aponta que através desta união é possível criar e compartilhar conteúdo de forma colaborativa e, automaticamente, representar esta informação de forma explícita e com semântica para que os computadores possam compreendê-la e utilizá-la. A Web que reúne as tecnologias da Web Semântica e da Web 2.0 é conhecida como Web Semântica Social, ou Web 3.0.

Na Web Semântica Social, uma nova classe de sistemas, os chamados **sistemas de conhecimento coletivo**, está em fase de desenvolvimento. Estes sistemas serão capazes de auxiliar na produção de conhecimento coletivo através da análise da contribuição colaborativa humana. Segundo Gruber (2008), o surgimento destes sistemas inteligentes transformará a atual *inteligência acumulada* encontrada na Web 2.0 em **inteligência coletiva**. Ou seja, a informação criada por um grupo de pessoas poderá gerar “conhecimento” que será utilizado por outras pessoas e por sistemas inteligentes para facilitar a produção de mais conhecimento. Na Figura 3, apresentamos a visão de diversos pesquisadores sobre o rumo esperado das pesquisas na Web nos próximos 10 anos (Davis, 2008). Nesta figura, o eixo y representa as pesquisas em Web semântica e no eixo x as pesquisas em Web 2.0. Assim, a seta na diagonal mostra o rumo das pesquisas atuais onde temos uma interseção entre Web Semântica e Web Social.

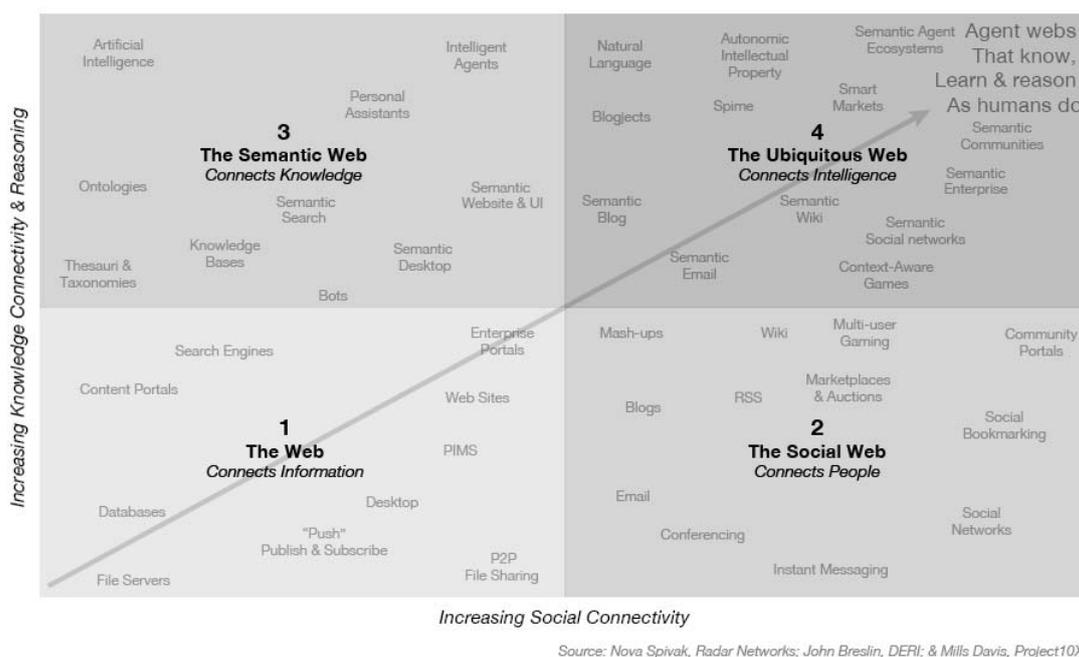


Figura 3. Visão do rumo das pesquisas na Web até 2020 (Davis, 2008).

Existem diversas possibilidades de aplicação da Web 3.0 e dos sistemas de conhecimento coletivo com foco educacional. Apesar de recentes, as pesquisas nesta área já começam a oferecer soluções para diversos problemas encontrados nos sistemas educacionais atuais baseados na Web. Por exemplo, é possível ajudar o aluno a encontrar respostas para suas dúvidas e, além disso, temos a possibilidade de proporcionar suporte pedagógico individualizado já que o ambiente computacional tem conhecimento do problema do aluno. Outras facilidades apontadas por Dichev et al. (2007) e Dimitrova et al. (2008) são (a) a possibilidade de buscar semanticamente por conteúdo criado pelos alunos e professores; e (b) criar atividades onde os alunos podem

desenvolver seu conhecimento e suas habilidades de forma ativa e colaborativa através de trabalhos em grupo com suporte computacional inteligente. Neste caso, o ambiente pode oferecer ajuda ao grupo ou a um aluno em particular ao identificar problemas na construção ou compartilhamento da informação.

