

ADAPTATIVIDADE GEOCULTURAL EM AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

(GEO-CULTURAL ADAPTIVITY IN VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS)

José Palazzo M. de Oliveira

José Valdeni de Lima

Leandro Krug Wives

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática, Brasil

Ana Marilza Pernas

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Isabela Gasparini

Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil

Alejandro Fernández

Alicia Díaz

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

RESUMO

O acesso a conteúdos digitais é uma das mais importantes formas de apoio à aprendizagem atualmente. Apesar de existirem múltiplos sistemas com este objetivo, pouca atenção é dada à adaptação destes conteúdos às características culturais relacionadas à localização geográfica dos aprendizes. A interação permitida pelos ambientes virtuais de aprendizagem, quando expandida para grandes grupos de participantes de diferentes nacionalidades, esbarra em dificuldades de implementação decorrentes de características geoculturais. O foco deste artigo é contribuir para o desenvolvimento massivo da inclusão digital e das habilidades de aprendizagem das pessoas através da construção de um sistema digital sensível às características geoculturais dos aprendizes. O trabalho trata da análise dessas características para permitir a ampliação dos ambientes virtuais de aprendizagem para grandes grupos de estudantes. Essa preocupação com as características específicas de alunos de diferentes regiões é um dos maiores empecilhos para a implementação de cursos online abertos e massivos.

Palavras-chave: ambientes virtuais de aprendizagem, trajetórias de aprendizagem, geocultural, adaptabilidade.

ABSTRACT

At the present time the access to digital contents is one of the most important techniques to learning support. Although there are multiple systems with this goal, little attention is given to the adaptation to the cultural characteristics of these contents related to the apprentice's geographic location. The focus of this paper is to contribute to the development of digital inclusion and peoples' learning abilities through the construction of a digital ecosystem. The aim is to develop student's abilities to expand skills in collaborative learning activities to build and share knowledge in a social context. This interaction when expanded to large groups of participants of different nationalities bumps into implementation difficulties arising from geo-cultural characteristics. Our work deals with the analysis of these characteristics to allow the expansion of virtual learning environments for large groups of students. This concern with the specific characteristics of students from different regions is one of the major obstacles to the implementation of Massive open online courses (MOOC).

Keywords: virtual learning environments, learning trajectories, geo-cultural, adaptivity.

O sucesso de um sistema interativo, tal como a Web e suas aplicações, é determinado pela satisfação dos usuários. Em consequência, estes sistemas são profundamente afetados pela facilidade de uso e minimização de eventuais erros de acesso, buscando aplicar ao seu desenvolvimento critérios de usabilidade na perspectiva de seus usuários. Desta forma o conteúdo e a estrutura do material disponibilizado na Web influenciam diretamente a experiência de usuário e devem ser adaptados às necessidades e características dos mesmos. A adaptação de sites Web permite minorar esse problema, apresentando os conteúdos ou a estrutura dos sites de acordo com o perfil de um usuário, perfil que pode ser modelado por diferentes classes de usuários e com as características regionais do público alvo. A adaptação é realizada pelo relacionamento de informações sobre o domínio da aplicação com informações sobre o perfil dos usuários, empregando conjuntos de regras de adaptação.

Ao logo do tempo, acumulam-se registros sobre o comportamento dos diferentes grupos de usuários. Esse conjunto de informações, quando minerado, permite estabelecer padrões de comportamento dos usuários relacionados com suas características de cultura geolocalizada. A mineração de padrões de comportamento na Web tem por objetivo a descoberta automática ou semiautomática de padrões de acesso gerados por usuários de sites Web de tal forma que esta informação possa ser utilizada em sistemas de recomendação ou sistemas voltados à personalização de ensino ou de acesso a conteúdos. Nesse sentido, ao se conhecer as sequências de interação previstas para os diferentes grupos de usuários, é possível a implementação de ambientes Web de forma mais adaptada às suas características pessoais e não limitada aos mesmos conteúdos e formas de navegação. Em se tratando de Ambientes

Virtuais de Aprendizagem (AVA), como o Moodle, o conteúdo e sua estrutura podem ser adaptados de maneira a oferecer uma experiência de aprendizagem mais agradável e adequada a cada usuário (aluno). Essa adaptação torna-se ainda mais relevante em se tratando de Cursos Online Abertos e Massivos, também conhecidos por MOOC (do inglês *Massive Open Online Course*) e ambientes que envolvem alunos de diferentes países e culturas.

Diante disso, este artigo apresenta a continuidade da pesquisa, inicialmente apresentada em Santos et al., 2011, que possui como principal objetivo melhorar a experiência de aprendizagem dos alunos através de uma abordagem intencional do processo e de uma análise comparativa dessa abordagem diante de grupos de estudantes culturalmente e geograficamente distintos. Para tanto, realizou-se um levantamento a respeito das variáveis a serem monitoradas para determinação dos padrões de navegação apresentados por alunos em AVA. Em seguida foi desenvolvido um objeto de aprendizagem sendo, após, oferecido a diferentes grupos geograficamente e culturalmente distintos sendo um argentino, um brasileiro e um uruguaio. Este objeto de aprendizagem contém 57 unidades de apresentação e três módulos de questionários.

FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL

A mineração de padrões de comportamento na Web tem por objetivo a descoberta automática ou semiautomática de padrões de acesso gerados por usuários de sites Web de tal forma que esta informação possa ser utilizada em sistemas de recomendação ou sistemas voltados à personalização de ensino ou de acesso a conteúdos. Os dados utilizados normalmente são extraídos dos registros de acesso do próprio servidor Web foram obtidos do ambiente Moodle. Uma das vantagens deste tipo de coleta de dados é permitir a abordagem de mineração de dados como fonte para a geração de modelos dos usuários de determinado site Web, dado a facilidade para obtenção dos dados, gerados automaticamente durante o acesso às páginas de um site Web. Este conjunto de dados precisa de tratamento específico para que possa ser utilizado no processo de mineração, sendo que existem limitações conhecidas no uso destas informações, tais como a dificuldade de tratamento por serem de natureza não numérica e os problemas de comunicação. Em geral estas situações são tratadas na etapa de pré-processamento dos dados, anterior à etapa de descoberta de padrões. No caso deste trabalho, o pré-processamento permite a geração dos dados para a posterior geração de agrupamentos e regras de associação, além da mineração de padrões frequentes.

De forma resumida, a adaptação é realizada relacionando-se informações sobre o domínio da aplicação com informações sobre o perfil de navegação dos usuários. Dentre as abordagens conhecidas, existe um contínuo de opções, variando desde cadastros de informações preenchidos manualmente, entrevistas, até a aquisição automática de informações com acompanhamento do comportamento navegacional e das interações na Web. Outro ponto fundamental de pesquisa nesta área está ligado à construção das aplicações, sendo que recursos da Web Semântica, como ontologias de domínio ou anotações semânticas de conteúdo podem ser observados no desenvolvimento de sistemas de Hiperídia Adaptativa. Os principais motivos para tal podem ser associados com a inerente flexibilidade, capacidade de compartilhamento e possibilidades de extensão destes recursos. Este trabalho descreve uma arquitetura para a aquisição de perfis de classes de usuários, a partir da mineração do comportamento navegacional.

