

Enfoque de Análise de Interações em Sistemas Colaborativos em EAD usando Folksonomias

Leandro Batista de Almeida¹, Hilton José Silva de Azevedo², Gustavo Alberto Gimenez Lugo¹, Cesar Augusto Tacla¹

¹Departamento Acadêmico de Informática (DAINF) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Av. Sete de Setembro, 3165 – CEP 80230-901 – Curitiba – PR – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPGTE) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Curitiba – PR – Brasil

{leandro, hilton}@utfpr.edu.br, {gustavo, tacla}@dainf.ct.utfpr.edu.br

Abstract. *This paper describes an architecture of a multi-agent system that provides access to data repositories of heterogeneous Distance Learning systems in order to generate analyses that may help in learning process. This data are compound of students tracing, his/her communications and folksonomies sets about educational objects.*

Resumo. *Este artigo descreve uma arquitetura de sistema multi-agentes que permite o acesso aos repositórios de dados de sistemas de EAD heterogêneos para gerar análises que possam auxiliar no processo de aprendizagem. Esses dados são compostos da trajetória dos alunos, suas comunicações e conjuntos de folksonomias sobre os objetos educacionais.*

1. Introdução

O Ensino a Distância (EAD) pode ser encarado como um tema complexo, tanto do ponto de vista tecnológico, quanto do ponto de vista social e humano. Um bom educador deve ser um bom mediador de crises: alinhando interesses e motivações, negociando situações de aprendizagem adequadas ao nível dos alunos e ao objetivo pedagógico da atividade, negociando o conteúdo apresentado com o conteúdo definido socialmente no currículo, gerenciando as oportunidades de aprendizagem dos alunos [der Maren, 1995]. Se a complexidade do modelo tradicional de educação for acrescentada a distancia física e temporal da EAD e as peculiaridades dos canais de interação existentes e os distintos níveis de letramento de docentes e discentes para empregá-los, podemos assumir que a situação educativa se torna ainda mais complexa.

Diversas teorias, como o Aprendizado Social [Vygotsky, 1913], Comunidades de Prática [Wenger, 9999] e Ensino Baseado em Projetos (*Project Based Learning*) [Thomas, 2000] vem sendo revisitadas para dar sustentação a um modelo de EAD baseado em Ambientes Colaborativos que possa auxiliar a suplantar essa complexidade e possibilitar a professores e alunos um processo de ensino-aprendizagem efetivo,

comparável e até mesmo superior – em alguns aspectos – ao ensino presencial tradicional.

Com a intenção de colaborar na realização desses objetivos, desenvolve-se na UTFPR um conjunto de pesquisas que buscam aprimorar a análise da interação (*tracing*) entre os participantes de um sistema de EAD. Procura-se evidenciar possíveis problemas na comunicação e no aprendizado, possibilitando assim, alertas pró-ativos tanto para tutores quanto para alunos para que possam reagir de maneira mais célere às condições do processo de aprendizagem. Com isso, se espera colaborar com a diminuição da distância entre os modelos de ensino presenciais e EAD. A estratégia é buscar informações de *tracing* e desenvolver meios para que o sistema possa fornecer feedback para os seus atores humanos antes dos processos formais de avaliação que ocorrem normalmente no final de cada etapa.

Para este fim, estuda-se o emprego de agentes que acessam os dados dos diversos sistemas que compõem um ambiente de EAD, trazendo para um formato comum seus modos proprietários de armazenamento. Outros agentes realizam a análise desses dados utilizando folksonomias e redes sociais, gerando panoramas do processo que possam auxiliar tutores e alunos no direcionamento do processo de ensino-aprendizagem.

