

---

## Processo de Prototipação da Interação em STI que Utiliza a Aprendizagem Baseada em Problemas como Proposta Pedagógica

José M. Parente de Oliveira<sup>1</sup>, Clovis Torres Fernandes<sup>1</sup>, Eliane Santiago Ramos<sup>2</sup>,  
Adriana Jacinto<sup>1</sup>, Frederico Vilela<sup>1</sup>, Diego Ajukas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Divisão de Ciência da Computação - Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
Pça Marechal Eduardo Gomes, 50 -CEP 12228-900 - São José dos Campos - SP - Brasil

<sup>2</sup>Faculdade Carlos Drummond de Andrade  
Rua Prof. Pedreira de Freitas, 415 – 03312-050 – São Paulo – Brasil

{parente, clovis}@ita.br, eliane.ramos@uol.com.br,  
sjacinto@uol.com.br, fred\_vilela@hotmail.com, ajukas@msn.com

***Abstract.** One of the difficulties for building a learning environment is the absence of organization and standards that recognize distinct pedagogical strategies. This happens because the implementation of the pedagogical proposal implies directly in the implementation of the tutor. The present article shows a process for prototyping the interaction in Intelligent Tutoring System, which leads to a well defined specification of the functionalities of the system.*

***Resumo.** Uma das dificuldades para a construção de ambientes de aprendizagem é a ausência de organização e padrões que reconheçam estratégias pedagógicas distintas. Isto acontece porque a implementação da proposta pedagógica implica diretamente na implementação do tutor. O presente artigo mostra um processo para a prototipação da interação em Sistema Tutor Inteligente, o qual conduz a uma especificação bem definida das funcionalidades do sistema.*

***Palavras-chave:** aprendizagem baseada em problemas, ambientes de aprendizagem, sistemas tutores inteligentes.*

### 1. Introdução

A construção de Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) é um empreendimento que envolve uma grande quantidade de aspectos relacionados com os componentes da arquitetura desses sistemas (BURNS, CAPPS, 1988; VICCARI, GIRAFFA, 2002). Apesar da existência de uma arquitetura amplamente aceita, a modelagem e implementação de STI carecem de métodos e processos que possam proporcionar um caráter mais sistemático a essas atividades.

Dada a variedade de aspectos envolvidos em cada componente da arquitetura de STI, onde cada componente por si só representa uma grande área de pesquisa, fazer um recorte desses aspectos de forma a extrair apenas aqueles mais relevantes para uma dada aplicação pode ser facilitado quando se utiliza um processo de prototipação da interação do aprendiz com o sistema. Dado que o processo de prototipação parte de cenários de uso, ou seja, cenários concretos, que passam por sucessivos refinamentos, pode-se obter uma visão abrangente e detalhada do funcionamento do sistema a ser desenvolvido.

---

Este artigo apresenta um processo de prototipação da interação do aprendiz com um STI que usa a aprendizagem baseada em problemas como proposta pedagógica a ser desenvolvido, o qual tem como propósito proporcionar uma visão geral da funcionalidade do STI. O emprego do processo por alunos de pós-graduação, ainda que para aplicações simplificadas, tem indicado praticidade e potencial de uso mais geral.

O artigo está organizado da forma como segue. A Seção 2 apresenta o processo de prototipação. A Seção 3 apresenta um estudo de caso de uso do processo. A Seção 4 apresenta as conclusões obtidas com o trabalho.

## 2. Processo de Prototipação da Interação

Com base em técnicas da engenharia de software e no uso de novos artefatos adaptados, definiu-se um processo para a prototipação da interação em STIs. O processo contempla as seguintes etapas, detalhadas abaixo:

1. Descrição dos resultados educacionais esperados;
2. Escolha e detalhamento da proposta pedagógica;
3. Definição do modelo do domínio da aplicação;
4. Elaboração de casos de uso;
5. Elaboração do fluxo de interação;
6. Produção dos protótipos de telas.

