
Uma investigação de STI que emprega a PBL de forma individual

Adriana da Silva Jacinto, José Maria Parente de Oliveira

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) – São José dos Campos, SP – Brasil

sijacinto@uol.com.br, parente@ita.br

***Abstract.** This paper aims at analyzing the results of use of an Internet based ITS that uses Problem based Learning (PBL) as a pedagogical model. The ITS's architecture has been based on the Semantic Web Technology. Such an architectural approach provided a clear concern separation of each system component, once each component has been represented by a specific ontology. Though for the analysis the number of participant learners has not been high, the obtained results indicate that the implemented ITS with the PBL approach may provide meaningful learning experiences.*

***Resumo.** Este trabalho tem como propósito interpretar resultados de uso de um STI pela Internet que emprega como modelo pedagógico a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). A arquitetura de STI empregada se apoiou na tecnologia de Web Semântica. O uso dessa abordagem permitiu uma clara separação de interesses de cada módulo do sistema, uma vez que cada componente pode ser representado por uma ontologia própria. Embora para o estudo não tenha sido utilizado um grande número de aprendizes, os resultados indicam que o STI que utilizou a PBL tem potencial de uso prático para proporcionar experiências de aprendizagem significativas.*

1. Introdução

Cada vez mais, questionam-se os métodos formais de ensino e pergunta-se como o aprendiz poderia obter conhecimento de forma mais eficaz, eficiente e agradável, desenvolvendo certa autonomia para aplicar conhecimentos teóricos em soluções de problemas. Outro aspecto a ser mais explorado é a utilização de recursos presentes na Internet, que podem colaborar para a melhoria de aprendizagem.

Sistemas de Tutores Inteligentes (STIs) são instrumentos que se encaixam nesse contexto. Por isso mesmo, uma questão importante na construção de STI é a escolha de um modelo pedagógico que torne a atividade de aprendizagem mais atrativa e que realmente ajude o aprendiz a aprender. Analisar os resultados de uso desses sistemas é fundamental tanto em termos de pesquisa quanto em termos de uso prático.

Este trabalho tem como propósito interpretar resultados de uso de um STI, disponibilizado anteriormente pela Internet, que emprega como modelo pedagógico a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) e recursos de Web Semântica em sua arquitetura. Embora para o estudo não tenha sido utilizado um grande número de aprendizes, os resultados indicam que o STI utilizando a PBL tem potencial de uso prático.

O artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta uma breve revisão da literatura em termos de abordagens semelhantes à utilizada. A Seção 3 apresenta uma descrição do esquema de PBL utilizado. A Seção 4 descreve em linhas gerais o sistema desenvolvido. A Seção 5 apresenta os resultados obtidos com o experimento realizado. Finalmente, a Seção 6 apresenta as conclusões do trabalho.

2. Revisão da Literatura

A literatura disponível apresenta poucos exemplos de STIs que empregam a PBL como modelo pedagógico. Além disso, não existe um esquema único para a PBL e sua abordagem mais tradicional refere-se ao seu uso com grupos de aprendizes.

O AVPBL (Ambiente Virtual para PBL) [Pinto, 2004], por exemplo, é uma ferramenta desenvolvida para auxiliar sessões tutoriais de grupos de aprendizes. O método PBL considerado contém um conjunto bem definido de atores, que são o tutor (professor), aluno, coordenador (aluno), secretário (aluno), conferencista e consultor. O processo de análise de problemas no grupo tutorial é composto por sete passos: 1) ponto de partida, 2) tempestade de idéias, 3) sistematização, 4) formulação de questões, 5) metas de aprendizagem, 6) avaliação do processo 7) seguimento. Se, ao chegar no passo 7 os alunos perceberem que existe algo mais a ser feito para que o problema seja resolvido, eles devem retornar ao passo 1, caso contrário, começarão outro problema.

Como já observado, a PBL é geralmente considerada para ser usada por grupos de aprendizes e não para um único aprendiz solitário. Nesse trabalho optou-se por um esquema da PBL para o uso em estudo individual, pois acredita-se que um STI possa fornecer a um aprendiz solitário benefícios semelhantes ao uso da PBL em grupo.