O uso de sistema multiagentes é considerado por permitir que diversos sistemas de EAD (fóruns de discussão, salas de batepapo, FAQs, Wikis, exercícios enviados, etc.) possam ter seus dados compartilhados e analisados sem que os agentes participantes precisem tratar de idiosincrasias e particularidades próprias a cada um dos sistemas envolvidos. Da mesma maneira, os agentes são uma solução para prover o acesso a esses sistemas em diversos ambientes, buscando uma aproximação com o conceito de u-learning (*ubiquitous learning*) [Doherty, 2006].

O presente trabalho descreve uma arquitetura para esse sistema, permitindo acesso a diversos sistemas de EAD de maneira transparente para os agentes. O objetivo é fornecer informação para tutores e alunos, em formatos contextualizados (gráficos, organogramas) e de fácil interpretação. Por exemplo, permitindo que traços de interação entre participantes possam ser estimados, e comparados com outros grupos, e que padrões de problemas de interação possam ser detectados em suas fases embrionárias, bem como tendências que levam ao sucesso de um grupo. Após uma breve descrição de conceitos associados à EAD e folksonomias, são descritos o modelo e implementação deste, ainda em andamento, bem como resultados e passos subsequentes da pesquisa.

2. Ensino a Distância

No presente cenário da sociedade em rede [Castells, 2007], o EAD é visto como uma ferramenta importante e conveniente, permitindo que alunos e profissionais possam receber treinamento de maneira mais flexível. Pretende-se promover a computação como ferramenta para motivar o aluno e tornar seu aprendizado mais efetivo. Em um cenário como esse, as competências técnicas de um aluno são tão importantes quanto as suas competências sociais, permitindo que pessoas se integrem adequadamente em equipes de trabalho, criem estratégias para aprender novos assuntos, discutam e apresentem conceitos, se adaptando a novas condições de trabalho [Azevedo, 2006]. Em

EAD, essas competências e os traços de interação podem servir como parâmetros quantitativos para auxiliar a mensurar o sucesso do processo de ensino-aprendizagem.

Teorias sociais da aprendizagem já citadas (Vygotsky e Wenger), proporcionam um quadro referencial adequado determinar elementos indicadores de traços de interação [Yan 2003] e das competências sociais de indivíduos envolvidos em um processo de EAD. Na próxima seção serão citadas algumas das dificuldades comumente enfrentadas por professores e alunos em EAD, que são tratadas com o modelo proposto.

2.1. Dificuldades em EAD

Em aulas presenciais, existem estratégias para medir competências técnicas e os processos de comunicação dentro de um grupo. Os traços de interação (contidos em fóruns, *chats*, wikis, acessos e outros), e as competências sociais são percebidos de forma empírica, e podem fazer parte da avaliação geral que um professor tem de um grupo e que o grupo tem de si mesmo. Para um professor, é muito complexo mensurar as competências sociais e interações de todos os alunos. Ao mesmo tempo, em ambientes presenciais, os estímulos às interações fazem parte das técnicas já conhecidas pelos professores, fazendo com que o início da comunicação ocorra de forma simples.

Entretanto, sistemas de EAD podem manter registros de todas as comunicações ocorridas dentro do grupo, bem como de todas as ações realizadas por cada um dos usuários. Com os traços de interação sendo armazenados, a dificuldade reside na análise desse volume de informações. Sem uma estrutura de suporte, seria impraticável para um tutor tomar decisões baseadas em informações que por si só impediriam uma análise mais fina devido ao seu volume.

Outro aspecto a ser contado é a dificuldade em estimular a comunicação efetiva entre os participantes do processo de EAD. De fóruns a wikis, o risco de se ter um recurso sub-utilizado é muito grande, fazendo com que grande parte do valor dos sistemas de EAD se perca [Feenberg, 2002]. Muitos desses sistemas são mormente pouco mais que gestores de conteúdo on-line, sem uma preocupação maior com paradigmas educacionais adequados a eles [Feenberg, 1999].