### Descrição dos Resultados Educacionais Esperados

Uma forma de se definir os resultados educacionais esperados em STIs é o modelo de habilidades e competências conforme orientações do MEC<sup>1</sup>. Tal modelo recomenda que se definam as competências esperadas e as habilidades correspondentes, que quando alcançadas, conduzam à obtenção das competências e as bases tecnológicas necessárias à aquisição das habilidades. A Tabela 1 apresenta um exemplo de especificação de tais elementos para uma unidade de aprendizagem sobre elaboração de casos de uso de uma disciplina de engenharia de software de um curso de pós-graduação.

**Tabela 1. Modelo de especificação de habilidades e competências**

Competências	Habilidades	Bases Tecnológicas
Definir o papel de Casos de Uso no processo de Software	Especificar Requisitos de Software	Requisitos Casos de Uso Processo de Software
	Identificar a importância dos Casos de Uso	
...	...	...
Modelar Requisitos utilizando Casos de Uso	Definir Casos de Uso no processo de modelagem de requisitos	Requisitos Modelagem de Requisitos Padrão UML Ferramentas UML Estudos de Casos

A idéia do quadro da Tabela 1 é proporcionar uma visão geral dos resultados esperados com a aprendizagem bem como dos recursos necessários para se obter esses resultados.

---

<sup>1</sup> Pareceres CNE/CES nº 776/1997, CNE/CES nº 436/2001, CNE/CP nº 29/2002

---

## **Escolha e Detalhamento da Proposta Pedagógica**

No desenvolvimento de STIs, a definição da proposta pedagógica é um aspecto fundamental, pois é essa proposta que caracteriza a funcionalidade do sistema. Ou seja, é a partir da proposta que se define a interação aprendiz - STI. Para tal, é necessário que se especifiquem em detalhes as estratégias pedagógicas da proposta a serem empregadas. A proposta pedagógica pode ser uma das consolidadas na literatura ou outra qualquer definida de forma *ad hoc*.

## **Definição do Modelo do Domínio da Aplicação**

Para efeito de organização e acesso, os conceitos do domínio da aplicação identificados nas bases tecnológicas precisam ser dispostos numa forma apropriada. Essa forma se refere não à forma como esses conteúdos ficarão armazenados no sistema, mas a uma forma que ajude no processo de modelagem.

Uma forma de representar esses conceitos é por meio de mapas conceituais (HARTLEY, 1992; NOVAK, 1998). Um dos benefícios dos mapas conceituais é a possibilidade de se expressar proposições com claros relacionamentos semânticos entre os conceitos, que ajudam na estruturação do domínio. Uma vez definido o mapa conceitual do domínio, os conceitos podem ser agrupados em unidades de aprendizagem de tal forma a proporcionar uma clara definição semântica.

A definição da semântica das unidades é importante para a definição de elementos importantes das estratégias pedagógicas, como, por exemplo, problemas a serem apresentados ao aprendiz.

## **Elaboração de Casos de Uso**

Após o detalhamento das estratégias pedagógicas e do modelo do domínio, pode-se proceder à elaboração de casos de uso da interação do aprendiz com o sistema. A importância dos casos de uso reside no fato de proporcionar uma simulação das etapas do processo de aprendizagem, bem como especificar as ações do aprendiz e as correspondentes respostas do sistema. Tal especificação pode fazer uso das técnicas empregadas na área de engenharia de software para elaboração de casos de uso.

Com o propósito de se obter uma visualização gráfica da funcionalidade do sistema, além da especificação textual, diagramas de casos de uso podem ser empregados. Para especificar graficamente os relacionamentos entre as estratégias pedagógicas e os diagramas de casos de uso, pode-se utilizar uma notação de cores, onde cada caso de uso tem a mesma cor de uma estratégia ou etapa da proposta pedagógica.

## **Elaboração do Fluxo de Interação**

Com base numa visão integrada dos casos de uso, pode-se elaborar um fluxograma que mostra os percursos possíveis do aprendiz pelo sistema. Dessa forma, o fluxograma proporciona uma visão do funcionamento do sistema. Adicionalmente, além de útil para a modelagem dos componentes individuais do sistema e da comunicação entre eles, o fluxograma orienta a produção do esboço de telas do sistema.

