



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**Marcos Feier Fróes**

**Um sistema para construção de ambientes com  
recomendação contextualizada de recursos instrucionais  
para aprendizagem baseada em problemas**

**Porto Alegre**

**2012**

## CIP - Catalogação na Publicação

Fróes, Marcos Feier

Um sistema para construção de ambientes com  
recomendação contextualizada de recursos  
instrucionais para aprendizagem baseada em problemas  
/ Marcos Feier Fróes. -- 2012.

118 f.

Orientador: Eduardo Ribas Santos.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Escola de Administração, Programa de  
Pós-Graduação em Administração, Porto Alegre, BR-RS,  
2012.

1. Aprendizagem baseada em problemas. 2.  
Ambientes complexos de Aprendizagem. 3. Sistemas de  
recomendação. I. Santos, Eduardo Ribas, orient. II.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**Marcos Feier Fróes**

**Um sistema para construção de ambientes com  
recomendação contextualizada de recursos instrucionais  
para aprendizagem baseada em problemas**

Tese de Doutorado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Administração.

**Orientador: Prof. Dr. Eduardo Ribas Santos**

**Porto Alegre**

**2012**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo Ribas Santos, por todo apoio e paciência durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Meu muito obrigado aos professores Profa. Dra. Claudia Cristina Bitencourt, Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui e Prof. Dr. Denis Borenstein por terem aceito o convite para comporem a banca examinadora desta pesquisa, fato que muito me honra.

Meus agradecimentos à Profa. Dra. Sofie Mariëtte Martine Loyens, do Departamento de Psicologia da Universidade Erasmus, Rotterdam, Holanda, pela hospitalidade e orientações durante o período em que estive em Rotterdam como pesquisador visitante.

Agradeço ao amigo e ex-colega Tatiano Pianezzola, pela parceria na programação das funcionalidades envolvidas na modelagem dos conhecimentos.

Agradeço, também, aos gestores de projetos do Departamento de Tecnologia da Informação da Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul pela colaboração durante a realização do experimento. Um agradecimento especial ao Diretor do DTI, Sr. Eduardo Fabrizio Seganfredo, que foi o responsável pela autorização do uso das informações do projeto da Rádio Assembleia e da participação dos gestores de projetos do departamento na avaliação do sistema.

Agradeço meus pais, Izaac Ribeiro Fróes e Claudete Maria Feier Fróes, pelos incentivos permanentes no sentido do meu desenvolvimento acadêmico e pessoal. Dedico esta pesquisa para minha mãe, que sempre disse querer um “doutor” na família.

Um agradecimento especial para minha esposa, Gabriela da Silva Radaieski, pelo apoio em todas as horas.

A estes e a todos que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Esta Tese de doutorado dá prosseguimento à iniciativa de um grupo de pesquisa da Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, perseguindo o desenvolvimento de novas soluções para o aprimoramento do ferramental disponível para aprendizagem em Administração. No desenvolvimento de um sistema para aprendizagem é fundamental que se leve em conta a abordagem pedagógica e, para aprendizagem em Administração de Empresas, há uma especialmente interessante, empregada no desenvolvimento dos chamados ambientes complexos de aprendizagem. Estes sistemas instrucionais compreendem aplicações compatíveis com os princípios construtivistas de aprendizagem.

A aprendizagem baseada em problemas (problem-based learning - PBL) se trata de uma abordagem em grande sintonia com os princípios construtivistas. A PBL se distingue por fazer de um problema o ponto de partida para o processo de aprendizagem. O principal objetivo que se persegue é o de catalizar aos aprendizes o desenvolvimento de conhecimentos sobre um domínio em questão. No âmbito desta pesquisa, acredita-se que esta catálise se obtém a partir da motivação do aprendiz em buscar o conhecimento e da disponibilidade de recursos instrucionais adequados às suas necessidades. Em uma abordagem PBL, são utilizadas situações problemáticas a fim de provocar esta motivação nos aprendizes. Neste cenário, a recomendação de recursos instrucionais contextualizados com a situação problemática e úteis para elucidá-la pode ser o catalizador para os esforços do aprendiz no processo de aprendizagem.