Atualmente, tanto os pesquisadores da área de Interação Humano-Computador (IHC) e de Informática na Educação reconhecem que a usabilidade é um critério de qualidade importante para os AVA (Gasparini et al., 2010). A usabilidade pode ser definida pela eficiência, eficácia e satisfação pela qual um usuário específico consegue alcançar objetivos específicos em um contexto de uso particular (ISO 9241-11, 1998). Como os AVA são normalmente utilizados por uma grande variedade de alunos com diferentes habilidades, formação, preferências e estilos de aprendizagem, uma forma desses sistemas fornecerem usabilidade é serem adaptativos e personalizados, adotando diferentes estratégias. No caso de MOOC, com grande abrangência geográfica, soma-se o problema das diferentes percepções e hábitos de trabalho desenvolvidos em cada região geográfica considerada. O problema nas abordagens atuais de ensino é que as mesmas são, em sua grande maioria, baseadas em cenários pré-definidos, apresentando o conteúdo de forma homogênea e com um único esquema de navegação para todos os alunos. Esse problema de usabilidade, consequência da padronização dos conteúdos, é crítico para o projeto de sistemas educacionais.

Sistemas Adaptativos (SA) são sistemas capazes de executar algum tipo de personalização. SA adaptam dinamicamente o conteúdo, envolvendo sua camada de apresentação e também sua estrutura de navegação, mas também modificam a assistência que é oferecida aos usuários, levando em conta seus perfis, procurando minimizar os problemas de usabilidade encontrados em sistemas convencionais baseados na Web. A adaptação pode ser feita modificando-se apresentações e formas de acesso preestabelecidas ou construindo-as com partes de informação (Koch, 2001).

Para prover adaptação, um SA monitora o comportamento do usuário. No caso de SA educacionais, o conhecimento do aluno é a característica mais importante a ser monitorada, mas suas ações de navegação e o seu perfil também são importantes, e esses elementos são dinâmicos sendo, portanto, importante analisar sua evolução. Em se tratando do conhecimento do aluno, as alternativas consistem em utilizar questionários ou testes para ter uma noção mais exata do seu estado, mas a maior parte da adaptação é baseada nas suas ações de navegação e, possivelmente, também no comportamento de outros usuários (De Bra, 1999).

Usuários de AVA têm o objetivo prioritário de aprender algo. Dessa forma, devem poder navegar pelos conteúdos de forma eficiente, tanto no sentido navegacional quanto em termos de alcançar seus objetivos educacionais. Uma maneira de tornar essa navegação mais simples consiste em estruturar cuidadosamente o conteúdo a ser aplicado. Vários estudos mostram que o suporte à navegação adaptativa pode aumentar a velocidade de navegação e de aprendizado, enquanto a apresentação adaptativa pode melhorar o entendimento do conteúdo instrucional (Maybury e Brusilovsky, 2002).

Os SA devem satisfazer três critérios: (i) lidar com hipermídia, (ii) possuir e manter um modelo de usuário, e (iii) serem capazes de se adaptar ao usuário utilizando esse modelo (Brusilovsky, 1996). A visão clássica do laço de adaptação de um sistema hipermídia ao modelo de usuário é a seguinte: o usuário (no caso, o aluno) acessa o sistema e, durante sua interação com o sistema, o sistema coleta informações sobre esse usuário. Em seguida, o sistema inicia dois processos: um que verifica o conteúdo a ser estudado pelo aluno e outro que analisa novas descobertas sobre o aluno para identificar atualizações em seu estado. Posteriormente, essas informações são tratadas no mecanismo que realiza o efeito de adaptação, mostrando a interface, tanto na sua apresentação quando na sua navegação, de forma adaptada a cada usuário.

A adaptação pode ocorrer em dois níveis, chamados respectivamente de apresentação adaptativa e de navegação adaptativa (Brusilovsky, 1996). A apresentação adaptativa pode ainda ser subdividida nas adaptações de conteúdo e adaptações de interface. A adaptação da navegação possui diversas técnicas para prover o efeito adaptativo: a orientação direta, a classificação de *links*, a ocultação de *links*, a remoção de *links*, etc. A ideia por trás dos SA é, portanto, oferecer uma interface diferenciada a cada usuário, criando uma estrutura e um conteúdo personalizado, modelado de acordo com suas características específicas, ou seja, nos SA os usuários acessam interfaces cujo estilo, conteúdo, recursos e *links* são dinamicamente

selecionados entre diversas possibilidades, reunidos e apresentados conforme seus objetivos, necessidades, preferências, conhecimentos, comportamento, etc.

Nesse artigo, o interesse central consiste em analisar o comportamento dos usuários em diferentes culturas e localidades. Para tanto, uma área importante é a mineração de padrões de comportamento na Web. Essa área tem por objetivo a descoberta automática ou semiautomática de padrões de acesso gerados por usuários de sites. Os dados utilizados normalmente são extraídos dos registros de acesso do próprio servidor Web ou então gerados a partir de inclusões específicas de código nas páginas de um site. Uma das vantagens deste tipo de coleta de dados é permitir a abordagem de mineração de dados como fonte para a geração de modelos dos usuários de determinado site Web, dada a facilidade para obtenção dos dados, gerados automaticamente durante o acesso às páginas.

Cabe salientar que a navegação do aluno pode ser associada ao conceito de trajetória (ou trilha) de aprendizagem, e está normalmente associada ao caminho percorrido pelo usuário. Nesse contexto, o caminho é o conjunto de passos dado pelo usuário ao interagir com o ambiente. Identificar a sequência de passos auxilia na mineração de padrões por identificar os elementos mais acessados e em que ordem. Auxilia também na identificação de padrões de comportamento e grupos de usuários associados.

Caso o final de uma trajetória tenha um objetivo mensurável, é possível ainda avaliar se a sequência de passos é frutífera ou não. Com isso, quando um usuário inicia sua interação com um sistema qualquer, pode-se prever o caminho que ele está tomando e antecipar seu resultado. Por exemplo, os caminhos dos alunos que não tiveram bom desempenho em uma disciplina podem servir para reencaminhar os próximos. Caso seja um caminho associado a um mau resultado o mesmo pode ser adaptado (ou o usuário pode receber sugestões ou recomendações) de maneira a direcioná-lo a uma trajetória mais adequada, com resultados melhores.

Outro aspecto da trajetória diz respeito ao caminho seguido por um usuário em um ambiente geolocalizado. Tomando-se como base a posição do usuário e a posição de cada recurso ou entidade, é possível identificar aqueles mais adequados ao seu perfil, recomendando elementos relacionados. Também é possível traçar “caminhos” adequados às intenções do usuário, levando em conta diferentes dimensões contextuais, como gostos, preferências, tempo disponível, entre outros.

Esse conjunto de dados coletado necessita de tratamento específico para que possa ser utilizado no processo de mineração. Em geral, estas situações são tratadas

na etapa de pré-processamento dos dados, anterior à etapa de descoberta de padrões. Por esse motivo, é importante a existência de um ambiente preparado para suportar a monitoração e a coleta dos dados de interação dos alunos por meio, por exemplo, de um cenário de uso. Esses são descritos nas seções seguintes.

AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

A arquitetura apresentada neste trabalho visa analisar mais profundamente os padrões comportamentais dos alunos enquanto navegam na estrutura de objetos educacionais contidos em um AVA. Essa análise tem o propósito de adaptar a estrutura de navegação existente a partir das reais necessidades e preferências dos alunos, desde a navegação livre e exploratória, em que o aluno possui vários caminhos a serem explorados e pode selecionar o percurso livremente, até a navegação orientada, aquela onde o professor pode selecionar tópicos com pré-requisitos nos quais os alunos devem seguir uma orientação e obter conhecimentos básicos antes de aprender novos conceitos.

Os diferentes tipos de navegação permitem a adaptação ao perfil de alunos, ou seja, se um aluno já possui conhecimento acerca do assunto ele pode avançar para o conteúdo seguinte, sem ter a necessidade de acessar o conteúdo que ele já conhece. Da mesma forma, para o aluno que não possui conhecimento acerca de um determinado assunto, o ambiente pode orientá-lo através dos recursos de navegação. Os diferentes tipos de navegação também auxiliam os diferentes estilos cognitivos que os estudantes possuem, por exemplo, alunos dependentes de campo preferem uma navegação mais guiada e orientada, com caminhos mais lineares, enquanto os alunos independentes de campo preferem uma navegação mais livre e exploratória, com trajetórias não lineares (Chen, 2002).

Desta forma, no desenvolvimento da aplicação é feito um registro da interação do aluno com o conteúdo da disciplina oferecida. Neste trabalho, optou-se por uma alternativa criada especificamente para o ambiente Moodle. O Moodle foi escolhido por ser um AVA aberto (*open source*), que possui diversos recursos e permite comunicação síncrona (interação em tempo real) e assíncrona (interação em momentos distintos) entre os participantes (Moodle, 2013). O Moodle é largamente usado em cursos totalmente à distância, semipresenciais ou como ferramenta de comunicação, gerenciamento e organização de conteúdo em cursos presenciais.

Apesar de muito utilizado, o ambiente Moodle apresenta potencial de personalização limitado do ponto de vista metodológico, pois, segundo Limongelli, Sciarrone e Vaste (2011), sua interface só pode ser adaptada em relação aos “temas”

usados. Além disso, ele não permite realizar filtragem detalhada do comportamento do aluno, dificultando a análise e a descoberta de padrões. Por isso, neste trabalho foi desenvolvida uma extensão para o ambiente Moodle que possibilita a coleta das ações desempenhadas pelo aluno. Esta extensão foi implementada na forma de um *plug-in*, o qual permite extensão de suas funcionalidades para atender aos requisitos do projeto. A partir da coleta das ações do aluno é possível analisar sua trajetória no ambiente e, em consequência, obter uma melhor compreensão das particularidades navegacionais de cada aluno ou grupo de alunos.

A arquitetura é apresentada na Figura 1, onde se pode visualizar a comunicação do ambiente com o *plug-in* desenvolvido. O *plug-in* está relacionado a uma API (*Application Program Interface*) de monitoramento que, por sua vez, acessa o banco de dados do próprio Moodle (o armazenamento dos dados monitorados é, portanto, alocado conjuntamente ao banco de dados gerenciado pelo Moodle).

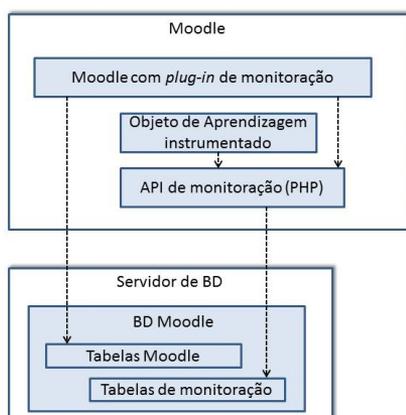


Figura 1. Arquitetura de extensão no ambiente Moodle

A API descrita faz uma separação entre a estratégia aplicada para a detecção de eventos e o mecanismo usado para gravá-los. Essa separação permite sua posterior aplicação em outras arquiteturas, onde os eventos possam ser, por exemplo, armazenados em sistemas externos e combinados a eventos originados em outras fontes (por exemplo, outros AVA). Nesta extensão, o ambiente continua com sua funcionalidade normal, mas é feito um armazenamento intensivo dos eventos ocorridos no ambiente e armazenamento desses em tabelas criadas especificamente para isso.

Com relação à obtenção dos dados, as variáveis a serem observadas constam na verdade de todos os eventos ocorridos no ambiente educacional, produto direto da ação do aluno. Eventos são responsáveis por armazenar e tratar todas as mudanças ocorridas em qualquer situação que esteja ocorrendo no momento (Bouzeghoub, Do e Lecocq, 2007). Em McCarthy (2002), conceitos relativos a evento e ações são definidos de forma relacionada, onde dois tipos de eventos são relacionados: eventos internos, relativos a axiomas que determinam as condições para a ocorrência de um evento; e eventos externos, os quais resultam diretamente de ações. Para McCarthy, todos os eventos são descritos e resultam de axiomas formais, mas eventos externos envolvem axiomas de ação (efeito), i.e., eventos que terão efeito na ocorrência de um resultado r de um evento e (uma ação).

Este trabalho se trata da interpretação de eventos externos, isto é, eventos que resultam de ações diretas, desempenhadas pelos alunos. De forma simples, eventos são definidos pela ocorrência ou não de determinadas ações no ambiente. Existem ações diretas, isoladas, e ações indiretas, que devem ser analisadas em conjunto por possuírem significados mais expressivos no desenvolvimento da tarefa do aluno. Para facilitar a compreensão, alguns exemplos de eventos significativos no monitoramento são: início e fim de sessão de usuário; início e fim de atividade ou tarefa; acesso a recurso; tipo de recurso acessado, etc. Após desenvolvimento da extensão para o Moodle, foi necessário realizar a instrumentalização das páginas que fornecem do conteúdo instrucional ao aluno, de forma a se adequarem à realização de análise e monitoramento. As próximas seções apresentam esta etapa de instrumentalização, além da determinação e obtenção dos valores das variáveis-chave usadas para a análise das trajetórias navegacionais dos alunos das diferentes culturas envolvidas no experimento.

INSTRUMENTALIZAÇÃO DE PÁGINAS PARA MONITORAMENTO

O conteúdo instrucional é composto de vários recursos, constituindo um Objeto de Aprendizagem. Objetos de Aprendizagem (OA) podem ser definidos como “qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado por tecnologias” (IEEE LTSC, 2002).

Considerando as características intrínsecas dos OA assim como os princípios de aprendizagem multimídia (Mayer, 2009) e os aspectos inerentes à interface de conteúdo eletrônico, nesse estudo, seus elementos foram organizados de forma a diminuir a sobrecarga cognitiva e permitir a reusabilidade. Com base nisso, e considerando o *plug-in* de monitoração desenvolvido (que monitora acesso à páginas e recursos disponibilizados no ambiente Moodle), o OA desenvolvido

possibilita acesso individual a cada elemento que o compõe, de forma a permitir a reusabilidade e a monitoramento dos eventos relacionados a cada elemento. Nesse caso, utilizou-se HTML e *Javascript* a fim de realizar a integração de seus elementos (textos, imagens, vídeos, etc.), quando necessário.

Além de diminuição da carga cognitiva, a instrumentalização do conteúdo em elementos menores e autocontidos permite melhor monitoramento da trajetória do aluno pelo *plug-in* desenvolvido, pois cada passo da navegação entre estes elementos é definido como um evento significativo ao monitoramento.