As grandes diferenças de arquitetura entre os sistemas de EAD mais utilizados, também se apresenta como uma dificuldade para quem desenvolve soluções de análise. A história de desenvolvimento de diversos desses sistemas aponta para modelos pouco estruturados, geralmente não incluindo recursos de integração e interoperabilidade, adicionando um degrau de dificuldade extra para desenvolvedores, tornando mais complexa a troca de informações entre esses sistemas.

2.2. Sistemas de EAD

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram selecionados cinco sistemas de EAD que apresentam uma base de utilização grande ou que possuam uma arquitetura prevendo interoperabilidade com outros sistemas.

A Tabela 1 mostra os cinco sistemas selecionados e a sua base de tecnologia, sendo que todos os sistemas cumprem as tarefas convencionais de EAD. Os sistemas baseados em PHP possuem uma base instalada mais abrangente, e um maior tempo de mercado, com diversas instituições utilizando ao redor do mundo, e comunidades

estabelecidas de usuários. As duas soluções baseadas em tecnologia Java são mais recentes, e incluem uma maior preocupação em facilitar o desenvolvimento e integração de módulos agregados.

Tabela 1. Sistemas de EAD a serem considerados no projeto

Nome	Site	Linguagem de base
Moodle	http://www.moodle.org	PHP
ATutor	http://www.atutor.ca	PHP
Claroline	http://www.claroline.net	PHP
Sakai	http://www.sakaiproject.org	Java
Amadeus	http://amadeus.cin.ufpr.br	Java

O sistema Sakai é um projeto iniciado pelo MIT e pelas universidades de Stanford, Michigan, Indiana e Berkeley e busca integrar idéias e conceitos sobre uma infra estrutura fundamental de EAD. Amadeus é um projeto brasileiro desenvolvido na Universidade Federal de Pernambuco, baseado em pesquisas sobre EAD. As duas soluções possuem vasta documentação sobre integração com outros sistemas e agregação de módulos. No desenvolvimento do projeto, o Moodle foi escolhido como o primeiro sistema a ter sua integração implementada pela sua ampla base instalada, e devido ao fato da instituição sede da pesquisa ter padronizado sua utilização.

3. Web Semântica, Ontologias e Folksonomias

Segundo Tim Berners-Lee, o objetivo da Web Semântica é criar informações que máquinas possam entender e tratar, permitindo que agentes possam realizar tarefas que, de outra forma, exigiriam atenção de um ser humano [Berners-Lee, 2001]. O ser humano então, seria liberado para tratar tarefas mais nobres, baseadas nas informações que esses agentes poderiam trocar (em um formato que pudessem entender). O conceito de Web Semântica fundamenta-se em ontologias, que podem ser definidas como sendo conjuntos de especificações explícitas de objetos, conceitos (e outras entidades) e os relacionamentos entre esses componentes em um dado domínio de interesse [Gruber, 1993]. Ontologias são concebidas para reduzir a confusão de conceitos e de terminologias, permitindo uma infra-estrutura unificadora, habilitando entendimento compartilhado e comunicação entre pessoas e agentes com diferentes necessidades e pontos de vistas a partir de um contexto específico [Ushold, 1996].

Ontologias, então, podem ser utilizadas em sistemas de EAD para auxiliar tanto os sistemas, como os agentes participantes, definindo e catalogando os objetos educacionais. Essas ações podem permitir análises por parte dos tutores de como está o entendimento dos alunos sobre um dado conteúdo ou quando esse entendimento pode se alterar, indicando um ponto no processo de aprendizagem onde algum conhecimento foi modificado.

Boa parte dos problemas da implementação de Web Semântica, reside na dificuldade e altos custos no desenvolvimento de ontologias [SHADBOLT; HALL; BERNERS-LEE, 2006]. Uma alternativa é o uso de folksonomias, que são conjuntos de palavras-chave, popularmente chamadas de “tags”, compartilhadas por usuários

[JASCHKE et al., 2008]. Baseadas nas tags marcadas por cada usuário (sua personomia), podemos agregar os usuários de um grupo e determinar o conjunto comum de tags, a folksonomia desse grupo, que traz o significado que esse determinado grupo vê nos objetos e entidades relacionadas.

