
Ferramentas de Suporte a Monitoração do Aluno em um Ambiente Inteligente de Ensino na Web

Maria Aparecida M. Souto
Francine Bica, Mariúsa Warpechowski,
Rosa M. Vicari, José Palazzo M. de Oliveira
Instituto de Informática - UFRGS

Renata Zanella
Alexandre Arnaldo Sonntag
CRT Brasil Telecom

Resumo

Um ambiente de ensino a distância mediado por computador impõe pelo menos três requisitos básicos a um sistema computacional: identificação do aluno remoto, rastreamento das suas interações com o material instrucional e identificação do padrão de comportamento cognitivo do aluno a partir da “observação” de suas interações com o ambiente. Este artigo apresenta um modelo de monitoração do aluno em um ambiente inteligente de ensino na Web e as respectivas ferramentas desenvolvidas para atenderem aos requisitos mencionados.

1 Introdução

Motivada pelo surgimento de tecnologias interativas sofisticadas, muitas das quais disponibilizadas pela Internet, e pela preocupação das Instituições de Ensino com a redução de custos, a tendência mundial tem sido buscar formas alternativas de ensinar. O uso dessas tecnologias bem como as vantagens do Ensino a Distância Mediado por Computador (EDMC) têm feito com que as empresas, de uma forma geral, também se motivem na busca de novas alternativas para o aperfeiçoamento de seus funcionários.

As razões que tem instigado essas Instituições a buscarem o EDMC, como uma alternativa viável são :

- • impossibilidade temporal para assistir às aulas presenciais;
- • dificuldades de deslocamento;
- • oportunidade de realizar cursos não oferecidos no local ou período de tempo apropriado;
- • possibilidade de realizar aprendizado continuado;
- • possibilidade de adquirir novas habilidades e competências;
- • possibilidade de reduzir custos;
- • disponibilidade de recursos tecnológicos a custos reduzidos.

Entretanto, a solução através do EDMC impõe grandes desafios a serem investigados. Estes desafios, por sua vez, impõem um trabalho árduo de equipes multidisciplinar, envolvendo especialistas de diversas áreas do conhecimento, especialmente os educadores, os psicólogos, os especialistas do domínio (habilidades a serem treinadas), os projetistas de interface pedagógica e os informatas.

O ambiente de ensino inteligente no qual se inserem as ferramentas de suporte a monitoração do aluno descritas neste artigo tem como requisito básico prover o suporte necessário à interação de uma população de alunos com um ambiente de conhecimento determinado, representado em páginas Web, com material didático amplo e variado. Com base nesta interação, o sistema pode analisar o comportamento do aluno, identificar o seu perfil cognitivo de aprendizagem e se adaptar às necessidades deste estilo durante a execução das atividades didáticas, visando a otimização do processo de aprendizagem [SOU 00].

Para que o ambiente de ensino considerado possibilite a realização da análise do comportamento do aluno, identificação do seu perfil cognitivo de aprendizagem e, a partir daí, se adapte às necessidades de aprendizagem deste aluno, foram construídas duas ferramenta de suporte à monitoração do aluno durante a sua interação com o ambiente. O principal objetivo deste artigo consiste em descrever o modelo de monitoração do aluno e a arquitetura das ferramentas de suporte.

Na seção 2 apresentamos as principais características do ambiente de ensino considerado. Na seção 3 apresentamos o modelo de monitoração projetado. Na seção 4 descrevemos as ferramentas e os recursos utilizados nas suas implementações. Finalmente, na seção 5, apresentamos os trabalhos futuros.

2 O ambiente inteligente de ensino

O ambiente inteligente de ensino considerado foi projetado visando atender as necessidades de treinamento básico dos funcionários de uma empresa de telecomunicações, parceira no Projeto Tapejara^[1]. Este treinamento tem por objetivo suprir as necessidades de formação e informação dos profissionais recém admitidos na empresa. O público alvo é constituído por funcionários técnicos de nível médio e por engenheiros.