A Tabela 1 apresenta o conteúdo instrucional do curso “*Risco e Danos na Internet*”, desenvolvido especialmente para os experimentos. Os recursos foram divididos em 57 unidades, as quais foram agrupadas de forma que os alunos pudessem acessar os questionários sobre um determinado conjunto de tópicos a qualquer momento da navegação pelo conteúdo. Para realização dos experimentos, o conteúdo do curso foi elaborado tanto em espanhol quanto em português.

Temas	Tópicos abordados
Computador inseguro	<ul style="list-style-type: none">- o computador na rede hoje- as ameaças- inimigos do computador- inimigo número um: o usuário- inimigo número dois: software de má qualidade- inimigo número três: código malicioso- inimigo número quatro: os <i>hackers</i>- inimigo número cinco: spam- <i>malware</i>- código malicioso: vírus- código malicioso: vermes (<i>worms</i>)- código malicioso: <i>backdoors</i>- código malicioso: cavalos de Tróia- código malicioso: <i>spyware</i>- referências
Questionário sobre computador inseguro	3 questões relacionadas ao tema computador inseguro

Temas	Tópicos abordados
Senhas e outros recursos	<ul style="list-style-type: none"> - senhas - lembrando de senhas - dicas de segurança - senha segura - senha adequada - alvo fácil - boa senha - roubo de senha - como uma senha é roubada? - prevenção contra roubo de senha - <i>phishing</i> - lidando com e-mail - risco com e-mail: mensagens recebidas - risco com e-mail: mensagens falsas - risco com e-mail: mensagens enviadas - referências
Questionários sobre Senhas e outros recursos	2 questões relacionadas ao tema Senhas e outros recursos
Convivendo com riscos: prevenção	<ul style="list-style-type: none"> - prevenção - lista parcial de dicas de prevenção - atualização de software - atualização de software: motivo - antivírus - firewall - educação do usuário - desconfiança e ceticismo - más companhias - combate ao SPAM - programas antivírus - antivírus livres e comerciais - mantenha um antivírus atualizado - <i>firewall</i> - <i>firewall</i> pessoal - vantagens de um <i>firewall</i> - o que um <i>firewall</i> pode fazer? - o que um <i>firewall</i> não pode fazer? - problemas com <i>firewall</i> - últimas dicas - referências
Questionário sobre convivendo com riscos: prevenção	2 questões relacionadas ao tema convivendo com riscos: prevenção

Tabela 1. Conteúdo instrucional do curso desenvolvido para os experimentos

VARIÁVEIS E DADOS PARA OBSERVAÇÃO

Com relação aos dados a serem monitorados, são analisadas todas as informações que podem influenciar na descoberta do estilo navegacional apresentado pelos alunos. Começando em um nível mais alto de abstração, as variáveis a serem observadas para caracterização do estilo navegacional, neste trabalho, são as seguintes:

- Percentual – frequência relativa (acessos) aos recursos disponibilizados.
- Velocidade – distância percorrida por unidade de tempo, isto é, cálculo médio entre os acessos aos recursos e tempo médio despendido em cada um deles.
- Duração – período de tempo despendido com os recursos escolhidos.
- Extensão – um intervalo de distância ou quantas vezes interagiu com os recursos escolhidos.
- Intensidade – magnitude (caracterizado por um número absoluto, positivo ou negativo) de interações com determinado recurso.

As variáveis descritas acima são produto de uma análise dos dados brutos obtidos no ambiente, com intuito de descobrir o estilo navegacional do aluno. Os dados realmente monitorados devem ser específicos para derivação dessas variáveis. O ambiente Moodle permite a coleta dos seguintes dados: dados de identificação do aluno (nome, idade); nota na tarefa executada; número de tentativas realizadas; tempo transcorrido no exercício (tempo como um todo, isto é, caso seja uma lista de exercícios, tempo para a lista completa); *status* no desenvolvimento (abandono ou completo); classificação. Como os dados listados são produtos de uma análise geral do desenvolvimento do aluno, com intuito de classificar seu andamento ao final do desenvolvimento da tarefa, dados obtidos pela ação do aluno durante esse desenvolvimento não são coletados, tais como: troca de recursos no decorrer do processo; quais recursos foram acessados durante a sessão; se o aluno retornou aos recursos; histórico de acesso das páginas e como foi seu andamento (o que acessou e em que ordem); entre outros. Dessa forma, as variáveis apresentadas são detalhadas em relação aos dados que são armazenados para determinação de cada uma delas:

- Percentual e Intensidade – necessário armazenar a identificação de todas as páginas analisadas pelo aluno durante uma sessão. Esta identificação está ligada ao tipo de página acessada, como um metadado de um OA. Essa frequência

relativa de acesso às páginas de mesmo tipo é calculada e armazenada após o término de cada sessão.

- Latência – para este cálculo, deve-se armazenar o instante de tempo (*timestamp*) em que o aluno é colocado frente ao estímulo e o momento específico em que ele opta pelo acesso ao recurso.
- Velocidade e Duração – as duas variáveis podem ser calculadas conhecendo-se os momentos de entrada e saída das páginas.
- Extensão – número de vezes em que o aluno acessa algum dos recursos disponibilizados na página ou que acessa e encerra a página escolhida.
- Cabe salientar que, pela quantidade de alunos ser diferente em cada região, os dados foram normalizados (pelo tamanho, i.e., quantidade de alunos) para que pudessem ser comparados.

EXPERIMENTOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os experimentos foram realizados com intuito de monitorar o comportamento do usuário e sua trajetória em uma disciplina no AVA Moodle. Esses experimentos foram realizados em três países: Brasil, Argentina e Uruguai, no âmbito do projeto PROSUL 08/2010 “*Avaliação multicultural do comportamento em ambiente Web*”, e contou com a participação de alunos de graduação universitária. Os participantes do Brasil eram alunos do 10 semestre de Computação, já os da Argentina e do Uruguai eram de outros cursos, sem relação alguma com a área de Computação. A Tabela 2 mostra a quantidade de alunos por região.

País/Cidade	Número de participantes
Brasil/Joinville	30
Uruguai/Montevideo	17
Argentina/La Plata	6

Tabela 2. Número de participantes em cada país

Como a quantidade de participantes variou muito entre os diferentes grupos, para que os resultados pudessem ser comparados, fez-se uma normalização de escala nos mesmos. Antes, porém, de continuar com a descrição dos resultados, é importante descrever o conteúdo utilizado e como o mesmo foi estruturado. O conteúdo do experimento consiste de um pacote SCORM (*Sharable Content Object*

Reference Model) contendo 57 recursos (páginas que incluem textos, imagens e *links* para outros recursos). Os recursos foram organizados em três módulos ou sessões. Ao final de cada sessão, há um questionário de avaliação, corrigido automaticamente pelo ambiente.

A forma de apresentação dos conteúdos pode ser vista na Figura 2, onde se pode perceber que os participantes podem navegar sequencialmente pelo conteúdo, pois há uma sequência lógica sequencial que pode ser percorrida através de botões de avanço e retrocesso, disponíveis na barra de navegação. Os participantes podem, ainda, percorrer livremente o conteúdo, saltando diretamente para qualquer página, através do índice de recursos, que está sempre visível do lado esquerdo do painel principal de conteúdo. Ícones disponíveis no índice indicam quando um recurso já foi visitado e quando os questionários foram corretamente ou incorretamente respondidos.