## **Produção dos Protótipos de Telas**

Com base na especificação dos casos de uso e no fluxograma definido, que contempla os esboços de telas e os possíveis caminhos a serem seguidos pelo aprendiz, pode-se

---

produzir um protótipo das telas do sistema, que proporciona uma idéia geral do funcionamento do sistema.

Outro benefício do protótipo de telas é a possibilidade de se raciocinar sobre as características do aprendiz a serem considerados e, conseqüentemente, definir as telas apropriadas para o alcance dos resultados de aprendizagem pretendidos. Aspectos relacionados com estilos cognitivos, preferências e nível de aprendizagem podem ser considerados. Esses aspectos têm relação direta com o Modelo do Aprendiz.

### **3. Estudo de Caso**

Com o propósito de ilustrar o processo descrito, procedeu-se à prototipação da interação para um STI sobre estatística, mais especificamente estatística descritiva. O STI concebido foi denominado *StatisTutor*. A seguir descreve-se a aplicação das principais etapas do processo de prototipação.

#### **3.1 Resultados Educacionais Esperados**

Os resultados educacionais esperados com o *StatisTutor* foram especificados com o uso do modelo apresentado na Tabela 1. Dado que esses aspectos não são relevantes para o entendimento do processo de prototipação, eles não são apresentados em detalhes.

#### **3.2 Proposta Pedagógica**

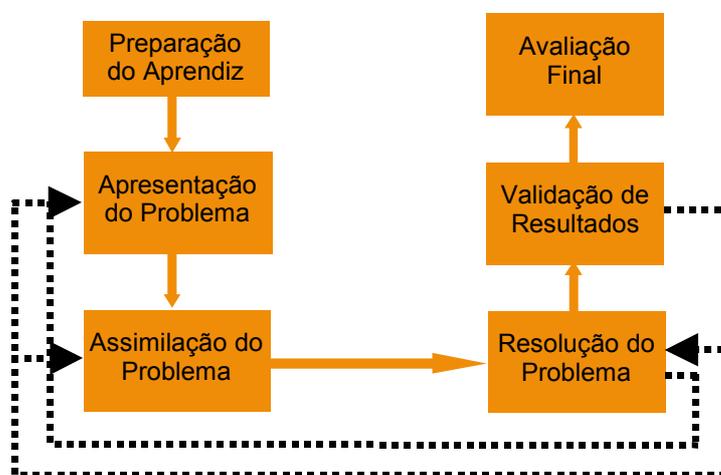
Em função das pesquisas em curso dos autores, optou-se pela Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* – PBL) como proposta pedagógica para o STI concebido.

A PBL é 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 (SAVERY, DUFFY, 1995; BERBEL, 1998; MARTINS, 2002). Dentre várias características distintas da PBL, merecem destaque as seguintes (MARTINS, 2002):

- *Os problemas conduzem o currículo* - Os problemas não testam habilidades, mas apóiam o seu desenvolvimento;
- *Os problemas são pouco estruturados* - As soluções encontradas podem sofrer alterações, uma vez que, ao longo do processo, novas informações podem ser agregadas ou a percepção do problema pode ser alterada;
- *Os aprendizes resolvem os problemas* - Os professores e tutores são “facilitadores” no processo de aprendizagem;
- *Os aprendizes recebem orientações de como abordar o problema* - Não existe um padrão para se chegar a uma solução. Aos aprendizes cabe a escolha da melhor maneira de se chegar à solução do problema;
- *A avaliação é autêntica* - A avaliação é baseada no desempenho, feita de forma contextualizada e integrada com todas as atividades de aprendizagem. É processual.

A PBL, como proposta pedagógica, 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 e a encontrar soluções que correspondam ao problema e suas respectivas condições.