3. Definição para a PBL

A Aprendizagem Baseada em Problema (*Problem Based Learning* - PBL) é uma abordagem pedagógica que utiliza problemas do mundo real e estudos de casos hipotéticos. Desta maneira, essa metodologia visa proporcionar resultados concretos e convergentes para que os aprendizes assimilem o conteúdo planejado e desenvolvam a habilidade de pensar criticamente [Martins, 2002],[Savery e Duffy,1995].

Com o intuito de adaptar a PBL para o uso em estudo individual, neste trabalho optou-se por um esquema da PBL ilustrado na Figura 1.



Figura 1: Esquema para a PBL.

Na Fase de Preparação do aprendiz, apresenta-se o objetivo da atividade a ser desenvolvida, bem como as etapas da PBL que nortearão o cumprimento dos objetivos de aprendizagem previamente estabelecidos. Nessa fase, ainda, identifica-se o nível inicial de conhecimento do aprendiz, que é enquadrado num dos estereótipos definidos, a saber, iniciante, intermediário ou avançado, com o propósito de se apresentar problemas de acordo com as características de cada aprendiz.

A fase de Apresentação do Problema consiste na exposição de uma situação que deve ser resolvida. Os problemas da situação são expostos numa seqüência que vai do mais abrangente, conseqüentemente, mais complexo, ao mais restrito. É no contexto dos problemas que os aprendizes aprenderão os conceitos envolvidos.

Na fase de Assimilação, é feita a análise do problema e identificação dos conceitos relevantes ao contexto exposto. Essa é uma das etapas mais relevantes, pois é nela que são levantadas as informações necessárias para a resolução.

A fase de Resolução do Problema faz com que os aprendizes solucionem a situação exposta pelo facilitador com base nas informações levantadas na fase anterior. Essa fase está ligada de forma cíclica com a fase de Assimilação. Para os casos em que não é solucionado o problema, são apresentados outros com menor grau de complexidade e, caso estes não sejam solucionados, o aprendiz é orientado a retornar à fase anterior para que o problema e os conceitos envolvidos sejam mais bem compreendidos.

A fase de Validação dos Resultados é atingida após a obtenção de resultados satisfatórios na fase de Resolução do Problema. Nessa fase, caso sejam apresentados resultados incorretos, orienta-se a volta à fase de Assimilação ou Apresentação do Problema, dependendo da situação do estudante. Porém, se o resultado for satisfatório, parte-se para Avaliação Final, na qual os conhecimentos adquiridos são consolidados.

A fase de Avaliação Final contempla questões objetivas e de múltipla escolha sobre o conteúdo visto pelo aprendiz. Seu objetivo é consolidar o conhecimento adquirido pelo aprendiz durante o processo de resolução dos problemas propostos. A idéia é que esta fase ocorra somente quando o STI obtiver parâmetros das fases anteriores, que demonstrem que o aprendiz foi bem sucedido em seu objetivo.

4. Sistema Desenvolvido

Para a implementação do STI com a PBL, utilizou-se uma arquitetura apoiada por elementos de Web Semântica para promover uma clara separação de interesses, em que cada componente foi representado por uma ontologia própria [Jacinto, 2006]. Esse sistema, denominado WebStatistutor, teve como finalidade auxiliar o ensino de conceitos de Estatística Básica. A Figura 2 apresenta a arquitetura considerada. A arquitetura é uma especialização da arquitetura original idealizada para ser um Modelo de Referência para Sistemas Hipermídia Adaptativos Educacionais (SHAE). Como o STI é uma especialização de SHAE, a arquitetura também foi especializada. No entanto, apesar de já haver na arquitetura original a separação de responsabilidades de cada componente, não existia uma representação de cada módulo de forma uniforme e nem o emprego de Ontologia na representação de qualquer componente da arquitetura.

Cada componente da arquitetura pode ser visto como um modelo responsável por tarefas específicas, ou seja, possui determinadas responsabilidades. Com tal

separação, buscou-se um nível de abstração que escondesse detalhes e ressaltasse uma estrutura de componentes de alto nível, para permitir alterações em componentes existentes.