A empresa de telecomunicações é composta por uma série de filiais, espalhadas em diferentes regiões geográficas, no interior do estado do Rio Grande do Sul. Atualmente, o Centro de Treinamento da empresa situa-se na capital. Isto significa que, a cada treinamento, os funcionários do interior precisam deslocar-se para a capital, implicando em custos de transporte e acomodações para a empresa.

O modelo EAD de ensino proposto consiste em um modelo assíncrono e individualizado, onde o aluno é observado e apoiado por um conjunto de agentes artificiais inteligentes. Estes agentes artificiais inteligentes realizam o diagnóstico cognitivo do aluno e o diagnóstico em relação ao seu desempenho no curso e, a partir daí, tomam as decisões pedagógicas adequadas.

2.1 Organização do material instrucional

Os conteúdos de um curso são subdivididos em módulos e tópicos. Para cada conceito ou habilidade a ser desenvolvida dentro de um módulo, o ambiente de ensino disponibiliza uma variedade de *recursos didáticos* e *formas de apresentação*, as quais incluem recursos multimídia tais como: gráficos, figuras, animações, etc. O principal objetivo desta organização do material instrucional é contemplar os diferentes perfis cognitivos de aprendizagem dos alunos, usuários do ambiente de ensino.

Os *recursos didáticos* desenvolvidos até agora incluem: páginas Web para apresentação de conceitos, exemplos, exercícios, e páginas Web de revisão. Para cada um destes *recursos didáticos*, por sua vez, são disponibilizadas diferentes *formas de apresentação*, tais como forma textual, gráfica, com figuras, com esquemas, ou uma combinação destas. Especificamente, nas páginas de exercícios, são disponibilizadas as seguintes formas de apresentação: múltipla escolha, verdadeiro ou falso, e preencher colunas. Em [BIC 01] o leitor encontra a descrição completa desta organização.

2.2 Modelo conceitual do curso

O modelo de ensino a distância apresentado neste artigo foi previamente representado como um esquema do tipo Entidade-Relacionamento (E-R), baseado no modelo conceitual de cursos remotos [OLI 98]. Este modelo deu origem a base de dados desenvolvida para o ambiente considerado. A Figura 1 exibe o resultado desta modelagem.

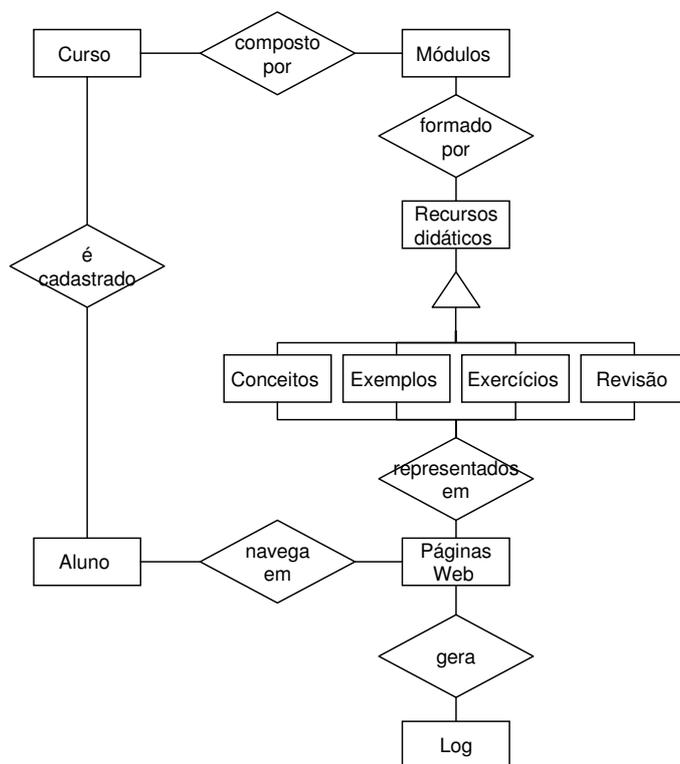


Figura 1: Modelo de dados do curso na Web

O ambiente de ensino descrito no modelo E-R descreve as entidades que estão representadas na base de dados do ambiente e seus relacionamentos. De acordo com a Figura 1, cada aluno cadastrado em um Curso tem associado um conjunto de informações armazenadas na entidade Aluno. Cada curso, por sua vez, é composto por um determinado conjunto de Módulos, cujos conteúdos são representados por diferentes tipos de Recursos Didáticos (ou táticas), tais como: apresentação de conceitos, exemplos,

exercícios e exercícios de revisão. Enquanto segue o curso, o aluno navega através dos recursos didáticos, representados em páginas Web. Todos os seus movimentos são registrados em um *diário de navegação (Log)* e, posteriormente, são analisados. O resultado desta análise servirá como subsídio ao módulo pedagógico que integra o ambiente inteligente de ensino.