Pelo fato de não haver um esquema único, na literatura são apresentados diversos esquemas de uso da PBL. Por esse motivo, com base no modelo pedagógico definido em Labidi e Ferreira (1998a, 1998b), nos princípios de projetos organizados por solução de problemas definidos em Barges (2003) e no esquema apresentado em Savery e Duffy (1995), definiu-se um esquema para a PBL para uso em estudo individual, em vez da abordagem tradicional em grupo. A Figura 1 ilustra o esquema definido.



**Figura 1. Esquema definido para a PBL.**

O conjunto de todas as fases do esquema apresentado forma uma sessão de estudo. A fase de *Avaliação Final* ocorrerá como consequência dos resultados apresentados pelo aprendiz nas fases anteriores. Caso não tenha apresentado resultados satisfatórios, o aprendiz poderá retornar às fases anteriores, conforme setas indicativas 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. Assim, o processo de resolver um problema segundo este esquema é interativo e iterativo. Descreve-se a seguir cada fase do esquema.

### **Fase de Preparação do Aprendiz**

Na fase de Preparação do Aprendiz, apresenta-se o objetivo da atividade a ser desenvolvida, bem como as etapas da PBL que nortearão o alcance dos resultados educacionais 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.

---

### **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 de aprendizagem 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 problemas mais restritos ajudem o aprendiz a consolidar os conhecimentos necessários para solucionar os problemas mais abrangentes.

### **Fase de Assimilação do Problema**

A fase de Assimilação do Problema é a fase de análise do problema, geração de hipóteses, identificação de fatos, teoremas etc., relevantes ao contexto, a partir de estudo autodirigido. 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 tutor 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 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 de resultados.

### **Fase de Validação de 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. A fase de avaliação final só acontecerá se a validação dos resultados do aprendiz tiver sido satisfatória.

### **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 STI obtiver parâmetros das fases anteriores, que demonstrem que o aprendiz foi bem sucedido na resolução de problemas.

## **3.3 Modelo do Domínio**

Tal como recomendado pelo processo, o modelo do domínio foi estruturado segundo um mapa conceitual. Por ser um domínio pequeno, apenas uma unidade pedagógica envolvendo todos os conceitos foi definida. Embora o mapa definido apresente apenas os conceitos principais sobre estatística e seus relacionamentos, uma forma de torná-lo mais completo seria apresentar as expressões matemáticas para o cálculo de média, mediana e moda. Com isso, além de representar conhecimento declarativo, o mapa incluiria também conhecimento procedimental do domínio.

### 3.4 Casos de Uso

Para cada etapa do esquema da PBL foram elaborados casos de uso detalhados para se obter uma simulação das ações do aprendiz e as correspondentes respostas do sistema. Por exemplo, para a etapa de assimilação do problema foram identificados os seguintes casos de uso:

- Gerar hipóteses de solução do problema;
- Identificar fatos relevantes;
- Identificar conceitos a serem aprendidos;
- Elaborar plano de solução do problema.

A Tabela 2 apresenta, para exemplificar, a descrição textual do caso de uso “elaborar plano de solução do problema”, de acordo com o formato apresentado em Larman (2001).