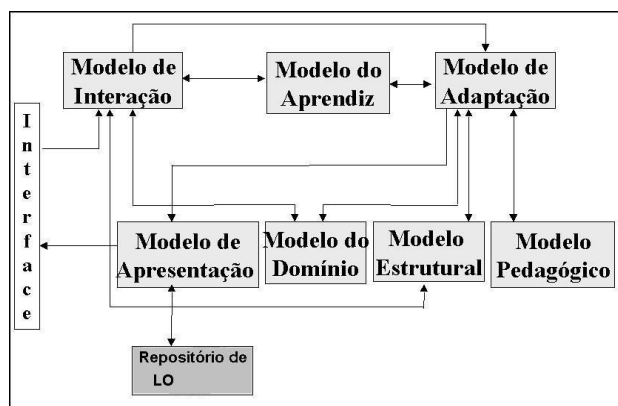


Figura 2: Arquitetura Geral.

Em síntese, a Figura 2 mostra que os dados coletados pela interface são encaminhados ao Modelo de Interação, que visa identificar as intenções do aprendiz. O Modelo de Adaptação é o componente que se interliga a todos os outros componentes do sistema. O Modelo de Apresentação devolve respostas pela interface ao usuário.

Dessa forma, cada modelo pode ser representado por uma ontologia própria. A representação de cada modelo da arquitetura proposta por meio de uma ontologia específica facilita o entendimento das funções de cada componente, além de possibilitar a reutilização de componentes em outras aplicações. A Figura 3 mostra a ontologia criada para o modelo pedagógico especializada para representar a PBL adaptada para o estudo individual.

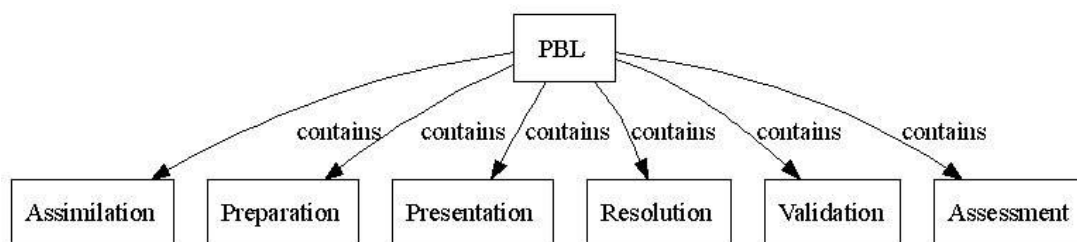


Figura 3: Ontologia para a PBL.

Todas as ontologias foram criadas através do Protégé e salvas em um arquivo OWL, separadamente. Esses arquivos de ontologias foram exportados para um banco de dados MySQL e seus modelos RDF manipulados através da biblioteca Jena. Cada fase da PBL correspondeu a uma classe JavaBeans específica.

Para garantir uma eficiente separação da lógica de programação da apresentação propriamente dita, o esquema de implementação se baseou em três camadas de operação: Camada de Persistência, Camada Intermediária e Camada de Apresentação.

Na camada inferior, Camada de Persistência, ficaram as operações de acesso à base de dados, que são realizadas sem qualquer contato direto com as páginas JSP, fornecendo segurança dos dados. Na Camada Intermediária ficaram, basicamente, os processos de interação e adaptação do sistema. A Camada de Apresentação, também

chamada camada superior, teve a responsabilidade de compor o conteúdo a ser mostrado ao aprendiz.

O processo de implementação buscou validar as ontologias idealizadas para cada modelo da arquitetura, de forma a verificar os benefícios advindos da utilização das mesmas, além de verificar a interoperabilidade entre os modelos da arquitetura. Para isso, são realizadas consultas, inferências e atualizações dos recursos presentes em cada Modelo armazenado no banco de dados, durante todo o tempo de execução da aplicação.