Atualmente, as pesquisas na área de Web Semântica Social com aplicação educacional têm se concentrado no desenvolvimento de blogs e Wikis semânticos. Por exemplo, nos trabalhos de Schaffert et al. (2006), Ghali et al. (2007) e Dimitrova et al. (2008) desenvolveu-se Wikis semânticos para facilitar a aprendizagem e a construção de conhecimento em comunidades de prática (*communities of practice*). Os resultados obtidos por esses trabalhos sugerem que as novas tecnologias da Web 3.0 podem transformar/melhorar a educação, porém salientam que ainda existem muitos desafios a serem superados como: (a) o suporte ao processo de aprendizagem coletiva; (b) o uso adequado das ontologias e das anotações para melhorar as práticas de ensino-aprendizagem; e finalmente (c) o desenvolvimento e a aplicação de novos modelos pedagógicos apropriados para trabalhar com essas novas tecnologias.

Além destes problemas, alguns dos principais desafios da Web 3.0 são:

- Facilitar e padronizar a representação do modelo do aluno. Dessa forma, qualquer sistema poderá interagir com outro sistema para trocar informações e atualizar o modelo. Isso permitirá que se aumente a capacidade de representação e consistência do modelo viabilizando uma personalização mais eficiente que transcende as barreiras de um único sistema.
- A representação das estratégias pedagógicas em um formato que o computador possa compreender, executar e re-utilizar em diferentes contextos. Para atingir este objetivo será necessário que especialistas em Educação (professores, instrutores e pedagogos) e representação de conhecimento (engenheiros e cientistas da computação) trabalhem em conjunto para formalizar uma linguagem e uma estrutura que computadores e pessoas possam utilizar e se beneficiar.
- Promover o Aprendizado em qualquer lugar, a qualquer hora, com qualquer equipamento e livre para todos. Através dos mecanismos que a Web 3.0 propõe, um aluno poderá interagir com diferentes pessoas e ambientes educacionais, utilizando diferentes dispositivos que tenham acesso a Internet (computador, celular ou qualquer outro dispositivo móvel). Além disso, a interface e o conteúdo serão automaticamente personalizados levando em consideração o modelo do aluno (que será aberto, flexível e compartilhado). O conteúdo educacional será qualquer informação contida na Web. Assim, os ambientes educacionais podem oferecer ajuda inteligente aos alunos, seguindo estratégias pedagógicas e sugerindo de forma adequada conteúdo Web como blogs, Wikis, vídeos, fotos, sons, e outros objetos de aprendizagem relacionados.

5. Conclusão

As pesquisas em Web Semântica e Web Social têm oferecido novas perspectivas para a educação na Web. Por um lado, a Web Semântica oferece padrões e estruturas formais para representar e anotar o conteúdo educacional de forma semântica permitindo que um computador possa “compreender” e utilizar adequadamente a informação na Web viabilizando a criação de sistemas educacionais mais inteligentes e com maior

interoperabilidade. Por outro lado, a Web Social transformou a maneira como as pessoas interagem trazendo diversas facilidades para criar e compartilhar conteúdo de forma interativa e colaborativa. Na Web Social, alunos e professores participam ativamente para produzir/avaliar o conteúdo e desenvolver habilidades e conhecimento de forma coletiva. A Web Semântica Social que reúne estas duas linhas de pesquisa tem recebido grande atenção da comunidade internacional e seus potenciais resultados poderão modificar a forma como interagimos e aprendemos em ambientes baseados na Web.

Apesar da crescente importância no cenário internacional, existem poucas pesquisas nacionais relacionadas aos temas de Web Semântica e Web 3.0 com aplicação educacional. Dessa forma, o principal objetivo deste artigo foi apresentar o estado da arte e os desafios a serem resolvidos na área de Web Semântica, Web Social (Web 2.0) e Web Semântica Social (Web 3.0) com foco em educação e, assim, motivar e promover mais pesquisas nacionais nestas áreas em crescente expansão. Acreditamos que a comunidade Brasileira tem potencial para resolver os diversos problemas apresentados e propor soluções que possivelmente terão impacto muito positivo na qualidade do ensino oferecido pela Web.