Outra vantagem do uso de folksonomias é a simplicidade da sua manipulação por parte do usuário e a ausência de processos complexos para a sua determinação. Isso diminui a resistência do usuário para a sua utilização e permite um acesso mais simples a um conjunto de informações que – quando tratada de forma adequada – representa a expressão do conhecimento coletivo de um dado grupo. Isso, em particular, pode interessar a sistemas de EAD, por permitir uma avaliação do entendimento e progresso de um dado grupo em um dado tópico.

4. Arquitetura de sistema multi-agentes para análise de interação (*tracing*)

Baseado nas dificuldades citadas em sistemas de EAD e a simplicidade do uso de folksonomias, foi projetada uma arquitetura que permite incluir tags em objetos educacionais em diversos sistemas de EAD, agregando essa informação aos dados de traços de interação e permitindo o acesso aos resultados a partir de dispositivos diversos.

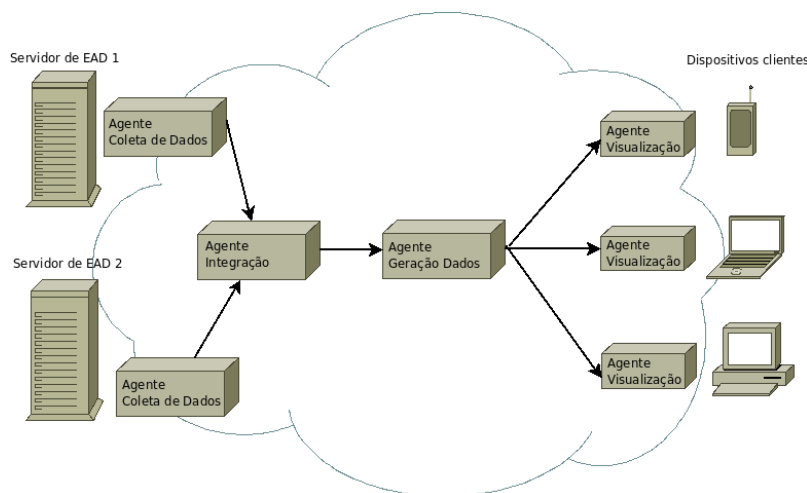


Figura 1. Arquitetura de agentes de análise de traços de interações

Os principais objetivos da arquitetura são:

- Acesso a dados internos de sistemas de EAD heterogêneos
- Inclusão de informações de folksonomias nos sistemas de EAD, aumentando a base de informações disponíveis para análise
- Tratamento dos dados de forma padronizada, para integração com outros sistemas de EAD, e a sistemas de análise dos dados
- Permitir análises de forma amigável, preferencialmente gráfica, aos participantes do processo de ensino-aprendizagem
- Geração de alertas quando os traços de interação e outros dados de análise não se aproximam de um modelo ótimo
- Acesso a partir de diversos sistemas e dispositivos, permitindo u-learning

Neste caso, um sistema multi-agentes (Multi-Agent System – MAS) é uma abordagem adequada, principalmente agindo sobre um ambiente colaborativo, como um

sistema de EAD. O sistema será composto por quatro categorias de agentes que vão interagir para permitir o acesso aos dados do sistema de EAD, como mostrado na Figura 1, e um módulo que vai incluir o conceito de folksonomias, a ser acoplado internamente a cada sistema colaborativo de EAD.

4.1. Categorias de Agentes no sistema

Para a concepção do sistema, foram projetadas quatro categorias de agentes que seriam distribuídos por diversas máquinas para a execução das tarefas pretendidas.