3 O modelo de monitoração do aluno

O ambiente inteligente de ensino na Web, para o qual foram desenvolvidas as ferramentas, baseia a sua inteligência no conhecimento que ele tem do aluno a partir da análise do seu comportamento enquanto ele interage com o material instrucional. Com base nesta análise, um agente inteligente artificial identifica o perfil cognitivo de aprendizagem do aluno e, a partir de então, passa a se adaptar às necessidades de aprendizagem deste estilo, de modo que o material instrucional que ele disponibiliza ao aluno se ajuste as suas características de aprendizagem, visando a otimização da mesma.

Este modelo de ensino a distância impõe alguns requisitos básicos, ao sistema computacional, para que a adaptação da instrução ao aluno se viabilize enquanto ele realiza uma seção de aprendizagem. Os requisitos considerados incluem:

- • Como identificar um aluno remoto?
- • Como rastrear as interações do aluno com o material instrucional?
- • Como identificar o padrão de comportamento cognitivo do aluno a partir da observação de suas interações com o ambiente?

O modelo de monitoração do aluno proposto foi projetado visando atender a estes requisitos, conforme ilustra a Figura 2. Este modelo baseia-se no modelo desenvolvido por [LIN 99] na construção de um modelo de aluno e de um sistema inteligente de ensino.

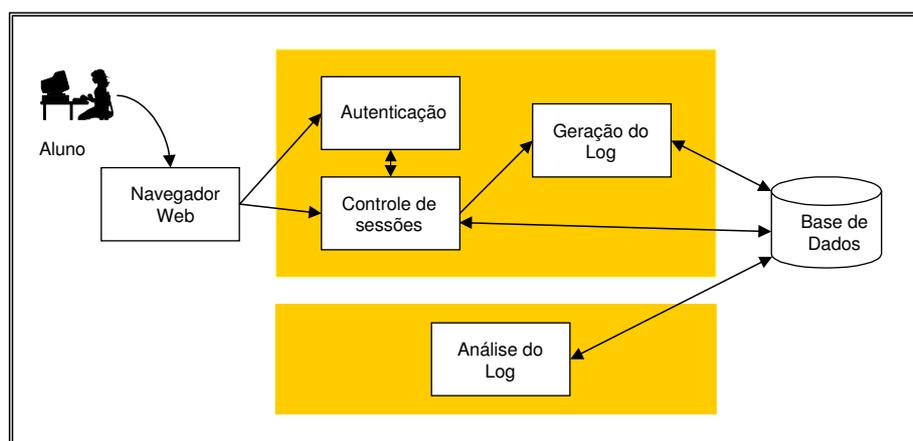


Figura 2: Modelo de monitoração e análise do comportamento do aluno

O aluno tem acesso às páginas do curso a partir de um navegador Web. A cada vez que o aluno entra no curso, é iniciado um novo processo de autenticação. A partir de então, é criada uma sessão de estudo. Enquanto o aluno navega pelas páginas Web, o sistema passa a registrar todas as suas interações no *Log*, que fica armazenado na base de dados do ambiente computacional. Posteriormente, as informações deste *Log* são analisadas, com o objetivo de obter os valores das variáveis de *índice* (seção 3.3), para posterior identificação do padrão de comportamento do aluno pelos agentes inteligentes e respectiva adaptação do material instrucional a ser disponibilizado pelo sistema ao aluno.

3.1 Autenticação

Em um ambiente EAD, a autenticação é especialmente importante durante os procedimentos de avaliação, análise do comportamento do aluno (padrão de uso dos recursos didáticos) e análise do seu desempenho [FIO 00].