**Tabela 2. Descrição do caso de uso “elaborar plano de solução do problema”.**

ID do Caso de Uso:	3.4
Nome do Caso de Uso:	<i>Elaborar plano de solução do problema</i>
Criado por:	<i>Adriana da Silva Jacinto</i>
Data de Criação:	<i>25/05/2005</i>
Última Atualização Realizada por:	
Data da Última Atualização:	
Atores:	<i>Aprendiz que esteja na fase de assimilação do problema.</i>
Descrição:	<i>Esse caso de uso corresponde à funcionalidade do aprendiz descrever os passos que ele julga necessário para a solução do problema.</i>
Prioridade:	<i>A definir.</i>
Pré-condições:	<i>Conclusão da fase de apresentação do problema.</i>
Pós-condições:	<i>Plano de solução do problema elaborado.</i>
<b>Fluxo Básico de Eventos</b>	
<b>Ações do Ator:</b>	<b>Ações do Sistema:</b>
1. Aprendiz seleciona a opção “plano de ação”.	2. O sistema habilita entrada de dados.
3. Aprendiz entra com os passos a serem feitos para resolver o problema.	4. O sistema armazena os dados.
5. Aprendiz seleciona a opção “OK”.	6. O sistema avalia os passos e atribui avaliação do aprendiz
<b>Fluxo Alternativo de Eventos 1</b>	
<b>Ações do Ator:</b>	<b>Ações do Sistema:</b>