-Agente de Coleta de Dados: Cada servidor de sistema de colaboração em EAD terá um agente que vai coletar os dados armazenados de forma proprietária e manter alguns extratos desses dados em um formato comum aos agentes para troca rápida de informações. Cada agente deverá ser escrito de forma específica para um sistema de EAD correspondente, porém respeitará um conjunto de interfaces que permitirá uma utilização e extensão mais simplificadas.

-Agente de Integração: Junto ao agente de coleta de dados, o agente de integração permite que processos remotos acessem os dados da coleta. Além da comunicação com outros agentes, acessos através de Web Services serão fornecidos. Em sistemas mais simples, as funções deste agente poderão ser realizadas diretamente pelos agentes de Visualização ou de Geração de Dados.

-Agente de Geração de Dados: Compila e gera dados estatísticos a partir das informações coletadas de outros agentes, auxiliando agentes de visualização que executem em dispositivos com menor poder de processamento. Pode residir em máquinas que possam ceder processamento a essas tarefas sem interferir no processo comum de colaboração.

-Agente de visualização de dados: Agente que mostra os dados seguindo determinações do projeto, permitindo uma interface leve, que execute em sistemas diversos, incluindo dispositivos móveis.

4.2. Módulo de folksonomias

Os sistemas colaborativos de EAD utilizados no projeto não contam com suporte nativo à classificação de objetos via folksonomias, apesar de prospecções já existirem. Como para uma parte das análises propostas esses dados são essenciais, decidiu-se pela implementação de um módulo agregado a cada sistema que incluísse essas a classificação por tags dos objetos educacionais dentro de cada sistema. O projeto pretende incluir um módulo que compare as folksonomias desses objetos educacionais [Al-Khalifa, 2007] entre turmas e com ontologias criadas pelos professores.

Como cada sistema possui uma maneira proprietária de armazenar seus dados e de interagir com recursos externos, esse módulo foi desenvolvido de forma particular a cada um deles, seguindo os formatos específicos, não sendo criado como um agente. A implementação foi iniciada pelo Moodle, com esse módulo sendo criado inicialmente, gravando em um repositório de dados as tags definidas pelo usuário para cada objeto educacional de cada curso.