Quando o usuário, por exemplo, tenta se logar ao sistema, a aplicação consulta o Modelo do Aprendiz armazenado no banco de dados. Através das inferências realizadas nesse modelo, a Adaptação valida ou não o acesso do usuário em questão. Se o usuário deseja cadastrar-se no sistema, o Modelo do Aprendiz é atualizado conforme dados fornecidos pelo usuário, ou seja, um novo recurso *Learner* é cadastrado. Cada novo aprendiz é cadastrado como tendo um dos seguintes modelos cognitivos (*Cognitive_Model*), conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Tipos de Modelos Cognitivos.

Preferência	Estilo Cognitivo	Modelo Cognitivo Resultante
Figura	Holístico	CMO01
Figura	Seqüencial	CMO02
Texto	Holístico	CMO03
Texto	Seqüencial	CMO04
Vídeo	Holístico	CMO05
Vídeo	Seqüencial	CMO06

Na fase de preparação do aprendiz, a geração das páginas JSP iniciais utiliza uma variável de estados cujo valor determina o que será mostrado ao usuário. O teste diagnóstico é considerado como um objeto de aprendizagem, por isso, a Apresentação, para compor a página JSP, acessa o Modelo de LO, procurando uma URL compatível com a decisão passada pela Adaptação.

Quando o usuário deseja saber mais informações sobre a PBL, além das apresentadas pelo tutorial da aplicação através do link *Access PBL*, ele tem acesso a uma lista de perguntas sobre a PBL.

Se o usuário deseja saber informações sobre como as atividades de aprendizagem estão organizadas, a Adaptação consultará o Modelo Estrutural, de forma semelhante com o ocorrido com o Modelo Pedagógico.

Quando o usuário decide iniciar seu processo de aprendizagem, passando para a fase de apresentação de um problema, a Adaptação consulta o Modelo do Aprendiz e passa para a Apresentação dados sobre qual problema deve ser apresentado. A Apresentação consulta o Modelo de LO e procura a URL do problema que melhor se adapte à decisão passada pela Adaptação.

Na fase de assimilação do problema, o usuário tem a oportunidade de identificar fatos relevantes do problema, considerar hipóteses do problema, selecionar tópicos a serem estudados, traçar um plano de ação para resolução do problema, acessar problemas envolvendo apenas um único conceito, acessar exemplos, acessar mapa conceitual, acessar vídeos relacionados ao assunto e acessar descrição textual dos conceitos.

Conforme opções selecionadas pelo usuário, a aplicação infere o nível de conhecimento real que o aprendiz possui sobre o assunto, que é atualizado no Modelo do Aprendiz. É importante salientar que a cada opção errada que o usuário seleciona, é anulada uma opção correta. Com isso, evita-se que o usuário selecione todas as opções indiscriminadamente, como forma de acertar quais as opções corretas. Outro detalhe importante é que as opções corretas nessa tela são obtidas junto ao Repositório de LO, pois cada objeto de aprendizagem da classe problema (*problem*) possui hipóteses (*hypothesis*), fatos (*facts*), tópicos a serem aprendidos (*learning issues*) e plano de ação para sua solução (*action plan*) inerentes. As opções incorretas são geradas de forma aleatória pela Adaptação.

Quando o usuário solicita a apresentação de um problema mais restrito, a Adaptação decide apresentar o problema de acordo com o nível de conhecimento do aprendiz que foi inferido na assimilação.

A Figura 4 mostra uma tela que é apresentada ao aprendiz quando ele indica que se sente preparado para resolver um problema.

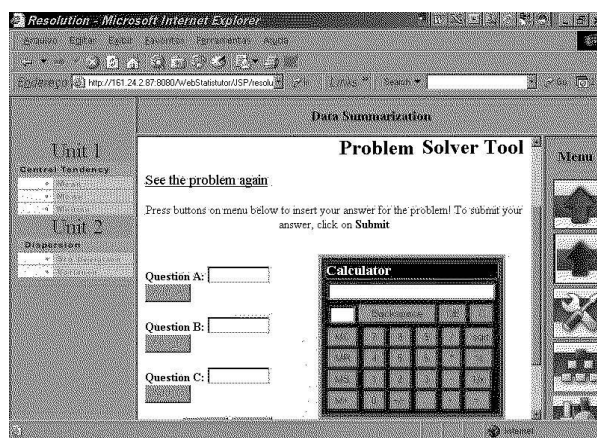


Figura 4: Tela para resolução de um problema.