Um sistema para construção de ambientes para aprendizagem baseada em problemas com recomendação contextualizada de recursos instrucionais é apresentado. O sistema foi projetado para promover estes processos dentro de uma perspectiva construtivista, a partir da interação do aluno com situações realísticas. O sistema foi aplicado em uma disciplina de Administração de Projetos e avaliado em um contexto de aprendizagem por gestores de uma organização que utiliza a abordagem de trabalho por projetos. Na avaliação dos participantes, o ambiente proporcionou atividades autênticas, as ações foram organizadas de forma a despertar a curiosidade, os recursos instrucionais recomendados estavam contextualizados com a situação problemática e foram úteis no processo de elucidá-la.

## ABSTRACT

This Ph.D. dissertation continues a Federal University of Rio Grande do Sul Business School's research group initiative, pursuing the availability of tools to scaffold business administration learning process' improvement. In order to develop a system to scaffold the learning process is fundamental to consider the pedagogical approach. Considering Business Administration learning, an interesting approach applied to the systems is named *Complex Teaching-Learning Environments*. Those environments follow the constructivist's principles.

The Problem-Based Learning (PBL) is a pedagogical approach that follows the constructivist's principles. PBL distinguished itself by making problems a starting point of the learning process. The recommendation of learning resources related to the problem and useful to elucidate it might be a desirable scaffold to the learning process.

A system to construct problem-based learning environments empowered with instructional resources recommendation is presented. The system was designed in a constructivist perspective and the environments are modeled in terms of realistic situations. The system has been evaluated by project managers in a Project Management learning context. According to the participants' evaluation, the activities were authentic, the actions were organized in order to stimulate curiosity, and the recommended instructional resources were related to the problematic situations and useful to elucidate them.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Um modelo instrucional para aprendizagem guiada (SIMONS et al, 2000) ....	22
Figura 2. Um modelo instrucional para aprendizagem por experiência (SIMONS et al, 2000) .....	23
Figura 3. Um modelo instrucional para aprendizagem baseada na ação (SIMONS et al, 2000) .....	23
Figura 4. Passos para construção de ambientes de aprendizagem na perspectiva do design instrucional (ACHTENHAGEN, 2001) .....	27
Figura 5. Processo de modelagem da realidade para propósitos instrucionais (ACHTENHAGEN, 2001) .....	28
Figura 6. Um exemplo de ontologia hierárquica no domínio de notícias (MAIDEL et. al., 2010) .....	33
Figura 7. Visão parcial da ontologia para viagem (ADDA et. al., 2007) .....	35
Figura 8. Arquitetura do sistema PORE (LIAO et. al., 2009) .....	36
Figura 9. Aplicação de perfil de usuário com ontologia fuzzy (FERREIRA-SATLER et. al., 2012) .....	37
Figura 10. Diagrama de síntese da pesquisa .....	39
Figura 11. Sistema para construção de ambientes para aprendizagem .....	47
Figura 12. Entidades e relações para a representação dos conhecimentos .....	48
Figura 13. Representação e definição dos conhecimentos .....	49
Figura 14. Diagnóstico e simulação .....	50
Figura 15. Diagrama de caso de uso da modelagem dos conhecimentos .....	51
Figura 16. Diagrama de caso de uso da modelagem didática .....	52
Figura 17. Uma rede de situações problemáticas normais (SPN) e periféricas (SPP) .....	53
Figura 18. Relação dos recursos instrucionais com os modelos .....	54