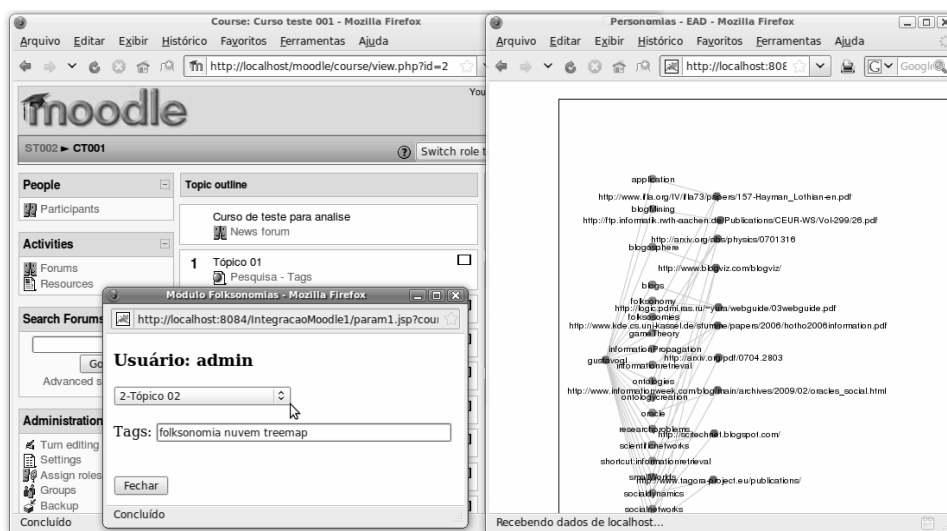


Figura 2. Módulo de folksonomias acessado a partir de um curso do Moodle

O Moodle possui uma arquitetura prevista para desenvolvimento de plug-ins de atividades adicionais, com sua programação executada em PHP. O módulo atual foi desenvolvido de forma externa, e é agregado em cursos a partir da sua chamada em cada disciplina em particular. Apesar de não ser desenvolvido na linguagem nativa do sistema, e sim em Java, o módulo acessa o repositório de dados do próprio Moodle, além de receber parâmetros dele através da chamada http utilizada para o acesso. Uma versão escrita em PHP seguindo as regras definidas para novos plug-ins está em desenvolvimento, e poderá se integrar melhor com a arquitetura do sistema, tornando sua utilização mais simplificada pelos usuários já acostumados à sua semântica.

A Figura 2 mostra esse módulo em utilização juntamente com a visualização das folksonomias por grafos. À esquerda é visível a janela onde a cada tópico ou semana o aluno cadastra as tags pessoais correspondentes, criando sua personomia. Esses dados serão depois integrados aos dados de toda a turma, permitindo visualizações que orientem o professor na avaliação desses dados de tracing, incluindo comparações e relacionamentos com outras turmas e ontologias criadas pelos próprios professores.

5. Implementação

Os módulos do sistema estão em sua fase de implementação, e diversos artefatos de prova de conceito já foram desenvolvidos, com seu uso sendo avaliado em grupos de alunos de graduação na UTFPR. Os módulos não se encontram em sua fase final e ainda não implementam totalmente a arquitetura de agentes proposta, mas já orientam o desenvolvimento dos módulos de visualização e de novas maneiras de analisar os dados.

Foi desenvolvido um módulo de inclusão de folksonomias no Moodle, o agente de coleta de dados e de geração de análises gráficas. O Agente de Geração de Dados foi projetado para ser implementado futuramente, permitindo uma maior escalabilidade do sistema. A necessidade pelo agente de Integração foi evidenciada no desenvolvimento dos demais agentes e sua especificação foi acrescentada ao sistema.

O Agente de Coleta de Dados foi implementado acessando informações diretamente da base de dados do Moodle, usando o esquema de banco de dados

disponível na documentação do sistema. É previsto uma nova implementação deste módulo usando parte do código PHP do próprio Moodle, mantendo a comunicação entre o código PHP e os objetos Java que compõem o agente atualmente, buscando principalmente isolar os mecanismos de persistência de dados do sistema de EAD do código de coleta de dados, abstraindo essas funções e permitindo uma implementação mais simples de novas modalidades de consulta.