Além de indicar as ferramentas disponíveis para resolver o problema, a tela apresenta ainda o contexto do problema, na forma de unidade da atividade de aprendizagem, e links para outras partes importantes do sistema.

Uma vez coletada a resposta do usuário para o problema, a fase de validação compara a resposta dada pelo aprendiz com a solução dada por um especialista. A Adaptação determina que o resultado dessa validação seja mostrado ao usuário - aprendiz. A Apresentação compõe a tela que parabeniza ou informa ao usuário que a resposta está incorreta, oferecendo opções para que o aprendiz reveja a teoria, tente resolver o mesmo problema novamente ou tente resolver um outro problema.

O aprendiz é avaliado continuamente através dos acertos e erros cometidos mas uma avaliação final é feita ao término da unidade, através de um teste de múltipla escolha. O aprendiz recebe uma nota de 0 a 10, que é a média entre a sua avaliação ao longo do processo de assimilação e resolução do problema e o que foi obtido na avaliação final. Se a nota for inferior à 5, o sistema não permite que o usuário passe para uma nova unidade e sugere que o aprendiz retome os estudos sobre a mesma unidade.

5. Análise de resultados

Antes de iniciar a utilização do sistema, os aprendizes, alunos de escolas públicas de ensino médio, foram informados a respeito dos objetivos do experimento. Os aprendizes foram conscientizados de que se tratava de uma atividade teste para avaliar se o uso do aplicativo em questão seria agradável ou proveitoso para eles. Além disso, os alunos foram informados de que realizariam duas avaliações escritas, testariam um aplicativo, finalizando uma sessão de estudo. Também foi ressaltada a importância da sinceridade e honestidade das respostas a serem dadas por eles e que eles não seriam penalizados em caso de se saírem mal nas avaliações propostas, pois essas não interfeririam em sua média escolar. Contudo, foi explicado, ainda, que o desempenho deles em cada avaliação poderia determinar a validade do experimento.

Em seguida, foi aplicado um pré-teste escrito com o intuito de realizar uma avaliação diagnóstica do grupo de 56 aprendizes. Ao fim de uma sessão de estudo, um pós-teste foi aplicado a cada aprendiz com o intuito de verificar se houve melhoria em seu grau de conhecimento sobre os conceitos abordados. Apenas 38 alunos realizaram o pós-teste.

Observando-se apenas as médias finais, notou-se uma pequena diferença entre as médias do pré-teste e do pós-teste, respectivamente 6.95 e 7.18, o que poderia sugerir uma melhoria no grau de conhecimento dos aprendizes. Contudo, nem sempre a média de valores consegue caracterizar de forma satisfatória um conjunto de eventos ocorridos.

O primeiro aspecto a observar é que o pré-teste oferecia a possibilidade de um aprendiz, ainda que não tivesse conhecimento algum sobre os conceitos abordados, conseguir acertar uma questão dada. Isso se explica pelo fato de que cada questão oferecia apenas *verdadeiro* ou *falso* como alternativas. Com isso, o aprendiz tinha cinquenta por cento de chance de acertar cada questão dada.

Todas as questões do pós-teste exigiam que o aprendiz, realmente, tivesse compreendido os conceitos passados, uma vez que não havia questão de múltipla escolha. Dessa forma, o pós-teste teve grau de dificuldade maior que o pré-teste e ganhos de um ponto de um teste para outro podem significar muito mais em termos cognitivos para o aprendiz. O resultado foi o seguinte: 50 % dos aprendizes obtiveram melhores notas no pós-teste, 18 % mantiveram suas notas e 32 % tiveram piores notas no pós-teste. O que se conclui é que 32 % dos aprendizes responderam ao pré-teste com mais sucesso devido ao fato do mesmo ser por múltipla escolha.