Figura 19. Diagrama de caso de uso do ambiente para aprendizagem .....	56
Figura 20. Elementos que compoem a interface de exploração dos ambientes para aprendizagem .....	56
Figura 21. Camadas de abstração da LTSA (IEEE, 2003) .....	58
Figura 22. LTSA System Components (camada 3) (IEEE, 2003) .....	59
Figura 23. O modelo em camadas (IMS, 2003) .....	62
Figura 24. O modelo em camadas do sistema proposto .....	64
Figura 25. Diagrama de classes do sistema para construção de ambientes para aprendizagem .....	65
Figura 26. Eclipse: ferramenta para programação do sistema .....	66
Figura 27. Tabelas do sistema para construção de ambientes para aprendizagem .....	67
Figura 28. Interface de inclusão de um novo dispositivo em um modelo .....	69
Figura 29. Interface de inclusão de um comportamento normal de um dispositivo .....	70
Figura 30. Desvios de comportamento de um comportamento normal de um dispositivo .....	70
Figura 31. Acionamento entre dispositivos .....	71
Figura 32. Relações causais entre desvios de comportamentos e falhas .....	72
Figura 33. Indexação de recursos instrucionais genéricos .....	73
Figura 34. Interface de inclusão de uma nova situação problemática .....	74
Figura 35. Interface de inclusão de um novo recurso instrucional específico .....	75
Figura 36. Interface de configuração de uma situação problemática .....	75
Figura 37. Apresentação de uma situação problemática na interface de exploração dos ambientes para aprendizagem .....	76
Figura 38. Hierarquia de dispositivos do modelo de conhecimentos em gestão de projetos .....	79
Figura 39. Estados desejados de um sistema .....	80
Figura 40. Parâmetros de um sistema .....	80
Figura 41. Alterações de um estado desejado .....	80

Figura 42. Deterioração dos requisitos de design de um parâmetro .....	81
Figura 43. Rede causal que tem como “destino” uma alteração de um estado desejado de um sistema .....	81
Figura 44. Outra rede causal que tem como “destino” uma alteração de um estado desejado de um sistema .....	82
Figura 45. Rede causal que tem como origem uma alteração de um estado desejado de um sistema .....	82
Figura 46. Edição da situação problemática inicial: <i>A solicitação do cronograma do projeto do Portal da Rádio Assembleia</i> .....	84
Figura 47. Situações problemáticas adjacentes à uma situação problemática .....	85
Figura 48. Modelo didático do ambiente para aprendizagem .....	86
Figura 49. Inclusão de um novo recurso instrucional .....	87
Figura 50. Recursos instrucionais de uma situação problemática .....	88
Figura 51. Instância do modelo de conhecimentos em gestão de projetos .....	89
Figura 52. Recursos instrucionais indexados por um desvio de comportamento .....	90
Figura 53. Configuração de situação problemática .....	92
Figura 54. Situação problemática inicial .....	93
Figura 55. Acesso a um recurso instrucional genérico .....	94
Figura 56. Situação problemática: Definição dos recursos do projeto .....	95
Figura 57. Outra Situação problemática: relacionada à definição das atividades .....	95
Figura 58. Acesso a recurso instrucional específico .....	96
Figura 59. Situação problemática periférica: estimativa de duração das atividades .....	97
Figura 60. Situação problemática periférica: planejamento da rede de atividades .....	97
Figura 61. Respostas para a afirmação “o sistema proporcionou atividades autênticas”	99
Figura 62. Respostas para a afirmação “as ações no sistema estão organizadas de forma a despertar a curiosidade” .....	100
Figura 63. Respostas relativas à recomendação dos recursos instrucionais .....	101

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Um novo modo de aprendizagem (<i>New Learning</i>) .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL) .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3 Sistemas para um novo modo de aprendizagem .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 Recomendação em sistemas .....</b>	<b>30</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA .....</b>	<b>38</b>
<b>4 REQUISITOS DO SISTEMA PARA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES PARA APRENDIZAGEM .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 A PBL no ambiente para aprendizagem proposto .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2 Requisitos gerais dos ambientes para aprendizagem .....</b>	<b>43</b>
<b>5 AS FUNCIONALIDADES DO SISTEMA PARA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES PARA APRENDIZAGEM .....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Funcionalidades propostas para a construção de ambientes para aprendizagem.....</b>	<b>47</b>
<b>5.1.1 Modelagem dos Conhecimentos .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1.2 Modelagem didática .....</b>	<b>51</b>
<b>5.2 Exploração dos ambientes para aprendizagem .....</b>	<b>55</b>
<b>6 O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA PARA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES PARA APRENDIZAGEM .....</b>	<b>57</b>
<b>6.1 A LTSA .....</b>	<b>57</b>
<b>6.2 O IMS Abstract Framework (IAF) .....</b>	<b>61</b>
<b>6.3 Arquitetura e desenvolvimento do sistema .....</b>	<b>63</b>
<b>6.4 O sistema para construção de ambientes para aprendizagem .....</b>	<b>68</b>
<b>6.4.1 Ferramenta para modelagem dos conhecimentos .....</b>	<b>68</b>
<b>6.4.2 Ferramenta para modelagem didática .....</b>	<b>72</b>