Ao fazer o primeiro acesso à página inicial do curso, o sistema solicita ao aluno que ele forneça seu *nome* e *senha*. Neste momento, é iniciado o processo de *autenticação* do aluno, ou seja, a informação *nome/senha* fornecida pelo aluno é consultada na base de dados. Se a *autenticação* obtiver sucesso, é criada uma *sessão de estudo* para este aluno, a partir da qual ele fica livre para navegar pelas páginas Web do curso.

3.2 Geração do log

A geração do *log* consiste no processo de registrar na base de dados todas as interações de todos os alunos com o ambiente de ensino, enquanto eles navegam pelas páginas Web do curso. O *log* é global, ou seja, é único e grava seqüencialmente todos os acessos de todos os alunos, funcionando de forma semelhante ao *Log* de um Servidor Web, mas com a vantagem de conseguirmos identificar os alunos rapidamente, já que estes dados são armazenados na base de dados, que é exclusiva do ambiente de ensino considerado.

A Figura 3 exibe um exercício interativo, na forma “preencher lacunas”. Após completar o exercício, o aluno deve acionar o “botão” teste a informação, que aparece na parte inferior da página Web. A cada vez que o aluno aciona este “botão”, lhe é realimentado o resultado do seu aproveitamento, ou seja, lhe é permitido executar várias tentativas, até que o seu aproveitamento seja total, se ele assim o desejar.

Recursos

Formas

Avaliação

Preencher Lacunas

1) TDMA é uma técnica que consiste numa mistura de no domínio da e no domínio .

2) A da capacidade de cada com o compartilhamento no domínio do tempo, se deve pelo compartilhamento na linha do tempo com outros dois canais.

3) O limite de uso das bandas A e B de celulares é de 3 canais compartilhando no tempo o mesmo alocado em frequência.

4) Para o ser compartilhado com outros a voz deve ser comprimida para 13.8 ou 5.3 Kbps.

5) Cada de tempo com 30ms está subdividido em subcanal M e subcanal V/D.

6) O é utilizado para fazer o controle e sinalização.

7) O é utilizado para as informações dos usuários.

8) O na Estação de Rádio Base é de 16 bits, já no aparelho móvel é de 32 bits.

Teste a Informação

Figura 3: Exemplo de uma página Web de exercício

Na Tabela 1 é mostrado um trecho do *Log* da navegação de um aluno. Os dados armazenados correspondem, respectivamente, ao número seqüencial de gravação do *Log*, a data e hora do acesso, ao código interno de identificação do aluno e o código interno da página Web correspondente ao acesso.

Tabela 1: Exemplo de um trecho de *Log*

| NROSEQ | DATA | HORA | CODPESSOA | CODURL |
|--------|------------|----------|-----------|--------|
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 72 | 11/07/2001 | 02:45:18 | 15 | b0501 |
| 73 | 11/07/2001 | 02:45:46 | 15 | b0501 |
| 74 | 11/07/2001 | 02:45:57 | 15 | b0501 |
| 75 | 11/07/2001 | 02:46:50 | 15 | c0301 |
| 76 | 11/07/2001 | 02:47:33 | 15 | c0302 |
| 77 | 11/07/2001 | 02:48:59 | 15 | c0301 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 87 | 11/07/2001 | 03:00:00 | 15 | a0703 |
| 88 | 11/07/2001 | 03:01:23 | 15 | a0704 |
| 89 | 11/07/2001 | 03:03:01 | 15 | a0705 |
| 90 | 11/07/2001 | 03:05:05 | 15 | a0704 |
| 91 | 11/07/2001 | 03:06:58 | 15 | a0703 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 101 | 11/07/2001 | 03:21:22 | 15 | a0901 |
| 102 | 11/07/2001 | 03:22:54 | 15 | a0902 |
| 103 | 11/07/2001 | 03:25:01 | 15 | a0903 |
| 104 | 11/07/2001 | 03:27:11 | 15 | a0904 |
| 105 | 11/07/2001 | 03:30:02 | 15 | a0901 |
| 106 | 11/07/2001 | 03:32:44 | 15 | a0902 |
| 107 | 11/07/2001 | 03:35:46 | 15 | a0903 |
| 108 | 11/07/2001 | 03:37:00 | 15 | a0904 |
| ... | ... | ... | ... | ... |