Referências

- Berners-Lee, T., Hendler, J. & Lassila, O. (2001) The Semantic Web. *Scientific American*, 284(5), 34-43.
- Bojars, U., Breslin, J. G., Peristeras, V., Tummarello, G. & Decker, S. (2008) Interlinking the Social Web with Semantics, *IEEE Intelligent Systems*, 23(3), 29-40.
- Bittencourt, I. I., Isotani, S., Costa, E. & Mizoguchi, R. (2008) Research Directions on Semantic Web and Education. *Journal Scientia*, 19(1), 59-66.
- Davis, M. (2008) Project 10X's Semantic Wave 2008 Report. Available at <http://www.project10x.com/>
- Devedzic, V. (2006) *Semantic Web and Education*. Springer.
- De Bra, P, Aroyo L., & Chepegin, V. (2004) The Next Big Thing: Adaptive Web-Based Systems. *Journal of Digital Information*, 5(1). Available at <http://jodi.tamu.edu/Articles/v05/i01/DeBra/>
- Denaux, R., Dimitrova, D., & Aroyo, L. (2005) Integrating Open User Modeling and Learning Content Management for the Semantic Web. In *Proc. of Int. Conference on User Modeling, LNCS 3538*, 9-18.
- Dichev, C., Dicheva, D. & Fischer, J. (2007) Identity: How To Name It, How To Find It. In *Workshop Proceedings of the International World Wide Web conference (WWW)*. Available at http://ceur-ws.org/Vol-249/submission_133.pdf
- Dicheva, D. & Dichev, C. (2006). TM4L: Creating and Browsing Educational Topic Maps. *British Journal of Educational Technology*, 37(3), 391-404.
- Dimitrova, V., Lau, L. & Bek, A. L. (2008) Sharing of Community Practice through Semantics: A Case Study in Academic Writing. In *Proceedings of the International Workshop on Ontologies and Semantic Web for E-Learning (SWEL)*, 30-39.
- Ghali, A. E., Tifous, A., Buffa, M., Giboin, A. & Dieng-Kuntz R. (2007) Using a Semantic Wiki in Communities of Practice. In *Proc. of the Workshop on Building Technology Enhanced Learning Solutions for Communities of Practice*, 22-31.
- Gruber, T. (2008) Collective knowledge systems: Where the Social Web meets the Semantic Web. *Journal of Web Semantics* 6(1), 4-13.

- Isotani, S. & Mizoguchi, R. (2008) Theory-Driven Group Formation. In Proceedings of the International Conference on Intelligent Tutoring Systems, LNCS 5091, 646-655.
- Jovanovic, J., Torniai, C., Gasevic, D., Bateman, S. & Hatala, M. (2008) Leveraging the Social Semantic Web in Intelligent Tutoring Systems. In Proceedings of the International Conference on Intelligent Tutoring Systems, LNCS 5091, 563-572.
- OWL (2008) Web Ontology Language. <http://www.w3.org/TR/owl-features/>
- Mizoguchi, R., Hayashi, Y. and Bourdeau, J. (2007) Inside Theory-Aware Authoring System. In Proceedings of the Int. Workshop on Ontologies and Semantic Web for E-Learning (SWEL), 1-18.
- Mikroyannidis, A. (2007) Toward a Social Semantic Web. IEEE Computer 40(11), 113-115.
- Motta, E., Domingue, J., Cabral, L. & Gaspari, M. (2003) IRS-II: A framework and Infrastructure for Semantic Web Services. In Proc. of the Int. Semantic Web Conference (ISWC), LNCS 2870, 306-318.
- Murugesan, S. (2007) Understanding Web 2.0. IEEE IT Professional, 9(4), 34-41.
- Schaffert, S., Bischof, D., Bürger, T., Gruber, A., Hilzensauer, W. & Schaffert, S. (2006) Learning with Semantic Wikis. In SemWiki Workshop at the European Semantic Web Conference (ESWC), 109-123.
- Ullrich, C., Libbrecht, P. (2008) Educational Services in the ActiveMath Learning Environment. The Learning Grid Handbook: Concepts, Technologies and Applications, Volume 2, The Future of Learning, Amsterdam, IOS Press.
- Vassileva J. & Sun L. (2007) Using Community Visualization to Stimulate Participation in Online Communities. e-Service Journal, 6 (1), 3-40.
- W3C Semantic Web Activity (2008) <http://www.w3.org/2001/sw/>