<b>6.5 A interface para exploração dos ambientes para aprendizagem.....</b>	<b>76</b>
<b>7 A CONSTRUÇÃO DE UM AMBIENTE PARA APRENDIZAGEM EM GESTÃO DE PROJETOS .....</b>	<b>78</b>
<b>7.1 O modelo de conhecimentos em Gestão de Projetos .....</b>	<b>78</b>
<b>7.2 Uma modelagem didática em gestão de projetos .....</b>	<b>83</b>
<b>7.2.1 As situações problemáticas do projeto do Portal da Rádio Assembleia .....</b>	<b>84</b>
<b>7.2.2 Indexação dos recursos instrucionais específicos .....</b>	<b>86</b>
<b>7.2.3 Indexação dos recursos instrucionais genéricos .....</b>	<b>89</b>
<b>7.2.4 Configuração dos cenários problemáticos .....</b>	<b>90</b>
<b>7.3 O ambiente para aprendizagem em gestão de projetos .....</b>	<b>92</b>
<b>7.4 Avaliação do ambiente para aprendizagem construído .....</b>	<b>98</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>103</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo I – Questionário de Avaliação do Ambiente para Aprendizagem .....</b>	<b>110</b>
<b>Anexo II – Descrição dos procedimentos para diagnóstico .....</b>	<b>111</b>
<b>Anexo III – Dicionário de Dados .....</b>	<b>115</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Esta Tese de doutorado dá prosseguimento à iniciativa de um grupo de pesquisa da Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, perseguindo o desenvolvimento de novas soluções para o aprimoramento do ferramental disponível para aprendizagem em Administração. Em 2006, Mondadori elaborou um framework composto de um conjunto de princípios para a construção de *ambientes complexos de aprendizagem* (PELLEGRINO, 2004; ACHTENHAGEN, 2001) e avaliou sua aplicabilidade para aprendizagem em Administração. Em 2007, Pianezzola buscou uma formulação para o problema da representação de conhecimentos no âmbito dos *ambientes complexos de aprendizagem* e propôs uma estrutura para a representação de conhecimentos baseada em modelos de sistemas. Também em 2007, Fróes identificou os padrões e princípios de projeto definidos pela comunidade internacional do campo de desenvolvimento de sistemas instrucionais e introduziu a idéia de um sistema onde fosse possível “construir” ambientes para aprendizagem. Em 2011, Affeldt propôs um modelo construtivista para aprendizagem em Administração formado por “Contextos de Aprendizagem” e por “Situações de Aprendizagem” onde os estudantes resolviam problemas empresariais reais, tendo que utilizar as suas concepções prévias, discutir em grupos, tomar decisões e elaborar relatórios para a resolução das situações.

Fróes (2007) apresentou a norma LTSA (Learning Technology Systems Architecture - IEEE P1484.1) (IEEE, 2003), que especifica um modelo de referência para arquiteturas de sistemas instrucionais. Esta norma foi definida para ser pedagogicamente e culturalmente neutra e independente de conteúdo de aprendizagem e de plataforma computacional. Através

dela, procurou-se definir um framework para a compreensão dos sistemas existentes e dos sistemas futuros, de maneira que, a partir de suas interfaces, a interoperabilidade e a portabilidade das partes mais críticas de um sistema para aprendizagem possam ser favorecidas durante seu desenvolvimento. Outro importante conjunto de especificações técnicas abertas de tecnologias para aprendizagem produzido com o intuito de ser referência para o desenvolvimento de sistemas instrucionais, também apresentado por Fróes (2007), é o *IMS Abstract Framework (IAF)* (IMS, 2003). O IAF foi produzido pelo IMS Global Learning Consortium e preocupa-se com questões técnicas como interoperabilidade, orientação a serviços, organização em componentes e camadas (IMS, 2003). Especificações como a LTSA e o IAF foram produzidas pela comunidade internacional, preocupada com questões práticas quanto ao desenvolvimento computacional dos sistemas para aprendizagem, com a finalidade de promover interoperabilidade e padronização. Os trabalhos apresentados por Canales et. al. (2007), Wisuttikul e Boonmee (2004), O'Droma et. al. (2003) e Paris et. al. (2001) constituem exemplos de iniciativas que fazem uso destes padrões.