Sendo o pós-teste de resolução mais difícil do que o pré-teste, procedeu-se à análise sobre o desempenho dos aprendizes no pós-teste. A maioria absoluta dos

aprendizes acertou mais de 50 % das questões apresentadas no pós-teste, apesar do grau de dificuldade do mesmo ser maior.

Em função da diferença de número de aprendizes no pré-teste e no pós-teste, houve necessidade de se verificar a validade desses dados sob o ponto de vista estatístico. Dessa forma, somente após uma análise estatística das amostras apresentadas, pôde-se inferir se houve ou não ganho real de aprendizagem com o experimento feito. Nessa análise estatística, foram considerados, na amostra, apenas os aprendizes que participaram do pós-teste, pois, para se obter um resultado lícito, é preciso comparar o desempenho de um mesmo grupo de alunos antes e depois da interação entre eles e o STI.

Com base nas amostras, realizou-se um teste de hipóteses [Mathews,1980] para verificar se houve ou não ganho de aprendizagem com o experimento feito. Para constatar o ganho da aprendizagem, foi necessário provar a hipótese de que a média do pós-teste foi maior estatisticamente que a média do pré-teste. Dessa forma, foram formuladas duas hipóteses:

- H_0 : é a hipótese nula de que as médias do pré-teste e do pós-teste são iguais.
- H_1 : é a hipótese alternativa de que as médias do pré-teste e do pós-teste são estatisticamente diferentes.

A rejeição de H_0 implica na aceitação de H_1 e, se H_1 for aceita, pode-se concluir que a média do pós-teste é significativamente maior que a média do pré-teste, ou seja, que houve ganho real de aprendizagem.

A Figura 5 mostra os histogramas de freqüências e as curvas normais resultantes para o pré-teste e para o pós-teste. Admitindo-se que o desvio - padrão e a média da população não são conhecidos, realizou-se o teste de hipóteses, *t-student*, utilizando nível de confiança 0,05. O resultado do teste é apresentado na Figura 6.

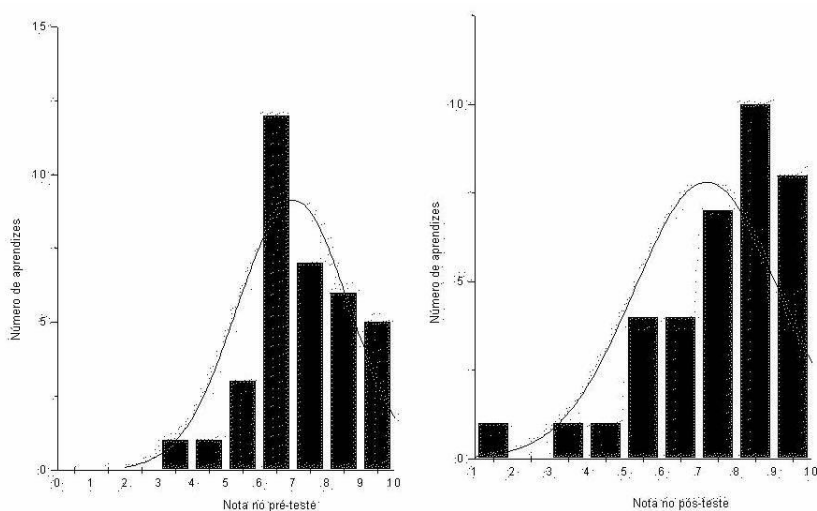


Figura 5: Histograma e curva normal para o pré e pós - teste.