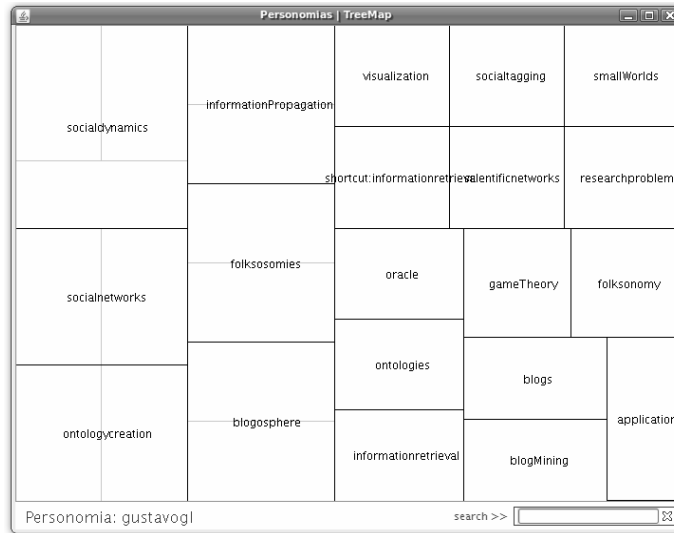


Figura 3. Visualização em TreeMap de uma personomia

O Agente de Visualização de Dados foi desenvolvido inicialmente com alguns formatos de visualização, como o tradicional grafo representando as personomias dos usuários. Outros formatos considerados úteis para avaliação também foram desenvolvidos, como o gráfico em TreeMap, que representa a densidade de tags por ramos de uma árvore de personomia (Figura 3), e o de StackedArea, onde se analisa o número de menções a uma determinada tag ao longo das semanas de um curso (Figura 4). TreeMap é uma técnica complexa, porém poderosa de visualização, introduzidos por Shneiderman em 1992, e atualmente usados em diversas áreas do conhecimento humano [Shneiderman, 2006]. StackedArea são gráficos padronizados a mais tempo, mas mesmo assim úteis, permitindo muitos níveis de significado combinados, desde que os dados a serem analisados o permitam [Heer, 2005]. As personomias dos usuários (e suas agregações por turma ou grupo) foram consideradas em frequência, mas algoritmos de colisão e dicionários de sinônimos estão previstos para implementação futura, permitindo análises visuais adicionais que podem auxiliar a avaliação.

Na implementação deste módulo, as bibliotecas de geração de gráficos Prefuse e Flare foram utilizadas. Prefuse (<http://www.prefuse.org>) é uma biblioteca de código aberto para geração de gráficos em linguagem Java. É utilizada em diversos projetos de experimentação em visualização, como o IBM Many Eyes [Viégas et al, 2007], mas não executa em páginas web, exceto pelo uso de applets. A biblioteca Flare (<http://flare.prefuse.org>) é um projeto oriundo da Prefuse, e gera código em Adobe Flex, permitindo sua execução em qualquer navegador web com plug-in de Flash instalado.

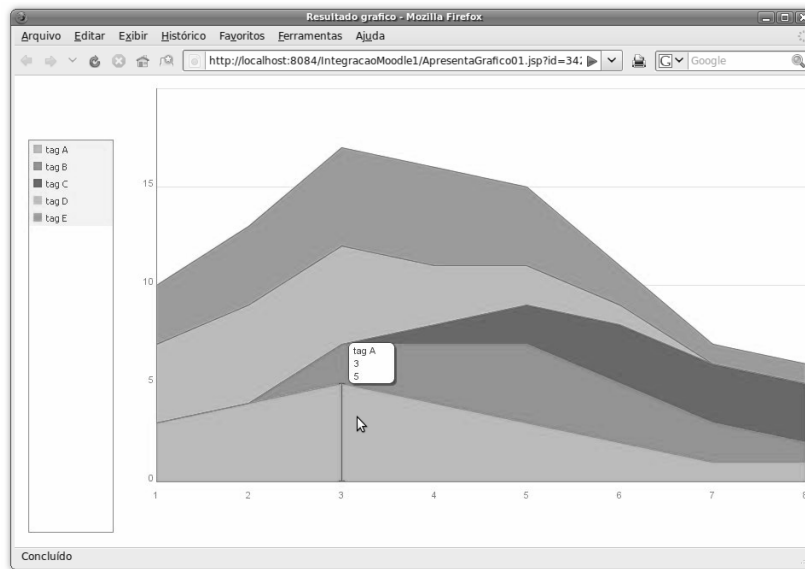


Figura 3. Visualização em StackedArea das menções a uma tag ao longo de um curso

6. Conclusões

As visualizações obtidas pelos agentes a partir dos dados de interações e folksonomias dos sistemas de EAD puderam mostrar aspectos que de outra forma levariam um tempo considerável para ser analisados. A partir da estrutura criada pelos agentes, as possibilidades de novas visualizações são fortemente simplificadas, principalmente quando os agentes para os demais sistemas de EAD (além do Moodle) forem implementados. Isso vai desviar o foco maior do desenvolvimento das particularidades de cada sistema de EAD para os recursos de compilação de dados e visualização.