Figura 2. Estrutura do conteúdo

A Tabela 3 apresenta a duração de cada experimento. Esse tempo de duração de cada experimento não inclui as explicações iniciais pra os alunos, mas somente o tempo de execução e utilização dos materiais enquanto eles estavam no ambiente

Moodle, desde sua primeira interação com o sistema até a finalização do curso pelo aluno.

País/Cidade	Duração do experimento
Brasil/Joinville	39 minutos
Uruguai/Montevidéo	36 minutos
Argentina/La Plata	35 minutos

Tabela 3. Duração total do experimento em cada país

As Figuras 3, 4 e 5 mostram os grafos direcionados que retratam os caminhos seguidos pelos alunos de cada um dos países em cada experimento. Os nós (nodos) do grafo representam páginas de conteúdo. As cores identificam seções (os questionários têm uma cor mais forte e uma letra “q” em seu rótulo). Um *link* direcionado entre dois nós indica que um participante navegou a partir da página que é a fonte do *link* para a página de destino do *link*. Quanto mais participantes tomaram um mesmo caminho, mais espessa é a seta para representá-lo. O diâmetro de um nó indica o número de visitas (quanto maior o nó, mais visitas).

No grupo brasileiro, 71% de todos os saltos foram em sequência, e 29% deles não foram. A Figura 3 mostra que os questionários frequentemente atuaram como pivôs (especialmente o primeiro, q17). Uma possível causa desta ocorrência é a busca direta dos alunos aos questionários, sem a leitura prévia e compreensão do conteúdo do material educacional. Desta forma, no momento em que os alunos tentam responder cada uma das perguntas do questionário da sessão, precisam saltar novamente para as partes do conteúdo que tratam do tema específico sendo questionado.

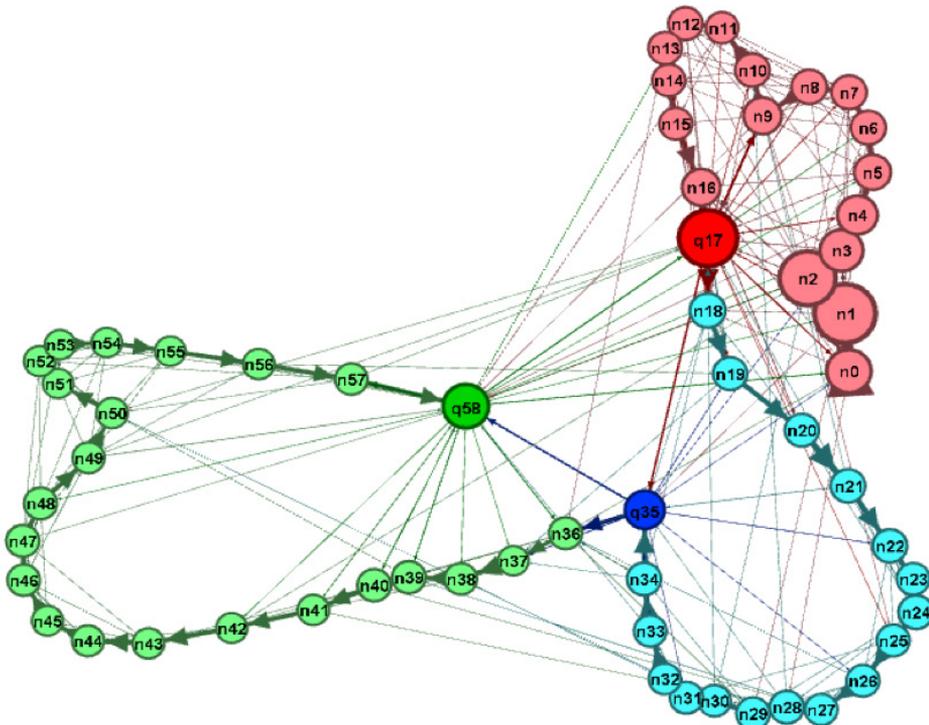


Figura 3. Padrão navegacional do experimento com alunos brasileiros

No grupo uruguaio, 96% dos saltos foram em sequência, enquanto apenas 4% não o foram. A Figura 4 mostra que, para os poucos saltos observados fora da sequência natural de tópicos apresentados, os questionários atuaram como pivôs. Esta figura também mostra que o comportamento dos alunos uruguaiois foi mais sequencial do que o dos brasileiros.

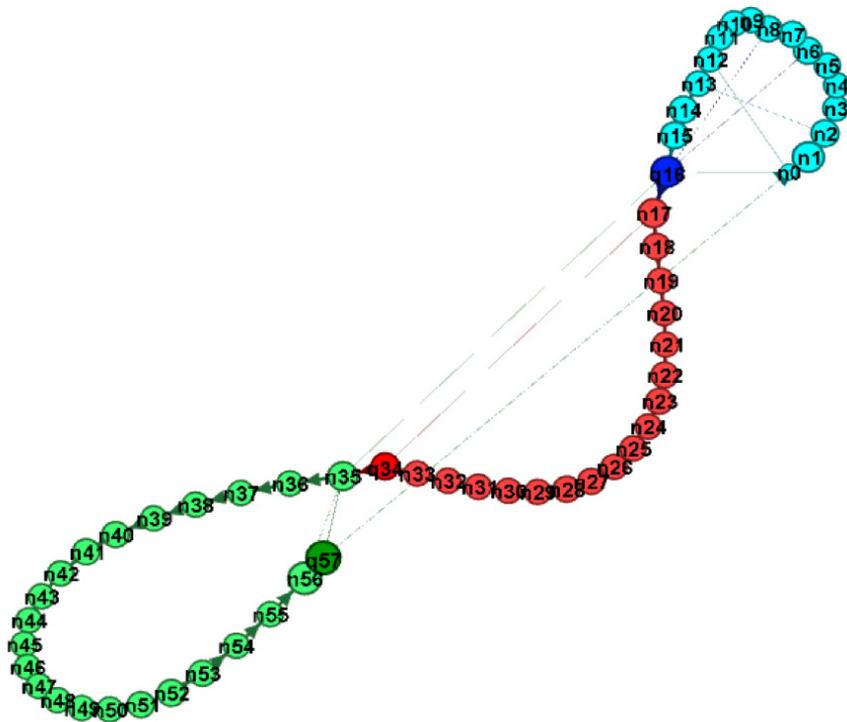


Figura 4. Padrão navegacional no experimento com alunos uruguaios

No grupo da Argentina, 86% de todos os saltos foram em sequência, enquanto 14% não foram. A Figura 5 mostra que a sequência de saltos não segue um padrão particular, apesar de ser mais sequencial do que o padrão apresentado pelos brasileiros.

