

Representação da Interação do Aprendiz em Sistemas Hipermídia Adaptativos Educacionais que Utilizam a Aprendizagem Baseada em Problemas como Modelo Pedagógico

**José M Parente de Oliveira, Eveline de Jesus Viana Sá, Jeane S. F. Teixeira,
Douglas Galante, Clovis Torres Fernandes**

Divisão de Ciência da Computação
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – São José dos Campos - SP
parente@ita.br, eveline@ita.br, jmls@uol.com.br,
dgalante@gmail.com, clovis@ita.br

Abstract. *Modeling learner interaction in learning support systems, like the Adaptive Hypermedia Systems (AHS), is not normally driven by the pedagogical model used in the system. It is argued in this paper that besides driving the modeling of learner interaction, the pedagogical model is a key aspect in modeling the system as a whole. This paper presents a proposal to define and present learner interaction based on a pedagogical model, namely Problem-based Learning, for learning support systems. Although the proposed process has been used only in academic context, the preliminary results have indicated its potential of use in real contexts.*

Resumo. *A modelagem da interação do aprendiz em sistemas de apoio à aprendizagem, como os Sistemas Hipermídia Adaptativos, não é normalmente dirigida pelo modelo pedagógico usado no sistema. Argumenta-se neste artigo que, além de dirigir a modelagem da interação do aprendiz, o modelo pedagógico é um aspecto chave na modelagem do sistema como um todo. O artigo apresenta uma proposta de como se definir e apresentar a interação do aprendiz com base num dado modelo pedagógico, a Aprendizagem Baseada em Problemas, para sistemas de apoio à aprendizagem. Embora o processo proposto tenha sido usado apenas em contextos acadêmicos, os resultados preliminares têm indicado seu potencial de uso em contextos reais.*

Palavras-chave. *Modelagem da interação do aprendiz com o sistema, aprendizagem baseada em problemas, sistemas de apoio à aprendizagem.*

1. Introdução

Sistemas de apoio à aprendizagem, tais como os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e os Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA), incorporam de uma forma ou de outra um modelo pedagógico [Oliveira e Fernandes, 2003, 2004]. Esses modelos pedagógicos referem-se tanto àqueles descritos na literatura quanto àqueles definidos de forma *ad hoc*. No entanto, nesses sistemas, a modelagem da interação do aprendiz, a definição e representação do papel do modelo pedagógico na interação do aprendiz com o sistema, bem como a sua articulação com os demais componentes do sistema, são aspectos que precisam ser mais bem estudados.

Este artigo apresenta uma forma de se definir e representar a interação do aprendiz com base na Aprendizagem Baseada em Problemas para SHAs e STIs [Savery e Duffy, 1995; Labidi e Ferreira, 1998a, 1998b; Barges, 2003]. O emprego dessas idéias por alunos de pós-graduação, ainda que para uma aplicação simplificada, indica sua praticidade e potencial de extensão para outros modelos pedagógicos. A principal lição aprendida foi verificar, ainda que de forma limitada, que a representação detalhada e articulada do modelo pedagógico de uma aplicação pode ajudar a definir aspectos importantes da interação do aprendiz com um sistema de apoio à aprendizagem.

O artigo está organizado da forma como segue. A Seção 2 apresenta uma caracterização da aprendizagem baseada em problemas. A seção 3 apresenta uma forma de se modelar o domínio de uma aplicação e unidades de aprendizagem que agrupam os conceitos do domínio, bem como o processo de modelagem da interação do aprendiz. A Seção 4 apresenta os aspectos principais de um protótipo implementado. A Seção 5 apresenta as conclusões obtidas com o trabalho.

2. Esquema para a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

A ABP é considerada uma abordagem pedagógica que utiliza problemas do mundo real, estudos de caso hipotéticos com resultados concretos e convergentes para que os aprendizes assimilem o conteúdo planejado e desenvolvam a habilidade de pensar criticamente [Martins, 2002].

A ABP, como modelo pedagógico, além de facilitar a aprendizagem dos conteúdos previstos, pode proporcionar uma série de outros benefícios. Pode contribuir para que os aprendizes aprendam a definir um problema com clareza, a desenvolver hipóteses alternativas, a ceder, a avaliar e utilizar informações de fontes diversas, a alterar hipóteses com base em nova informação, bem como a encontrar soluções que correspondam ao problema e suas respectivas condições.