Três tentativas no mesmo exercício

Retorno simples

Retroação

Looping

Neste trecho de *Log* pode-se verificar que o aluno com identificação igual a “15” tentou responder o exercício “b0501”, ilustrado na Figura 3, por três vezes consecutivas. O aluno considerado ainda executou uma *retorno simples*, uma *retroação* e um *looping*, conforme é apresentado na seção 3.3, a seguir.

3.3 Análise do log

A análise do *log* consiste no processamento das informações registradas no *log*. Como resultado deste processamento é gerado um conjunto de *índices*, o qual é gravado na base de dados, para posterior utilização pelos agentes inteligentes que integram o ambiente de ensino.

No ambiente de ensino considerado, os *índices* funcionam como informações sinalizadoras das ações cognitivas e comportamento dos alunos durante a execução de um módulo de ensino [MAD 00]. Portanto, uma vez geradas as informações no diário de navegação (*Log*), o próximo passo consiste na análise destas informações e posterior geração dos *índices*.

Os índices gerados são divididos em três categorias: índices de *navegação*, índices de *tempo* e índices de *desempenho* nos exercícios propostos. A Tabela 2 exhibe os diversos índices considerados.

Tabela 2: Índices

| Categoria | Índices |
|------------|--|
| Navegação | Total de páginas visitadas por módulo, por recurso didático e por forma de apresentação; total de retornos simples, de <i>loopings</i> e de retroações |
| Tempo | Tempo total de percurso no módulo, tempo médio de permanência nas páginas do módulo, tempo médio de permanência nas páginas por atividade didática e por forma de apresentação |
| Desempenho | Total de tentativas de acerto nos exercícios do módulo, total de acertos na avaliação final do módulo |

Entende-se por *retorno simples* aquele tipo de navegação na qual o aluno visita uma página Web “x”, segue pela página “y” e, imediatamente, retorna à página “x”. Um *looping*, caracteriza aquele tipo de navegação na qual, após visitar uma seqüência de páginas, o aluno retorna à página inicial desta mesma seqüência, percorrendo-a novamente. Por fim, a *retroação* caracteriza aquele tipo de navegação na qual, após visitar uma seqüência de páginas Web, o aluno realiza o caminho inverso, revisitando as páginas já percorridas, até alcançar a primeira da seqüência considerada. A Tabela 1 ilustra estes comportamentos navegacionais.

4 Ferramentas de suporte a monitoração do aluno

A partir do modelo de monitoração do aluno descrito anteriormente, foram criadas duas ferramentas: (i) ferramenta de autenticação e geração do *log* e (ii) ferramenta de análise do *log*, conforme apresentamos a seguir.

As ferramentas foram desenvolvidas em Java [CHA 97] e o acesso a base de dados é realizado via JDBC (*Java DataBase Connectivity*) que, no conceito de programação orientada a objetos, corresponde a um conjunto de classes para integração da Linguagem Java com bancos de dados relacionais.

4.1 Ferramenta de autenticação e geração do *log*

O ambiente desenvolvido é baseado no modelo cliente/servidor, onde o cliente foi implementado a partir de páginas Web, com recursos de *Javascript* e PHP [PHP 01] e o lado servidor por *Servlets* Java. Um *Servlet* Java é um aplicativo que pode ser acoplado a diversos tipos de servidores e expandir as suas funcionalidades. Não possuem interface gráfica e podem trabalhar com diversos tipos de protocolos, como o SMTP e HTTP. Um *Servlet* pode gerenciar pedidos múltiplos concorrentemente e possui mecanismos para sincronizar estes pedidos.