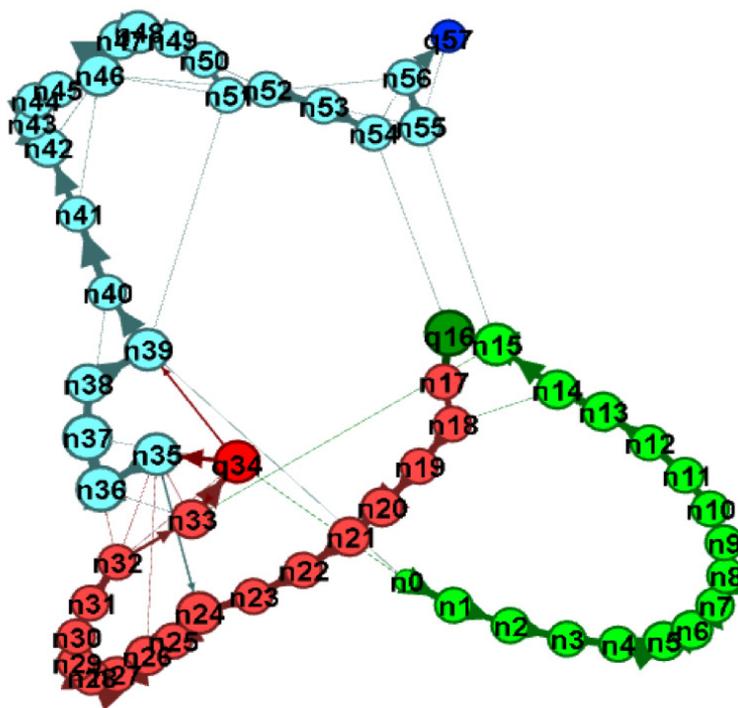


Figura 5. Padrão navegacional no experimento com alunos argentinos

Observando as Figuras 3 a 5 apresentadas, percebe-se que o comportamento do grupo brasileiro foi mais exploratório do que o comportamento dos grupos argentinos e uruguaios. Se de um lado isso foi verificado, do outro lado do *spectrum* verificou-se que os uruguaios têm uma tendência a observar a hierarquia e sequência do material. Observou-se também que os brasileiros tiveram uma preocupação em observar o questionário e depois irem para os materiais relacionados ao assunto abordado neste questionário, tendo um comportamento orientado a tarefa a ser realizada. Acredita-se que os brasileiros sejam mais afoitos, buscando diretamente os questionários e retornando ao material quando percebem a necessidade de apoio no conteúdo apresentado. Pelo número de visitas a cada nodo, o mesmo comportamento é verificado.

A Figura 6 mostra o tempo médio de permanência dos alunos em cada um dos tópicos do OA, sendo apresentados, no eixo vertical, os tempos de permanência (em segundos) e, no eixo horizontal, o título de cada um dos tópicos do conteúdo instrucional. Em relação ao tempo médio gasto pelos participantes em cada nodo (i.e.,

Para permitir a comparação visualizada na Figura 7, a intensidade foi normalizada para o número de participantes em cada experiência ('1' indica que o nó recebeu a mesma quantidade de visitas que o total de participantes no experimento).

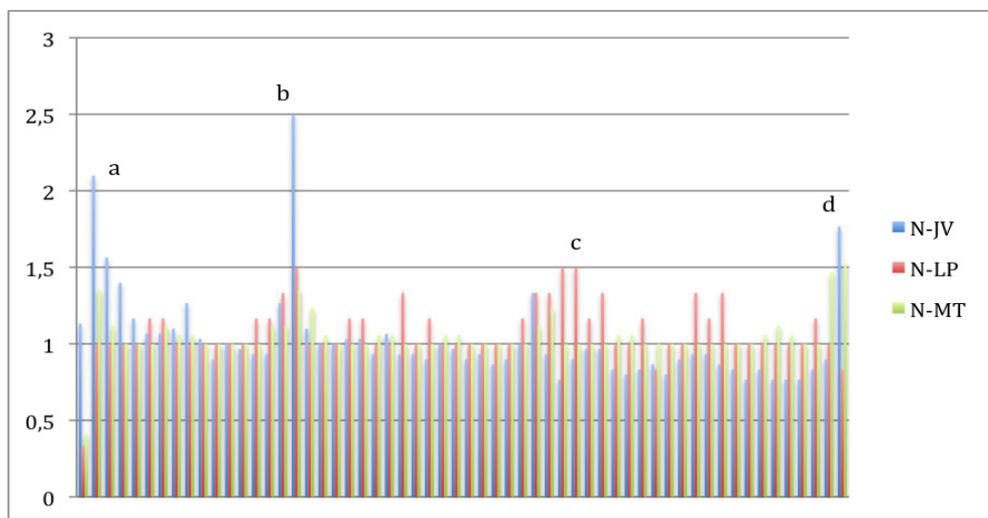


Figura 7. Gráfico com a intensidade de visitas a cada um dos nós (tópicos)

Existem quatro saltos distintos na Figura 7. O primeiro salto (a) refere-se principalmente a estudantes de Joinville (Brasil) e Montevideu (Uruguai), representando acessos às primeiras páginas do material do curso. O salto (b) é distintamente mais alto para estudantes de Joinville, e representa acessos ao primeiro questionário. O salto (c) envolve os usuários de La Plata (Argentina), e se refere aos acessos para o primeiro tema, sobre “Lidar com riscos: prevenção”. O salto (d) envolve estudantes de Joinville e Montevideu. Ele se refere ao acesso ao último questionário.

A Figura 7 também mostra que, para os alunos de Montevideo e de La Plata, a intensidade permanece em 1 ou acima de 1 para a maior parte das páginas. Para os alunos de Joinville, a intensidade diminui à medida que o curso progride, com exceção dos questionários. Os padrões de intensidade observados sugerem que os estudantes de Joinville tentaram resolver os questionários antes de visualizar todo o conteúdo do curso. Esta observação é consistente com os padrões de navegação observados.

Em relação à velocidade (i.e., duração das seções), os histogramas das Figuras 8, 9 e 10 mostram a distribuição dos tempos das sessões para os três experimentos.

Embora o número de participantes em La Plata seja muito pequeno para que se possam traçar conclusões, seu histograma mostra que o tempo gasto para completar os exercícios é similar aos demais experimentos. Nos resultados apresentados, o tempo médio para se completar os exercícios é de mais de 40 minutos para alunos de Joinville e menos de 30 minutos para alunos de La Plata e de Montevideú. Acredita-se que esta diferença pode estar relacionada ao fato de que os alunos de Joinville revisitaram conceitos diversas vezes após visualizarem os questionários, até que fossem capazes de responder aos questionários. Esses alunos apresentaram maiores tempos de sessão.