Pelo fato de não haver um esquema único para a ABP, na literatura são apresentados diversos esquemas de uso da mesma. Dessa forma, define-se neste trabalho um esquema para ABP para uso em estudo individual, em vez da abordagem tradicional em grupo. O referido esquema tem como base o modelo pedagógico definido em Labidi e Ferreira [1998a, 1998b] e os princípios de projetos organizados por solução de problemas definidos por Barges [2003]. A Figura 1 ilustra o esquema definido.

O conjunto de todas as fases do esquema apresentado, desde a fase de *Preparação do Aprendiz* até a fase de *Validação dos Resultados*, forma uma sessão de estudo. A fase de *Avaliação Final* ocorrerá como consequência dos resultados apresentados pelo aprendiz

nas fases anteriores. Caso ele não tenha apresentado resultados satisfatórios, poderá retornar às fases anteriores, conforme setas indicativas presentes na Figura 1. A resolução de um problema por um aprendiz poderá necessitar de uma única sessão de estudo, ou de várias, o que dependerá do nível do problema a ser trabalhado, bem como do perfil do aprendiz. As fases do esquema da Figura 1 são apresentadas a seguir. Cada fase é representada por uma cor diferente e por um número¹.

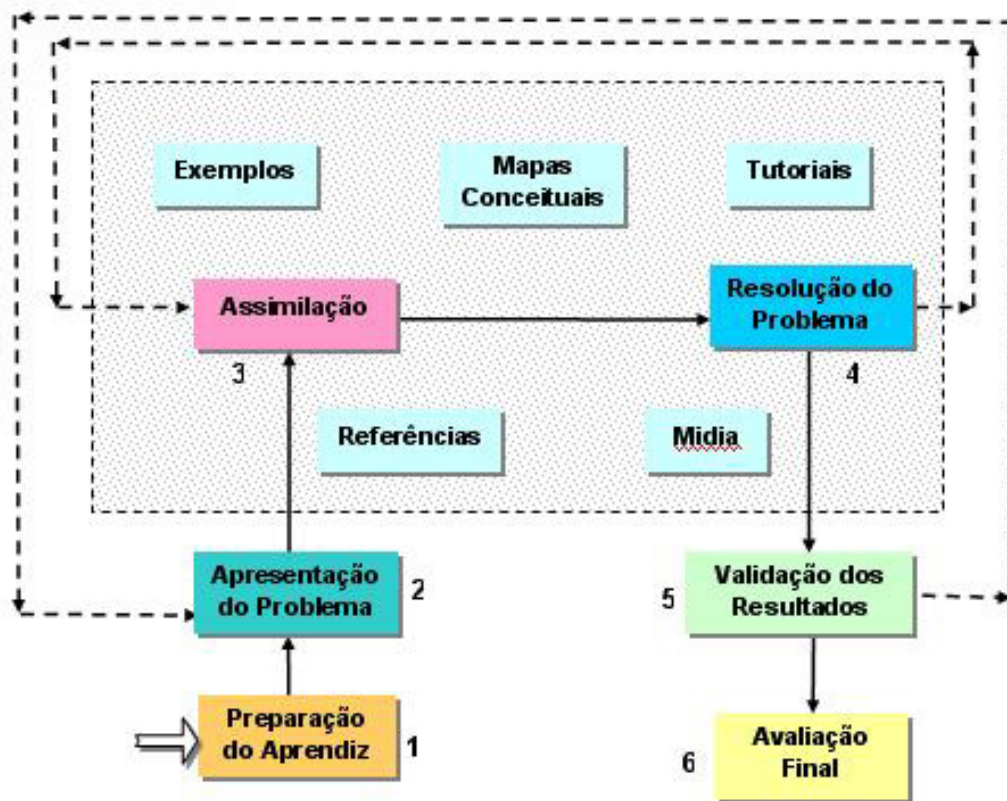


Figura 1. Esquema definido para a ABP.

Fase de Preparação do Aprendiz

Nessa fase, apresenta-se o objetivo da atividade a ser desenvolvida, bem como as etapas da ABP que nortearão o cumprimento do objetivo previamente estabelecido, ou seja, da resolução do problema. Nessa fase, ainda, identifica-se o nível inicial do aprendiz, que poderá ser iniciante, intermediário ou avançado, com o propósito de se apresentar um problema de acordo com as características de cada aprendiz.