As funcionalidades do *Servlet* desenvolvido são: (i) criar uma sessão de ensino com o aluno na primeira interação deste com o ambiente; (ii) gravar na base de dados a navegação do aprendiz nas páginas Web referentes ao conteúdo; (iii) gravar o seu desempenho nas revisões, exercícios e avaliações finais e (iv) devolver ao navegador a URL requerida como resposta a uma determinada ação do aluno. A Figura 4 representa a arquitetura cliente/servidor implementada.

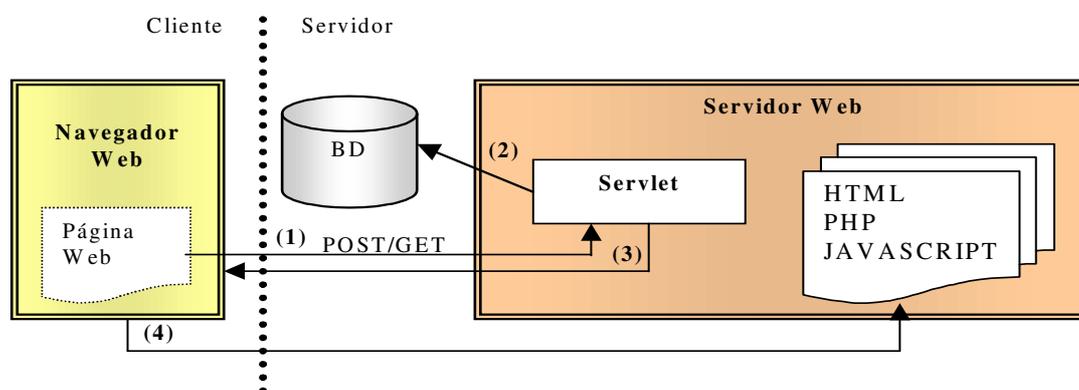


Figura 4: A arquitetura cliente/servidor implementada

No momento (1), conforme indicado na Figura 7, um aluno envia uma requisição POST ou GET via HTTP ao *Servlet*; no momento (2) o *Servlet* executa as tarefas necessárias para atender à requisição, buscando, inserindo ou alterando dados na Base de Dados; no momento (3) o *Servlet* envia ao navegador do aluno uma URL como resultado a requisição deste e finalmente no momento (4) o Navegador recupera a URL e a exibe ao aluno.

As páginas Web (lado cliente) fazem requisições via PHP ao *Servlet* (lado servidor) de acordo com as ações do aluno. Estas ações podem ser do tipo GET, como por exemplo quando o usuário seleciona um apontador ou figura. Neste momento, o servidor requisita uma informação ao cliente (navegador do usuário) que lhe envia variáveis e, baseado no conteúdo destas, ele executará uma atividade como resposta, conforme mostra a Figura 5, na qual a função PHP IR envia ao *Servlet* a página corrente e a página que o usuário deseja fazer o acesso.

```
...
<? function IR($XPFG){
global $PG;
$file = fopen("link.dat", "r");
$link = fgets($file, 255);

fclose($file);

echo $link."PG=".$PG."&XPFG=".$XPFG; } ?>
<map name="Map3"> <area shape="rect" coords="324,102,406,164" href="<? IR(a1101); ?>" alt="Aqui o conceito de TDMA
&ecute; explicado atrav&ecute;s de texto destacado, utilizando recursos de figuras com gr&ecute;ficos e diagramas." title="Aqui o
conceito de TDMA &ecute; explicado atrav&ecute;s de texto destacado, utilizando recursos de figuras com gr&ecute;ficos e
diagramas.">
...
```

Figura 5: Ação Get e função PHP IR

A outra ação existente é a POST, que é necessária quando o aluno precisa responder formulários, como por exemplo, na página de autenticação ou em páginas de resolução de exercícios. Neste tipo de ação, o aluno envia um número diversificado de variáveis (de forma transparente) com o conteúdo que foi respondido por ele e o servlet deve saber tratar estas informações da maneira correta. A Figura 6 demonstra um trecho do Formulário de Autenticação, onde é enviada uma variável escondida “página atual” com o conteúdo “form”.

```
...
<? function IR(){
  $link ="servlet/servlet";
  echo $link; }; ?>
<form name="login" method="post" action="<? IR(); ?>">
<INPUT TYPE = hidden NAME="PG" VALUE="form">
</form>
...
```

Figura 6: Ação POST e função PHP IR

4.2 Ferramenta de análise do Log

Esta ferramenta tem como principal objetivo calcular os valores dos *índices* de navegação, tempo e desempenho de cada aluno, referentes ao comportamento destes enquanto navegavam pelas páginas Web do curso.