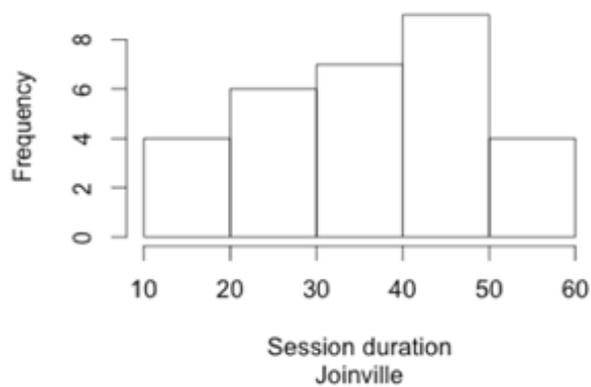


Figura 8. Distribuição dos tempos das sessões do experimento no Brasil

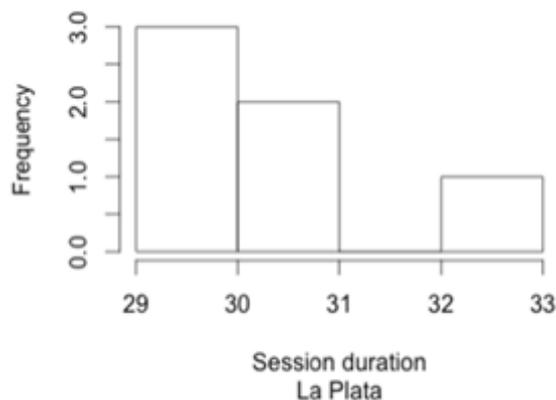


Figura 9. Distribuição dos tempos das sessões do experimento na Argentina

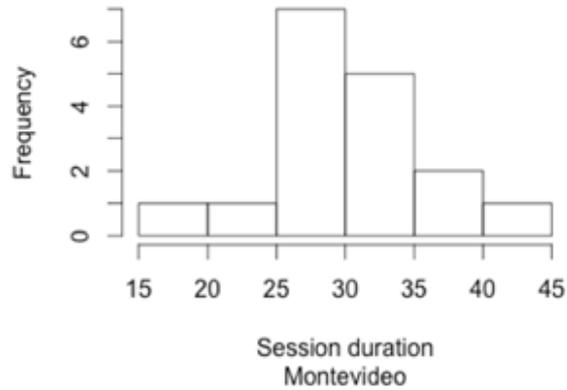


Figura 10. Distribuição dos tempos das sessões do experimento no Uruguai

Para apoiar ainda mais as observações realizadas, foram comparados os caminhos seguidos pelos alunos que apresentaram sessões com duração inferior a 30 minutos (Figura 11(a)), com os caminhos seguidos pelos alunos que apresentaram sessões com duração superior a 30 minutos (Figura 11(b)). Os nodos vermelhos representam os questionários. A Figura 11(a) mostra uma tendência mais forte para caminhos sequenciais em cada unidade de conteúdo. Além disso, a Figura 11(b) sugere que os alunos apresentaram uma forte tendência a comutar entre o questionário e os vários nós de conteúdo no primeiro grupo de unidades (parte superior da Figura 11(b)), alternando ligeiramente na direção da finalização do material.

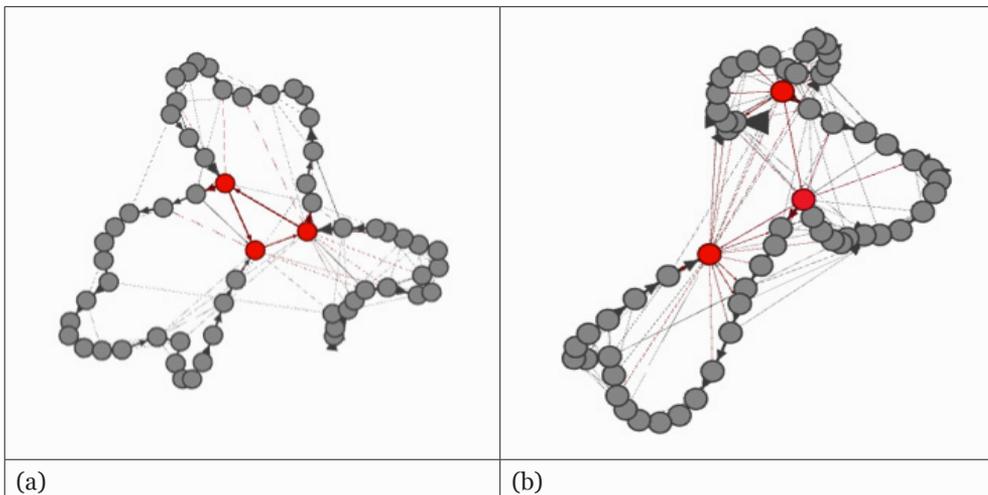


Figura 11. (a) Sessões com menos de 30 minutos e (b) sessões com mais de 30 minutos

CONCLUSÕES

Um sistema adaptativo educacional demanda uma investigação de equipes multidisciplinares, tais como: pesquisadores da área psico-pedagógica, que indicam os diferentes estilos cognitivos e sua relação com o processo de ensino-aprendizagem; os especialistas de conteúdo, que proporcionam o conteúdo instrucional de maneira estruturada e clara para o aluno; os *webdesigners* que auxiliam no desenvolvimento da interface em conjunto com os projetistas do sistema inteligente/adaptativo, permitindo uma adaptação de apresentação e navegação no sistema. Esse é um grande desafio, não somente para a produção de conteúdo e ambiente adaptado a cada perfil do aluno, mas também em relação aos requisitos e ao desenvolvimento em equipe de um curso focado a diferentes culturas e perfis.

Essa pesquisa contou com a participação de pesquisadores de três países diferentes, que atuaram em conjunto em todas as etapas, desde o planejamento, desenvolvimento e experimentação. Para tanto, foi necessária a escolha de um tópico de natureza técnica a ser abordado, evitando algum viés cultural (tópico sobre “*Riscos e Danos na Internet*”). O material usado nos experimentos foi desenvolvido com base no material de aula de um professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e da “Cartilha de Segurança para Internet”, oferecida pelo Centro de Estudos, Resposta e Tratamento de Incidentes de Segurança no Brasil¹. As fases de preparação do ambiente Moodle e do material instrucional ocorreram em paralelo, seguidas pela fase de elaboração da metodologia a ser aplicada nos experimentos.

A questão cultural ainda é um tema pouco explorado em ambientes de aprendizagem, porém, com o advento dos MOOCs, percebe-se que mais estudos e experimentos devem ser explorados, visto que os cursos ofertados possuem uma enorme diversidade cultural e, desta forma, deveriam estar preparados para adaptarem suas estratégias pedagógicas e estruturas navegacionais e de conteúdos as diferentes culturas dos usuários. O objetivo deste trabalho não foi avaliar o desempenho dos alunos, nem comparar a aprendizagem dos mesmos, mas sim analisar os caminhos trilhados e a possibilidade de recomendação de novos trajetos aos estudantes, para auxiliá-los no processo de ensino-aprendizagem.

Os resultados obtidos com os experimentos serão importantes para guiar futuras investigações a serem desenvolvidas pelo grupo, pois novos experimentos devem ser feitos para que se percebam mais claramente as diferenças existentes entre estudantes dos três países avaliados. Como trabalhos futuros, pretende-se realizar outros experimentos nos países pesquisados, especialmente com grupos de teste e de controle. Dados os resultados obtidos no presente experimento, será interessante

avaliar nos futuros a possibilidade de apresentação de conteúdos de forma distinta aos alunos de diferentes países, buscando se adequar às suas preferências de navegação.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à professora Taisy Silva Weber por ceder seu material de aula para realizarmos algumas adaptações ao perfil de nosso público-alvo da pesquisa e ao CNPQ, pelo financiamento do projeto PROSUL 8/2010 “Avaliação multicultural do comportamento em ambiente Web”.