1. 1 Aprendiz seleciona a opção “cancelar”	2.1 O sistema desabilita a entrada de dados.
<b>Fluxo Alternativo de Eventos 2</b>	
<b>Ações do Ator:</b>	<b>Ações do Sistema:</b>
3.1. Aprendiz indica que não sabe descrever os passos de solução para o problema.	4.1 O sistema atribui uma avaliação ao aprendiz e utiliza informação padrão.

Com apoio do quadro apresentado na Tabela 2, é possível descrever com riqueza de detalhes todas as ações do aprendiz e as respostas correspondentes do sistema. Dessa forma, a descrição detalhada de todos os casos de uso de todas as etapas proporciona uma visão bastante completa da funcionalidade esperada do STI a ser implementado.

### 3.5 Fluxo de Interação

Com base nos casos de uso, elaborou-se um esboço das telas através pelas quais o aprendiz poderá interagir com o sistema, contemplando também as respostas do sistema às ações do aprendiz. A partir daí foi gerado um fluxograma para cada etapa da proposta pedagógica, representando as transições entre as telas da etapa. A Figura 2 apresenta o fluxograma de interação para a etapa de assimilação do problema.

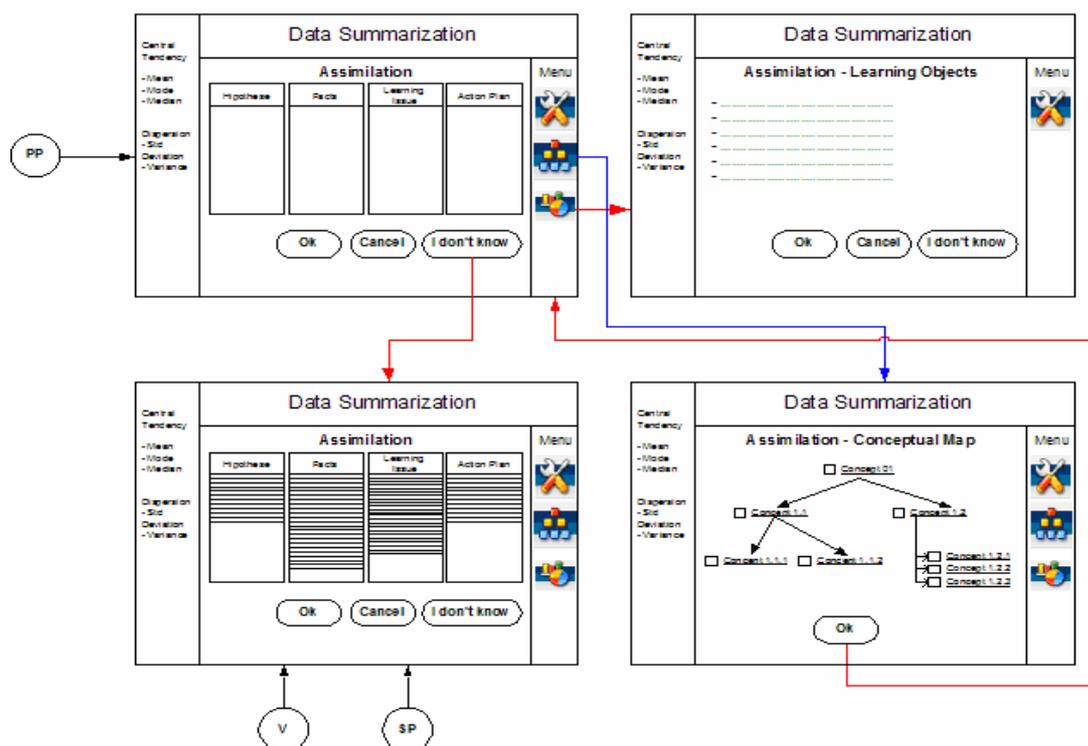
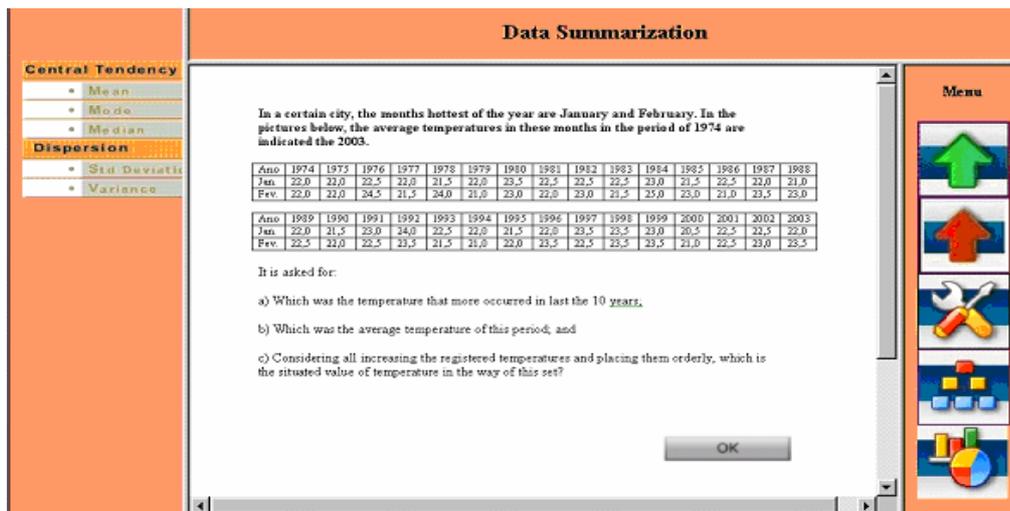