Fase de Apresentação do Problema

Com base no nível de conhecimento, características individuais e necessidades de cada aprendiz, um problema é apresentado. Cada problema está relacionado com uma unidade pedagógica principal, que engloba os conceitos e procedimentos necessários à sua solução. Dentro do escopo de uma unidade, os problemas são dispostos numa seqüência que vai do mais abrangente, mais complexo, ao mais restrito. A idéia é que os

¹ A numeração das fases é usada como alternativa à impressão em preto e branco. A representação colorida das fases visa estabelecer uma correlação entre as fases do esquema e partes específicas de outros diagramas utilizados, como, por exemplo, o diagrama de casos de uso da interação do aprendiz com o sistema.

problemas mais restritos possam solidificar os conceitos estudados para que o aprendiz tenha base para solucionar os problemas mais abrangentes.

Fase de Assimilação

A fase de assimilação é a fase de análise do problema, geração de hipóteses, identificação de fatos, teoremas etc., relevantes ao contexto, a partir de estudo auto-dirigido. Nessa fase, o aprendiz faz o levantamento de informações necessárias à solução do problema.

Fase de Resolução do Problema

Com base na fundamentação obtida na fase anterior, o aprendiz tentará resolver o problema. Caso não consiga encontrar uma solução, ele poderá tentar solucionar problemas com menor grau de complexidade. Para isso, o sistema orienta o aprendiz apresentando várias alternativas de percursos dentro das possibilidades de navegação pelo conteúdo oferecido. Adicionalmente, podem ser apresentados conceitos transversais pertinentes ao contexto do problema. Dependendo do seu desempenho, o aprendiz poderá permanecer na fase de resolução do problema, ou retornar à fase de assimilação para reavaliação dos resultados encontrados até o momento. Caso consiga solucionar o problema, o aprendiz passará para a fase de validação dos resultados.

Fase de Validação dos Resultados

Nessa fase, a solução do problema apresentada pelo aprendiz é validada. Caso a solução apresentada esteja incorreta, o aprendiz é orientado a retornar à fase de assimilação ou à fase de apresentação do problema. Por outro lado, se a solução estiver correta, então o aprendiz poderá passar à fase de avaliação final.

Fase de Avaliação Final

A avaliação final contemplará questões específicas sobre o problema apresentado. 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 sistema obtiver parâmetros das fases anteriores que demonstrem que o aprendiz foi bem sucedido em seu objetivo.

3. Modelagem da Interação do Aprendiz

A modelagem da interação do aprendiz engloba dois conjuntos principais de modelos. O primeiro refere-se à modelagem do domínio e das unidades de Aprendizagem que agrupam os conceitos do domínio. O segundo conjunto corresponde à modelagem da interação propriamente dita, fazendo uso de artefatos normalmente empregados na área de engenharia de software.

3.1 Modelagem do Domínio da Aplicação e Unidades de Aprendizagem

O Modelo do domínio de um Sistema Hipermídia Adaptativo (SHA) representa a estrutura de como os tópicos ou conceitos de um dado domínio estão organizados. Uma forma de representar tal modelo é por meio de mapas conceituais [Novak, 1998]. Um dos benefícios dos mapas conceituais é a possibilidade de se expressar proposições com claros relacionamentos semânticos entre os conceitos do domínio. Neste trabalho, os conceitos de um dado domínio são agrupados em unidades de aprendizagem que

proporcionam uma semântica clara do agrupamento. A definição semântica das unidades é importante para se definir os tipos de problemas a serem utilizados, conforme recomendações da ABP.

3.2 Etapas Para a Modelagem da Interação

Para a modelagem da interação do aprendiz com o sistema, simulam-se as ações do aprendiz e as correspondentes respostas do sistema. Tal simulação proporciona uma visão mais concreta das atividades a serem realizadas em cada fase do modelo pedagógico. Para a modelagem da interação, os seguintes artefatos foram elaborados:

Casos de Uso

Nos casos de uso, contemplam-se as principais tarefas ou ações que o aprendiz pode realizar. A Figura 2 apresenta os casos de uso das ações do aprendiz.