Todavia, é fundamental que se leve em conta a abordagem pedagógica durante o desenvolvimento de um sistema para aprendizagem (SEEL; DIJKSTRA, 2004; WEE et al., 2003; WINN, 2002). Para aprendizagem em Administração de Empresas, dentre as abordagens conhecidas, há uma especialmente interessante, empregada no desenvolvimento dos chamados *ambientes complexos de aprendizagem* (PELLEGRINO, 2004; ACHTENHAGEN, 2001). Estes sistemas instrucionais compreendem aplicações compatíveis com os princípios construtivistas de aprendizagem (MONDADORI; SANTOS, 2006). Em sistemas com abordagem construtivista (LOYENS; GIJBELS, 2008; LOYENS et al, 2008; GIJBELS et. al, 2006; KARAGIORGI; SYMEOU, 2005; SAVERY; DUFFY, 1995), a instrução deve ser centrada no estudante e não no professor. Assume-se que os alunos aprendem melhor quando, ao invés de serem instruídos, atribuem significação a conceitos por si mesmos. Assume-se também que o controle do ritmo da aprendizagem deve ser atribuído ao aluno. O papel do professor deve ser o de mediador, fornecendo recursos para que os alunos construam suas próprias visões da realidade. Os temas são inter-relacionados por meio de situações de um ambiente natural, de forma que o aprendizado ocorra de maneira autêntica, envolvendo os estudantes em atividades que tenham conexão com o mundo real.

Estas idéias se alinham ao ponto de vista apresentado por Simons et al (2000), que identifica a necessidade de um movimento na direção das formas de aprendizagem *por experiência e baseada na ação*. A *aprendizagem baseada em problemas (problem-based learning - PBL)* se trata de um exemplo bem sucedido de aplicação destas idéias, estando em

grande sintonia com os princípios construtivistas (GIJBELS et al., 2006; HENDRY et al., 1999; SAVERY; DUFFY, 1995; RUSSELL et al., 1994). A PBL se distingue por fazer de um problema o ponto de partida para o processo de aprendizagem e desde sua origem tem sido aplicada em numerosos programas de diversos domínios tais como Direito, Economia, Administração, Ciências Sociais e até mesmo no ensino médio (LOYENS et al., 2008; BARROWS, 1996).

O que se persegue nestas abordagens é proporcionar aos aprendizes um maior ganho de conhecimentos sobre um domínio em questão. No âmbito desta pesquisa, acredita-se que este maior ganho se obtém a partir da motivação do aprendiz em buscar o conhecimento e da disponibilidade de recursos instrucionais adequados. Em uma abordagem PBL, são utilizadas “situações problemáticas” para instigar a motivação dos aprendizes. Neste cenário, a recomendação de recursos instrucionais contextualizados com as situações problemáticas e úteis para elucidá-las pode se tornar um catalizador para os esforços do aprendiz no processo de aprendizagem.

Winkel et al. (2006) desenvolveram um estudo para observar influências da recomendação de recursos instrucionais nos resultados da aprendizagem. Os autores variaram a quantidade de recursos instrucionais recomendados e observaram o tempo dedicado para estudo e o desempenho dos alunos de 28 turmas da Universidade Erasmus, Rotterdam, Holanda. Os resultados da pesquisa mostram que nas turmas em que foi oferecida uma quantidade maior de recursos instrucionais para o estudo individual, os aprendizes dedicaram maior tempo em seus estudos e obtiveram notas mais altas. Todavia, existe um limite a partir do qual um acréscimo na quantidade de recursos instrucionais recomendados atrapalha o processo de aprendizagem, exigindo um esforço maior dos aprendizes no processo de seleção das informações. Portanto, gerenciar a recomendação dos recursos instrucionais é fundamental para que se forneça uma boa diversidade de perspectivas e informações com o mínimo de carga cognitiva irrelevante (CLARK et. al., 2006; FEINBERG; MURPHY, 2000).