Figura 2. Fluxograma de interação para a etapa de assimilação do problema.

Além da transição entre telas de uma etapa, o fluxograma mostra também a transição entre etapas. Por exemplo, o conector representado pela letra “V” indica a existência de uma transição da fase de validação para a fase corrente de assimilação, “PP” indica transição da fase de apresentação do problema (*Problem Presentation*) e “PS”, transição da fase de solução do problema (*Problem Solving*).

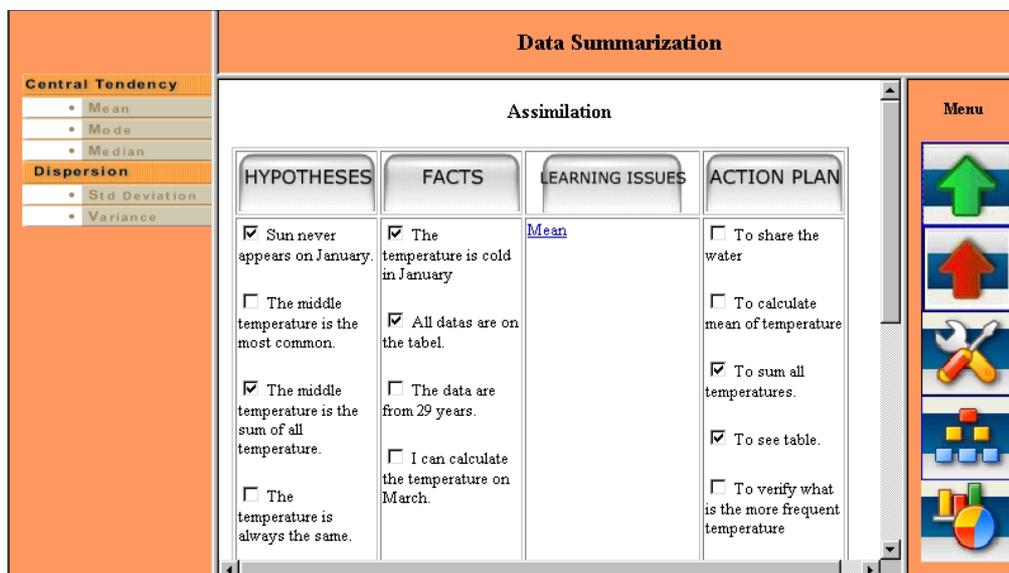
### 3.5 Protótipo de Telas

Com base nas descrições dos casos de uso e nos fluxogramas que contemplam os esboços de telas e os possíveis caminhos a serem seguidos pelo aprendiz, produziram-se protótipos das telas do sistema. A Figura 3 mostra a tela de apresentação de um problema. Embora a tela contemple diversos aspectos, o mais relevante a destacar é a apresentação de um problema que represente uma unidade de aprendizagem como um todo.



**Figura 3. Tela de apresentação de um problema.**

A Figura 4 apresenta uma tela da etapa de assimilação do problema. Dada a dificuldade e complexidade para a entrada em linguagem natural dos aspectos relacionados com hipóteses sobre a solução do problema, fatos relacionados, pontos de aprendizagem e plano de ação, que indicam como o aprendiz pretende solucionar o problema, o sistema oferece um conjunto de opções para que o aprendiz faça a sua escolha.



**Figura 4. Tela da etapa de assimilação do problema.**

Por exemplo, na etapa de solução do problema, o aprendiz poderia encontrar inicialmente uma tela que mostrasse o problema com três itens a serem respondidos. O aprendiz teria então a opção de inserir as respostas para os três itens e submetê-las à avaliação pelo sistema ou escolher um item por vez para resolver. Ao escolher um item, o aprendiz poderia clicar no botão *Add*, mostrado na tela da Figura 5, para resolver o item do problema por etapas.

Caso o aprendiz tivesse dificuldades para resolver o problema, ele poderia clicar no botão *I don't know* e o sistema iniciaria um processo de redução de complexidade, até chegar em um problema que o aprendiz fosse capaz de resolver. Tal problema deveria permitir que o aprendiz consolidasse os conhecimentos que o ajudassem a resolver ou vislumbrar uma solução possível para o problema original.