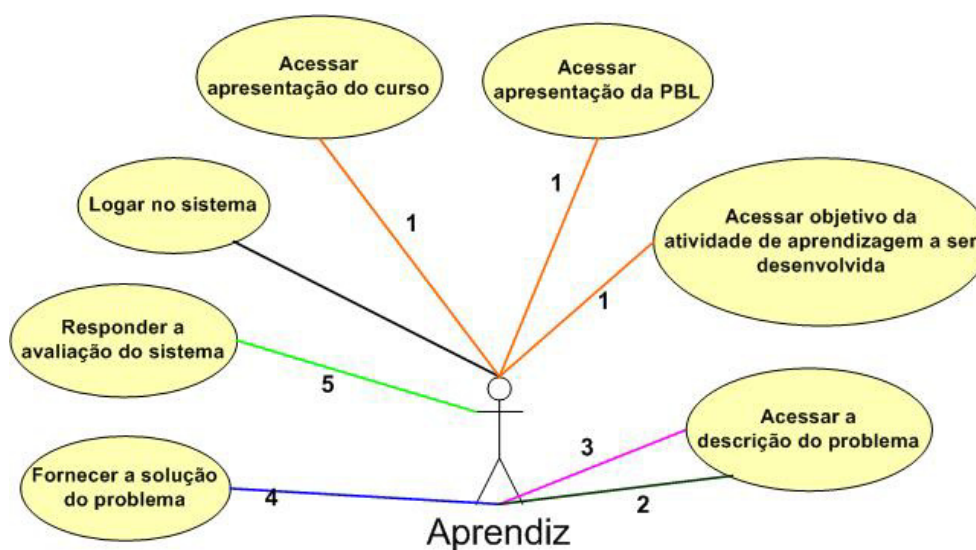


Figura 2. Diagrama de casos de uso das ações do Aprendiz.

Observa-se que os casos de uso decorrem diretamente das fases do modelo pedagógico baseado na ABP, ilustrado no esquema da Figura 1. Utilizou-se uma notação de cores para ressaltar as fases da ABP no diagrama. Ou seja, cada ação no diagrama recebeu a mesma cor, ou número, da fase correspondente apresentada na Figura 1, com o propósito de se aumentar a semântica dessas ações.

Fluxograma de Transição de Telas Representativas da Interação do Aprendiz

Com base nos casos de uso, elaborou-se um esboço das telas pelas quais o aprendiz poderá interagir com o sistema, bem como, das telas com as respostas do sistema às ações do aprendiz. Os esboços de tela foram então dispostos num fluxograma que retrata os caminhos pelas fases do modelo pedagógico em uma sessão de estudo. A Figura 3 apenas ilustra a forma geral desse tipo de fluxograma.

O fluxograma proporciona uma simulação que explicita todas as atividades a serem realizadas pelo aprendiz durante as fases do modelo pedagógico, bem como, possibilita a validação dos diagramas de casos de uso.

De acordo com o nível de detalhamento alcançado na elaboração dos casos de uso e do fluxograma de transição de telas representativas da interação do aprendiz com o sistema, pode-se obter uma idéia bastante concreta do funcionamento do sistema.