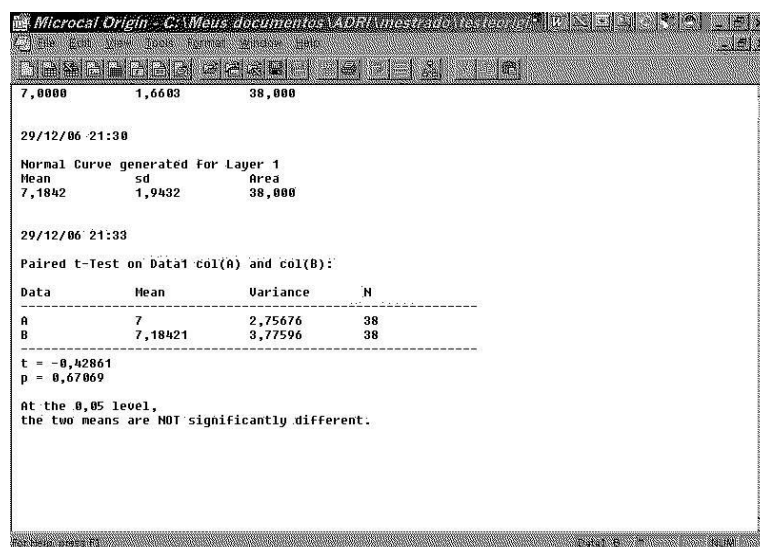


Figura 6: Teste de hipóteses.

Na Figura 6, os dados A referem-se ao pré-teste e os dados B referem-se ao pós-teste. O resultado do teste demonstra que as médias não são significativamente diferentes e, portanto, a hipótese H_0 pode ser aceita. Dessa forma, com os experimentos feitos até o momento, não se pode afirmar que houve ganho significativo na aprendizagem por parte dos alunos.

Ainda que os resultados obtidos queiram sugerir mais algumas conclusões sobre o desempenho cognitivo de cada aprendiz, análises mais profundas sobre esse aspecto se fazem necessárias.

Outro aspecto analisado é se a aplicação está agradando ou não ao usuário. Nesse ponto, a aplicação agradou a maioria dos usuários, mais de 77 % deles, apesar das restrições quanto ao idioma. Se houvesse a possibilidade de adaptação quanto ao idioma, com certeza muito mais satisfatórios seriam os resultados.

6. Conclusões

A pesquisa realizada proporciona, ainda que de forma não conclusiva, uma análise sobre até que ponto o uso de um sistema tutor inteligente, que utiliza recursos de Web Semântica e a PBL, pode proporcionar ganhos significativos na aprendizagem.

A utilização da aprendizagem baseada em problemas na implementação do protótipo mostrou o potencial pedagógico dessa abordagem. Muitos aprendizes não conseguiam relacionar conceitos aprendidos na teoria com problemas da vida prática e, com o uso do sistema, conscientizaram - se da aplicação prática da teoria vista. Outro ponto a observar foi que os aprendizes sentiram-se estimulados a procurar uma solução para cada problema apresentado, tomando para si essa tarefa, cientes de sua responsabilidade na tentativa de encontrar uma resposta a cada indagação.

Melhorias na interface do sistema e nas ferramentas oferecidas, acompanhadas de novos experimentos, serão necessárias para se realizar análises mais profundas e que proporcionem novos caminhos de pesquisa.

Um fato curioso observado no experimento realizado foi que a maioria dos aprendizes sentiu necessidade de que um tutor humano estivesse ao seu lado, aprovando ou auxiliando seu processo de aprendizagem. Isso indica que, provavelmente, o papel da tecnologia na Educação será o de ser ferramenta e nunca substituirá com total êxito um professor dedicado.

Referências

- Jacinto, A. da S. (2006). "Uma Arquitetura Para Sistemas Tutores Inteligentes Apoiada Por Fundamentos De Web Semântica". Tese (Mestrado) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.
- Martins, J. G. (2002). "Aprendizagem Baseada em Problemas Aplicada a Ambiente Virtual de Aprendizagem". Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- Savery, J. R., and Duffy, T. M. "Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. Educational Technology", 35, 31-38. Reviewed by Chuck Ferguson, 1995.
- Pinto, G. R. P. R. ; Santos, C. A S. ; Pereira, H. B. de B. "AVPBL: uma ferramenta para auxiliar a sessão tutorial do método de Aprendizagem Baseada em Problemas". In: Congresso Nacional de Ambientes Hipermedia para Aprendizagem (CONAHPA) 2004, Florianópolis, 2004.
- Mathews, D. K. "Análise dos escores de um teste". In: Medida e Avaliação em Educação Física. 5.ed. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1980. Cap.3, p.28-74.