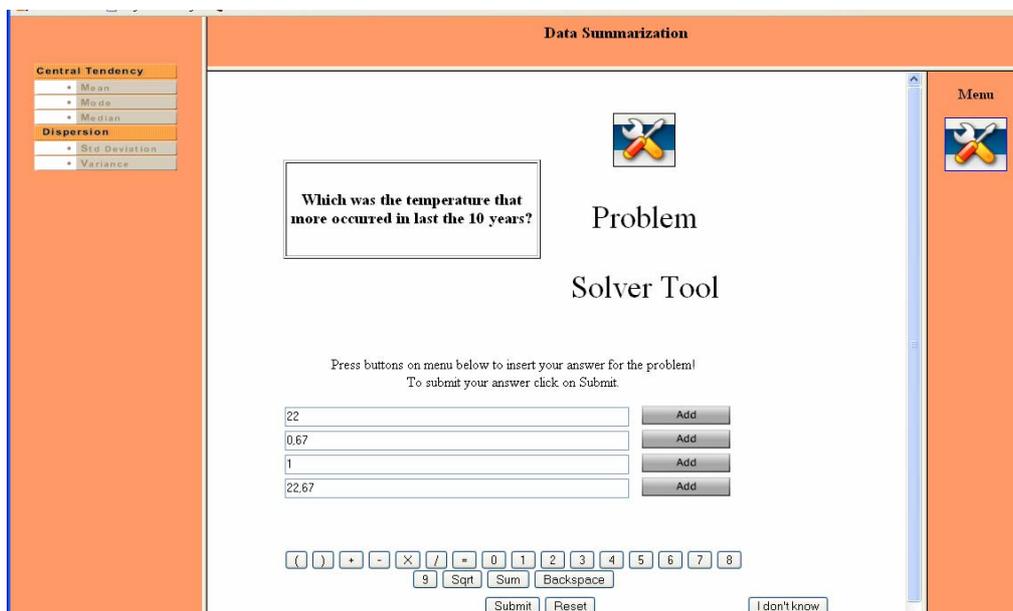


Figura 5. Tela para solução de um item do problema

#### 4. Conclusões

A construção de STIs que utilizam a PBL como proposta pedagógica 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 a PBL. 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 de prototipação da interação do aprendiz com um STI que utiliza a PBL apresentado tem se mostrado uma forma simples, porém útil, para se definir os aspectos envolvidos nessa interação.

Cada um dos artefatos utilizados no processo teve um papel importante. O primeiro, a especificação de casos de uso teve como referência o detalhamento da proposta pedagógica. O segundo artefato foi o fluxograma de interação do aprendiz com o sistema e o terceiro, a prototipação das telas. Apesar de usadas no contexto de PBL, acredita-se que esses artefatos possam ser usados no contexto de outras propostas pedagógicas.

A principal implicação desse trabalho é que, pelo fato da proposta pedagógica dirigir o processo de modelagem, ela no fundo dirige o próprio processo de desenvolvimento do STI. Isso significa que a estruturação de um STI necessita ter a proposta pedagógica considerada bem definida e especificada.

Embora o reconhecimento da importância da proposta pedagógica não seja novidade, a modelagem da interação do aprendiz com o STI dirigida pela proposta

---

pedagógica, com o propósito de apoiar a modelagem e implementação de STI, ainda é um nicho pouco explorado na literatura.

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.

## 5. Referências Bibliográficas

BARGES, F., "Innovation in Engineering Education: The Aalborg Model". Proceedings of the Ibero-American Summit on Engineering Education, 2003.

BERBEL, N. A. N. "A problematização e a aprendizagem baseada em Problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos?". Interface: Comunicação, Saúde e Educação, 1998.

BURNS, H. L.; CAPPS, C. G. Foundations of Intelligent Tutoring Systems: An Introduction. In: Polson, M. C.; Richardson, J. J. (Eds.). Intelligent Tutoring Systems. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1988. p. 1-19.

HARTLEY, J. R., "The Curriculum and Instructional Tasks: Goals, Strategies, and Tactics for Interactive Learning". NATO ASI Series Vol. F85, Adaptive Learning Environments, 1992.

LABIDI, S.; FERREIRA, J. S. Technology-Assisted Instruction with Application to Cooperative Learning. Proceedings of the IEEE Frontiers in Education (FIE'98). Tempe, Arizona, USA. November 4-7, 1998a.

LABIDI, S.; FERREIRA, J. S. Agent-based Architecture for Cooperative Intelligent Tutoring System. In Proceedings of the Third International Conference on the Design Cooperative Systems (COOP'98). Cannes, France. June 26-29, 1998b.

LARMAN, C. Applying UML and Patterns – An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and the Unified Process. Prentice Hall, 2001.

MARTINS, J. G. "Aprendizagem Baseada em Problemas aplicada a Ambiente Virtual de Aprendizagem". Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

NOVAK, J. D. Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum Associates. 1998.

OLIVEIRA, J. M. P. Representação da Interação do Aprendiz em Sistemas Hipermídia Adaptativos Educacionais que Utilizam a Aprendizagem Baseada em Problemas como Modelo Pedagógico. In: Workshop Informática na Escola/ Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. SBC, 2005.

SAVERY, J. R.; DUFFY, T. M. Problem Based Learning: An Instructional Model and Its Constructivist Framework. *Educational Technology*, set/oct, 1995.

VICCARI, R. M.; GIRAFFA, L. M. M. The Use of Multi Agent Systems to Build Intelligent Tutoring Systems. International Journal on Computing Anticipatory Systems, 2002.