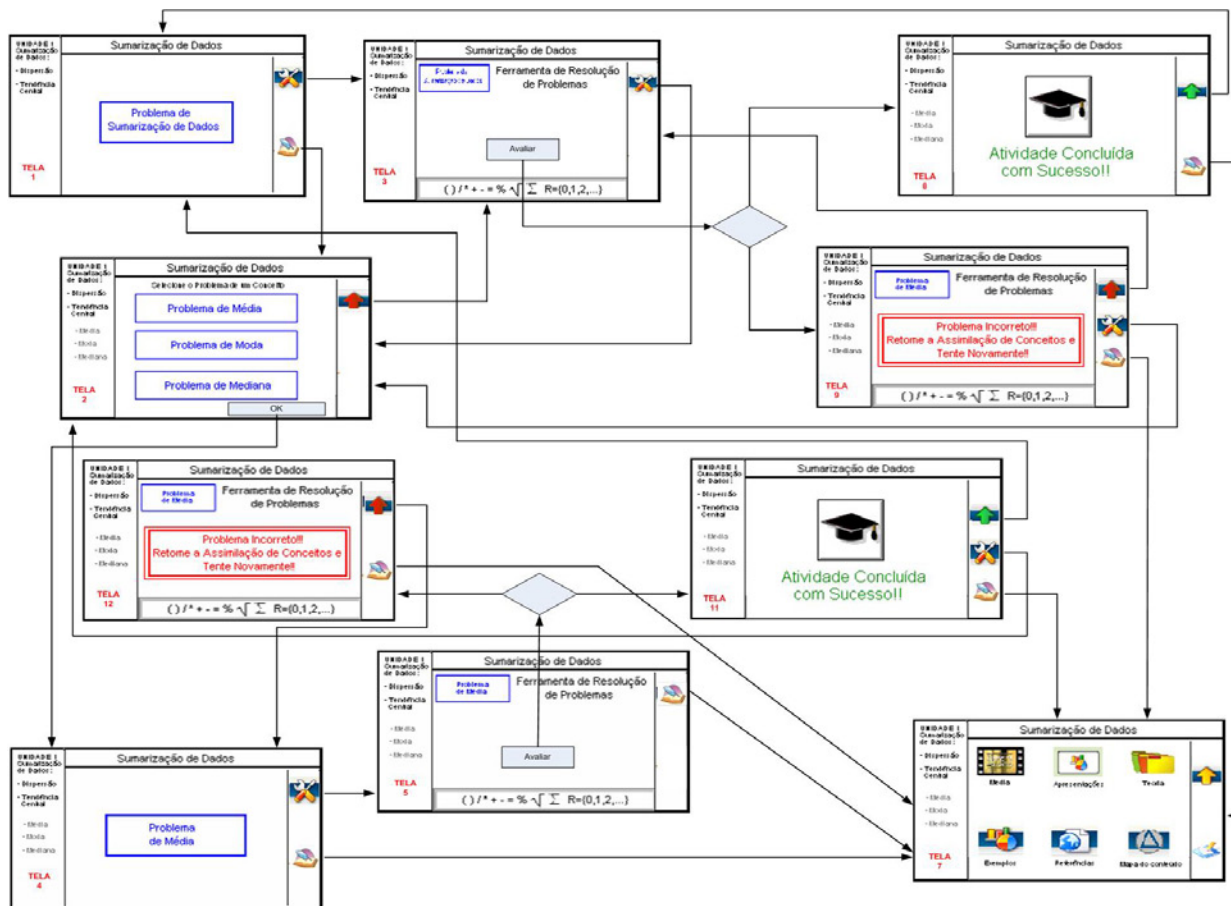


Figura 3. Fluxograma ilustrando a interação do Aprendiz com o SHA.

Diagrama de seqüência

Com base no fluxograma de interação e num modelo de referência para SHA, que descreve o modelo conceitual do sistema com seus componentes e relacionamentos, pode-se elaborar um diagrama de seqüência considerando uma aplicação definida. O diagrama de seqüência descreve o processo de troca de mensagens entre os componentes do sistema. Dessa forma, o modelo de referência e o diagrama de seqüência servem de base para complementar a modelagem de um SHA.

Percebe-se, novamente, a importância do modelo pedagógico, visto que o mesmo norteia todo esse processo de modelagem, o que pode ser visualizado pela notação de cores utilizada para as fases. A partir desse processo de modelagem iterativo, obtém-se um conjunto de informações que proporcionarão um maior nível de detalhes para a implementação de uma aplicação.

4. StatisTutor: Um Protótipo Implementado

Com o propósito de ilustrar como o processo de modelagem baseado na ABP pode guiar a implementação de um SHA e visando aplicações futuras dessa experiência, um protótipo preliminar denominado *StatisTutor*, tutor para o ensino de estatística, foi implementado. O protótipo representa a interação entre o aprendiz e o SHA através da implementação de telas que retratam cada etapa do modelo pedagógico. Algumas das principais telas para navegação do aprendiz no *StatisTutor* são brevemente descritas a seguir.

Tela Inicial: após o login no *StatisTutor*, a tela inicial apresentará ao aprendiz o ambiente do *StatisTutor*, onde ocorre a *preparação do aprendiz*, conforme apresentado no modelo pedagógico (Figura 1). Nesse momento é feita a introdução dos conceitos da ABP e do objetivo da aprendizagem, no caso as unidades de Estatística representadas no Modelo do Domínio.

Telas de Apresentação do Problema: inicialmente o *StatisTutor* apresenta um problema complexo envolvendo todo o conteúdo de uma unidade. O problema é apresentado mediante o resgate, a partir do Modelo do Aprendiz, das informações sobre seu comportamento e seu nível atual de conhecimento (iniciante, intermediário ou avançado). A recuperação dessas informações definirá a complexidade do problema a ser apresentado: um problema de maior complexidade envolve uma unidade completa; de menor complexidade, envolve apenas subunidades.