Utilizando conceitos de aprendizado e evolução de ontologias a partir de folksonomias [Torniai et al, 2008], podemos comparar os percursos de aprendizado de diferentes grupos auxiliando o professor no acompanhamento das suas práticas. Com o prosseguimento do desenvolvimento, novos sistemas de EAD serão integrados, além do agente de integração permitir acesso simples aos demais agentes. Novas técnicas de visualização estão sendo pesquisadas, dedicadas a permitir aos tutores um acompanhamento mais estrito do progresso dos alunos, e a percepção antecipada de possíveis problemas no processo de aprendizagem.

7. Referências

- Al-Khalifa, H.S. (2007). Automatic Document-Level Semantic Metadata Annotation using Folksonomies and Domain Ontologies, Phd Thesis, Univ. Southampton, UK.
- Azevedo, H., Scalabrini, E. Leszczynski, S. (2006). Developing Social and Technical Competencies in Collaborative Online Learning Environments. In: Itanhaém. Proceedings of: WCCSETE, 2006, Itanhaém. Santos. SP, 2006. v. 01.
- Berners-Lee, Tim (2001) "The Semantic Web", In: Scientific American Magazine, May, 2001, reproduzido em <http://www.sciam.com/article.cfm?id=the-semantic-web>
- Castells, M. (2007). A Sociedade em Rede. Ed. Paz e Terra.

- Der Maren, Jean-Marie Van. (1995) "Méthodes de Recherche pour L'Éducation", Lês Presses de L'Université de Montreal, De Boeck Université.
- Doherty, B. et al. (2006) "Entre-pass: Personalising u-learning with Intelligent Agents", Fouth IEEE ICHIT'06.
- Feenberg, A., Xin, C. (2002) Designing for Pedagogical Effectiveness: the TextWeaver, 35. Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Hawaii.
- Feenberg, A. (1999) Distance Learning: Promise or Threat? Crosstalk, Winter.
- Gruber, T. R. (1993) "A Translation Approach to Portable Ontology Specification." Knowledge Acquisition, Vol. 5, 1993, pp. 199-220.
- Herr, J., Card, S., Landay, J. (2005) "prefuse: a toolkit for interactive information visualization", in: ACM Human Factors in Computing Systems (CHI), pp 421-430.
- Jaschke, R.; Hotho, A.; Schmitz, C.; Ganter, B.; Stumme, G.(2008) Discovering shared conceptualizations in folksonomies, In: Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, v. 6 (1), Semantic Web and Web 2.0, p. 38-53.
- Shadbolt, N.; Hall, W.; Berners-Lee, T.(2006) The Semantic Web Revisited. IEEE Intelligent Systems, 96-101.
- Shneiderman, Ben (2006) "Discovering Business Intelligence Using Treemaps Visualizations", Business Intelligence Network, disponível em www.b-eye-network.com, acessado em abril de 2009
- Thomas, J. W. (2000) "A Review of Research on Project-Based Learning", Disponível em <http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL.htm>. Acesso em abril de 2009
- Torniai, C, Jovanović J., Bateman, S. , Gašević, D., Hatala, M. (2008) Leveraging Folksonomies for Ontology Evolution in E-learning Environments. IEEE International Conference on Semantic Computing.
- Ushold, M.; Gruninger, M. (1996) Ontologies: Principles, Methods and Applications, Knowledge Engineer Review, 11 (3) : 93-155.
- Viégas, F., Wattenberg, M. van Ham, F., Kriss, J., McKeon, M. (2007) "Many Eyes: A Site for Visualization at Internet Scale", InfoVIS 2007 – IEEE Visualization.
- Vygotsky, L. S. (1998) A Formação Social da Mente: o Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores. Editora Martins Fontes, São Paulo.
- Wenger, E. (1998) Communities of Practice: Learning, meaning and identity, Cambridge University Press.
- Yan, M., Shaw, J., Khamsi, V., Shih-Ping, L. (2003) "Tracking and presenting user attention for collaborative browsing using heterogeneous devices", ICME'03