NOTAS

1. <http://cartilha.cert.br/>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bouzeghoub, A.; Do, K. N.; Lecocq, C. (2007). A Situation-Based Delivery of Learning Resources in Pervasive Learning. In Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 6 (2-3), (87-129). Special Issue on Adaptive Hypertext and Hypermedia.
- Chen, S. (2002). A cognitive model for non-linear learning in hypermedia programs. *British Journal of Educational Technology*, 33 (2), (449-460), Blackwell Publishers Ltd.
- De Bra, P. (1999). Design Issues in Adaptive Web-Site Development. *Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the WWW*, Canada. *Proceedings*.
- Gasparini, I.; Pimenta, M. S.; Palazzo M. de Oliveira, J.; Kemczinski, A. (2010). Usability in an Adaptive e-learning environment: Lessons from AdaptWeb. *IEEE Learning Technology Newsletter*, 2, (13-16).
- IEEE, L.T.S.C. (2002). *IEEE Standard for learning object metadata*. [en línea] Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html> [consulta 2013, 27 de octubre]
- ISO 9241-11 (1998). *Ergonomics requirements for office with visual display terminals (VDTs)*.
- Koch, N. P. (2001). *Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems – Reference Model, Modeling Techniques and Development Process*. Ph.D. Thesis. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Limongelli, C.; Sciarrone, F.; Vaste, G. (2011). Personalized e-learning in Moodle: the Moodle_LS System. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 7 (1), English Edition, (49-58).
- Maybury, M.; Brusilovsky, P. (2002). From Adaptive Hypermedia to the Adaptive Web. *Communications of the ACM*, New York, 45 (5), (31-33).
- Mayer, R. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press. 2 ed.
- McCarthy, J. (2002). Actions and Other Events in Situation Calculus. *Proceedings of the 8th International Conference on Principles of Knowledge Representation*

tion and Reasoning, Morgan Kaufmann Publishers, (615-628).
Moodle (s/f). *Moodle System*. [en línea] Disponível em: <http://moodle.org/about> [consulta 2013, 27 de octubre]
Santos, N. S. R. S.; Gasparini, I.; Pernas, A. M.; Palazzo M. de Oliveira, J.; Lima, José

Valdeni de; Pimenta, M. S.; Wives, L. K.; Nicolao, M.; Fernandez, A.; Barros, R. M. (2011). Monitoramento navegacional do aluno para descoberta de padrões de preferências de aprendizagem no Moodle. *Cadernos de Informática* (UFRGS), 6, (109-116).

PERFIL ACADÊMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

José Palazzo M. de Oliveira. Professor Titular do Instituto de Informática da UFRGS. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1968), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1976) e doutorado em Informática pelo Instituto Nacional Politécnico de Grenoble (1984). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de Informação, atuando principalmente nos temas: ontologia, modelagem conceitual, ensino a distância, banco de dados, sistemas de informação e sistemas na Web.

Email: palazzo@inf.ufrgs.br

José Valdeni de Lima. Graduação em Processamento de Dados pela Universidade Federal do Ceará (1978), Mestrado em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1982) e doutorado em Informática pela Université Joseph Fourier - Grenoble I (1990). Atualmente é professor Associado IV da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas Hiper mídias atuando principalmente nos seguintes temas: Aprendizagem Ubiquia, Hiperdocumentos como Objetos de Aprendizagem, Sistemas de Recomendação, Awareness, Workflow e Sistemas Cooperativos (CSCW).

Email: valdeni@inf.ufrgs.br

Leandro Krug Wives. Professor do Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, possui doutorado e mestrado na área de Ciência da Computação, ambos pelo Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) da UFRGS. Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Católica de Pelotas (UCPEL). Suas áreas de pesquisa são Sistemas de Recomendação, Recuperação de Informações e Descoberta de Conhecimento em Textos e na Web. Atua também na descoberta e na composição de serviços Web, aplicando algoritmos de recomendação e análise de similaridade.

Email: wives@inf.ufrgs.br

Ana Marilza Pernas. Graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pelotas (2002), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (2004) e doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2012). É professora da Universidade Federal de Pelotas, atuando principalmente nos temas: sistemas de informação, banco de dados, modelagem conceitual, ontologias e sensibilidade ao contexto.

Email: marilza@inf.ufpel.edu.br

Isabela Gasparini. Graduação em Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Londrina (1999) e mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2003). Atualmente é professora da Universidade do Estado de Santa Catarina e doutoranda em Ciência da Computação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Interação Humano Computador, atuando nos temas: adaptabilidade e personalização, avaliação de usabilidade, modelagem do usuário, acessibilidade, educação à distância, sistemas sensíveis ao contexto, contexto cultural.

Email: isabela.gasparini@udesc.br

Alejandro Fernández. Licenciado en Informática en la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), en la Argentina. En julio de 2005, obtuve mi doctorado en FernUnivesität Hagen, en Alemania. En 1993, me uní al LIFIA, un laboratorio de investigación de la Universidad Nacional de La Plata, en Argentina. Entre febrero de 2000 y febrero de 2004, trabajé como investigador en la división del CONCERT en Fraunhofer-ISPI, en Alemania. En febrero de 2004, volví a la Universidad Nacional de La Plata donde actualmente me desempeño como investigador y como coordinador de proyectos de transferencia de tecnología (con especial foco en servicios de formación corporativa e investigación y desarrollo). Desde 1994, me dedico a actividades de enseñanza para la Licenciatura y Masters en la UNLP, Universidad Nacional de Lujan, y Universidad Abierta Interamericana.

Email: alejandro.fernandez@lifia.info.unlp.edu.ar

Alicia Díaz. Profesora de la Universidad Nacional de La Plata y miembro del del Lifia desde 1988, donde actualmente forma parte del consejo directivo. Se graduó como Licenciada en Informática en 1992 y obtuvo su Doctorado en Informática en la Université Henry Poincaré-Nancy I (Francia) en 2005. La Dra. Díaz es autora de más de 50 artículos de investigación principalmente en las áreas de Hipermedia, Programación Orientada a Objetos, Bases de Datos y Gestión de Conocimiento. Actualmente conduce un grupo de investigación en el campo de CSCW y Semantic Web. También, ella participa activamente en eventos científicos como miembro del

comité de programas de conferencia, workshops y revisora de algunos journals. Tiene participación activa en los acontecimientos científicos como revisor para los diarios internacionales, las conferencias y los talleres. Desde 1992, es profesora de la Facultad de Informática en la Universidad de La Plata.

Email: alicia.diaz@lifa.info.unlp.edu.ar

DIRECCIÓN POSTAL DE LOS AUTORES

UFPeI,
Rua Gomes Carneiro 1, 96010-610
4o Andar, Campus Porto
Pelotas, RS, Brasil
Centro de Ciências Tecnológicas - CCT
Rua Paulo Malschitzki, s/n,
Campus Universitário Prof. Avelino Marcante
Bairro Zona Industrial Norte, 89.219-710.
Joinville, SC, Brasil
Facultad de Informática – UNLP
- 50 y 120 –
La Plata, Argentina

Fecha de recepción: 27/10/2013

Fecha de aceptación: 13/11/2013

Como citar este artículo:

Palazzo M. de Oliveira, J.; Valdeni de Lima, J.; Krug Wives, L.; Marilza Pernas, A.; Gasparini, I.; Fernández, A.; Díaz, A. (2014). Adaptatividade geocultural em ambientes virtuais de aprendizagem. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, volumen 17, n° 1, pp. 83-109.