Telas de Assimilação e Resolução do Problema: permitem ao aprendiz o acesso ao conteúdo pertinente ao contexto do problema, dando-lhe subsídios para o processo de resolução do mesmo. Para tanto, o aprendiz tem à sua disposição duas ferramentas: Ferramenta de Assimilação de Conceitos e Ferramentas de Resolução de Problemas. Caso o problema apresentado seja familiar ao aprendiz, este poderá clicar em Ferramentas de Resolução de Problemas, caso contrário, passará à Ferramenta de Assimilação de Conceitos, a fim de obter condições para posteriormente resolver o problema da unidade em questão. A seguir são apresentados maiores detalhes das referidas ferramentas.

Assimilação de Conceitos: essa ferramenta é disponibilizada ao aprendiz para que ele possa identificar e compreender os conceitos envolvidos num dado problema. Após a devida compreensão dos elementos necessários ao entendimento do problema apresentado, a próxima etapa, a partir dessa tela, é a resolução do problema em questão. Diversos recursos de apoio podem ser oferecidos ao aprendiz. Embora não tenham sido implementados no protótipo atual, esses recursos poderiam estar na forma de mapas conceituais, textos explicativos, vídeos, figuras, narrativas gravadas em som etc.

Ferramentas de Resolução de Problemas: são as ferramentas oferecidas pelo sistema para auxiliar o aprendiz na solução de um problema. Observa-se, porém, que a solução de forma satisfatória de um problema não significa necessariamente que o aprendiz terá resultados satisfatórios na avaliação final. Isso, porque o mesmo poderia ter obtido uma solução baseada em experiências anteriores, porém sem o conhecimento de alguns conceitos importantes àquele contexto e para a resolução de problemas futuros. Desse modo, o *StatisTutor* orienta o aprendiz a resolver problemas mais específicos, ficando opcional a ele acatar ou não tal sugestão. Caso sua opção seja ignorar tal orientação, possíveis deficiências de conhecimento poderão ser detectadas em testes parciais do

conteúdo trabalhado para aquele grupo de problemas. A Figura 4 ilustra a tela principal de Resolução de Problema.