A ferramenta de análise do *log* desenvolvida opera em duas fases: (i) acesso à base de dados para a recuperação dos registros do *log*-global, correspondentes a um aluno, seleção e geração de um *log*-individual temporário; (ii) acesso ao *log*-individual para a contabilização e geração, propriamente dita, dos *índices* de navegação, tempo e desempenho.

A fase de geração do *log*-individual é bastante simplificada uma vez que o *log*-global é gerado e controlado dentro do próprio ambiente de ensino. Na segunda fase, os *índices* calculados são armazenados na base de dados para posterior utilização pelos agentes inteligentes, responsáveis pelo diagnóstico cognitivo do aluno e pela seleção das ações pedagógicas, adequada ao seu perfil cognitivo.

5 Trabalhos futuros

Atualmente, a ferramenta *análise do log* está em fase de testes, utilizando o *log* gerado durante o processo de treinamento de um grupo de alunos da empresa parceira com a utilização do módulo de ensino “TDMA”. Este módulo é o caso piloto do curso de Telecomunicações. A partir da experiência adquirida em seu desenvolvimento e aplicação, serão desenvolvidos os demais módulos. A próxima etapa deste trabalho consiste na integração das ferramentas desenvolvidas à arquitetura multiagente do ambiente de ensino desenvolvido no Projeto Tapejara.

A partir dos *índices* armazenados na base de dados do ambiente de ensino, estamos projetando uma nova ferramenta para a *geração de relatórios*, que servirão como fonte de consulta e realimentação para o aluno e professor, sobre a situação do aluno no curso e sobre possíveis problemas com o material instrucional.

6 Referências bibliográficas

- [BIC 01] BICA, Francine et al. **Metodologia de Construção do material instrucional em um Ambiente de Ensino Inteligente na Web**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 12, 2001. Espírito Santo: SBC/IE, 2001. (Artigo submetido à avaliação).
- [CHA 97] Chan, Patrick e Lee, Rosanne. **The Java Class Libraries**. An Annotated Reference. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company. 1997.
- [DEM 01] DEMARTINI, Giovani. **Autenticação de alunos e geração e análise de log de acessos em cursos de ensino a distância**. Porto Alegre: Instituto de Informática da UFRGS, 2001. (Projeto de Diplomação).
- [FIO 00] FIORESE, M. **Uma proposta de Autenticação de usuários para o ensino a distância**. Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2000. 90 p. (Dissertação de Mestrado).
- [LIN 99] LINTON, Frank; JOY, Deborah; SCHAEFER, Hans-Peter. **Building user and expert models by long-term observation of application usage**. Disponível por WWW em: <http://www.cs.usask.ca/UM99/papers.shtml>, Junho de 2000.
- [MAD 00] MADEIRA, Milton et al. **Modelação Cognitiva do Aluno-Aprendiz em um Ambiente Inteligente de Ensino Baseado em Modo Não-Tutorial**. São Leopoldo: Curso de Psicologia da UNISINOS, 2000. Artigo Teórico da Equipe Tapejara (no prelo).

-
- [OLI 98] OLIVEIRA, Jose Palazzo M. de, et al. Conceptual Workflow Modelling for Remote Courses. In: TELETEACHING '98 DISTANCE LEARNING, TRAINING AND EDUCATION, 1998, Viena e Budapest. **Proceedings** of the XV World Computer Congress, IFIP, 31-8-1998 a 4-9-1998. 1998. p.798-797.
- [PHP 01] **PHP Manual**. Disponível em <http://www.php.net/docs.php> , em maio/2001.
- [SOU 00] SOUTO, M.A.M. et al. Modelo de ensino adaptativo na Internet baseado em estilos cognitivos de aprendizagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 11. **Anais...** Maceió:SBC/IE, 2000.