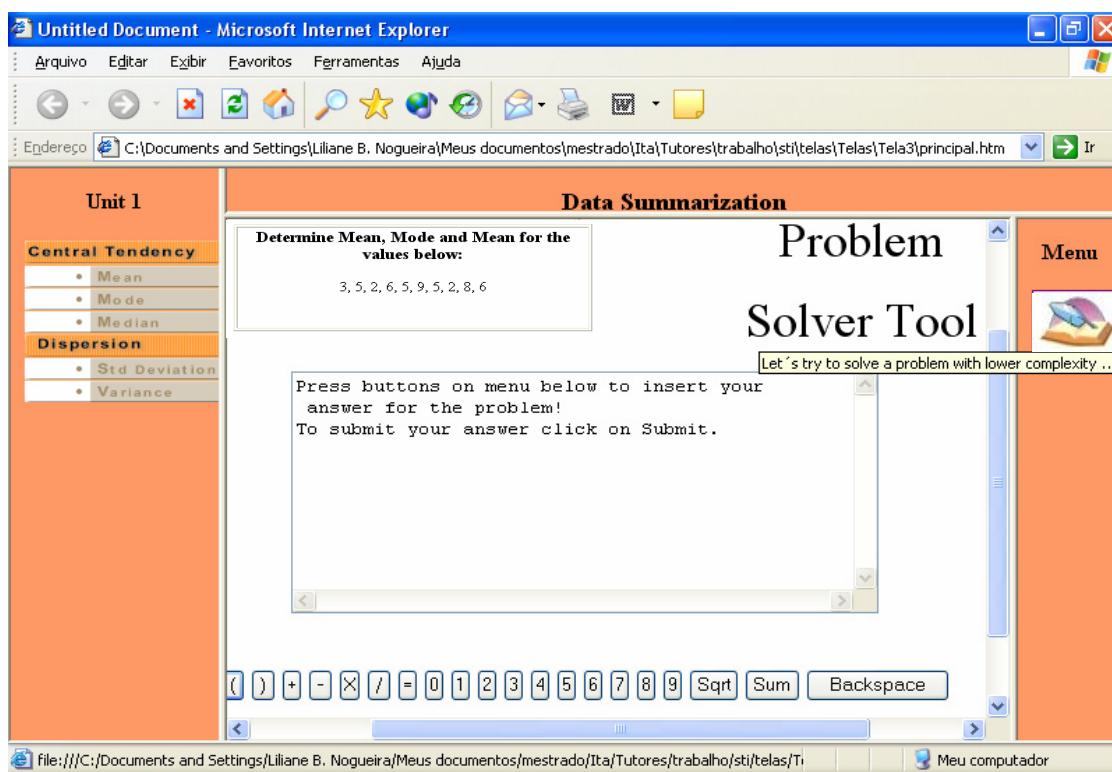


Figura 4. Tela de Resolução de Problema

5. Conclusões

A construção de ambientes computacionais baseados na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) enfrenta, dentre outros, dois grandes desafios. O primeiro refere-se à falta de um padrão prático que permita o reconhecimento de uma atividade de aprendizagem como ABP. O segundo, comum a diversos outros tipos de ambientes de aprendizagem, refere-se a como modelar e representar a interação do aprendiz com o ambiente.

Com foco no segundo desafio mencionado acima, o processo apresentado de modelagem e representação da interação do aprendiz com um sistema de apoio à aprendizagem, que usa a ABP, proporciona uma forma simples, porém útil, para se definir os aspectos envolvidos nessa interação.

Para apoiar esse processo, dois artefatos tiveram papel importante. O primeiro foi uma extensão da notação de casos de uso, por meio de cores para expressar as fases do modelo pedagógico. O segundo artefato foi o fluxograma de interação do aprendiz com o ambiente. Apesar de usadas no contexto de ABP, acredita-se que esses artefatos possam ser usados no contexto de outros modelos pedagógicos.

Mesmo com foco no processo de modelagem da interação, o processo permitiu avançar um pouco além. Ou seja, com base num modelo de referência para SHAs, nos diagramas de caso de uso com as extensões definidas e no fluxograma de interação, o processo permitiu que se avançasse até à elaboração de um diagrama de seqüência

UML. A partir desse diagrama de seqüência, também estendido com notação de cores relacionadas com as fases do modelo pedagógico, foi possível realizar a implementação de um protótipo.

A principal implicação desse trabalho é que pelo fato de dirigir o processo de modelagem da interação do aprendiz com o sistema, o modelo pedagógico, no fundo, dirige o próprio processo de desenvolvimento do SHA. Isso significa que a estruturação de um SHA necessita ter o modelo pedagógico considerado bem definido e especificado.

Apesar de o processo apresentado ter sido usado apenas de forma acadêmica por alunos de pós-graduação de um curso de Tutores Inteligentes, os resultados preliminares indicam seu potencial de uso. Como trabalhos futuros, pretende-se aplicar o processo descrito para a modelagem de aplicações reais e realizar os refinamentos necessários.

6. Referências

- Barges, F. Innovation in Engineering Education: The Aalborg Model. In: Ibero-American Summit on Engineering Education, 2003. Proceedings, 2003.
- Ferreira, Jeane Silva. “Concepção de um Ambiente Multi-Agentes de Ensino Inteligente Integrando o Paradigma de Aprendizagem Cooperativa”. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Eletricidade) – Universidade Federal do Maranhão. 1998.
- Labidi, S. Ferreira, J. S. Technology-Assisted Instruction with Application to Cooperative Learning. In: IEEE Frontiers in Education (FIE'98), Tempe, Arizona, USA. Proceedings, 1998a.
- Labidi, S. Ferreira, J. S. Agent-based Architecture for Cooperative Intelligent Tutoring System. In: International Conference on the Design Cooperative Systems, 3, 1998, Cannes, France. Proceedings, 1998b.
- Martins, J. G. Aprendizagem Baseada em Problemas Aplicada a Ambiente Virtual de Aprendizagem. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- Novak, J. D. Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. Mahweh, NJ, Lawrence Erlbaum Associates. 1998.
- Oliveira, J. M. P. Fernandes, C. T. A Framework for Adaptive Educational Hypermedia Systems, *Workshop on Applications, Products and Services of Web-based Support Systems in conjunction with the IEE/WIC*, International Conference on Web Intelligence, Halifax, Canada, 2003.
- Oliveira, J. M. P. Fernandes, C. T. Instructional Model as a Driving Force for Adaptation in Adaptive Educational Hypermedia Systems, *Proceedings of ED-Media 2004*, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, AACE, 2004.