Uma maneira de abordar o problema seria organizar esses recursos instrucionais dinamicamente - em um ambiente para aprendizagem - de forma que situações problemáticas sejam utilizadas como oportunidades para a recomendação dos recursos instrucionais relacionados às questões pertinentes ao contexto do problema. Desta forma pode ser viável lidar com uma grande quantidade de recursos instrucionais, recomendados de acordo com o problema em foco.

A idéia de recomendação em sistemas já é tema de relevantes pesquisas (LÓPEZ-NORES et. al., 2012; ADOMAVICIUS; TUZHILIN, 2005). Essas pesquisas geralmente utilizam

recomendação de itens similares àqueles que o usuário mostrou preferência em ocasiões anteriores e itens desejados no passado por pessoas com gostos e preferências similares. Em se tratando de aprendizagem, a recomendação dos recursos instrucionais deve levar em conta aspectos que envolvam os conhecimentos da disciplina em questão. Segundo Adda et. al. (2007), “*ontologias constituem a forma padrão de representação dos conceitos e relações de um domínio*”.

Diversas pesquisas utilizaram ontologias no contexto de recomendações em sistemas (FERREIRA-SATLER et. al., 2012; LIAO et. al., 2009; ADDA et. al., 2007; MIDDLETON et. al., 2004; YLI-KOIVISTO; PUUSTJARVI, 2002; MIDDLETON et. al., 2001; SAVIA et al., 1998). Porém, para recomendação em um contexto de aprendizagem é importante que o conhecimento sobre o domínio esteja bem representado na ontologia. É, portanto, importante que o formato da representação do conhecimento permita a configuração de relações complexas entre os conceitos e suas propriedades. Esta ontologia corresponderia ao “Modelo da realidade” de Achtenhagen (2001).

Estas idéias podem soar abstratas e a concretização de um sistema para aprendizagem em Administração se configura em um desafio. A fim de observar na prática aspectos que envolvem a aplicação de um sistema para aprendizagem em Administração, foi desenvolvido e avaliado um sistema que possibilita a construção de ambientes para aprendizagem baseada em problemas com recomendação contextualizada de recursos instrucionais. Neste trabalho, apresentamos o processo de concepção e desenvolvimento deste sistema e a sua avaliação em um contexto de aprendizagem em Administração.

O sistema é composto de uma ferramenta para a construção de ambientes para aprendizagem e uma interface para exploração dos ambientes. Fazem parte das funcionalidades para a construção dos ambientes a modelagem de conhecimentos e a modelagem didática. A modelagem de conhecimentos consiste na definição da ontologia de um domínio específico de conhecimentos. A modelagem didática consiste na seleção de situações problemáticas reais e sua organização em modelos. O módulo de exploração dos ambientes permite a navegação entre situações problemáticas e recomenda ao aprendiz recursos instrucionais com base na ontologia do domínio em que a situação problemática está inserida.

O sistema foi aplicado em um contexto de aprendizagem em Administração de Projetos. O ambiente para aprendizagem construído foi avaliado por um grupo de gestores de projetos de uma organização que utiliza a abordagem de trabalho por projetos. Na avaliação dos participantes, o ambiente proporcionou atividades autênticas, as ações estavam

organizadas de forma a despertar a curiosidade, os recursos instrucionais recomendados estavam contextualizados com a situação problemática e foram úteis no processo de elucidá-la.

São apresentados a seguir os fundamentos teóricos relacionados com a abordagem pedagógica subjacente à pesquisa, assim como aspectos sobre recomendações em sistemas. Em seguida, são descritos os procedimentos adotados durante a pesquisa. No capítulo 4 são apresentados os requisitos para o sistema proposto. No capítulo 5, são apresentados os elementos que compõem o sistema proposto e suas funcionalidades. No capítulo 6, são apresentados os padrões e normas observados durante o desenvolvimento do sistema, aspectos sobre a arquitetura do sistema e o ferramental desenvolvido. No capítulo 7, uma aplicação para a disciplina de Administração de Projetos procura ilustrar o processo de modelagem dos conhecimentos e a modelagem didática. Um experimento para avaliação do ambiente para aprendizagem construído e seus resultados também são apresentados. Após, são tecidas as considerações finais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Primeiramente são apresentadas as idéias relacionadas ao termo “um novo modo de aprendizagem” (*new learning*), introduzido por Simons et al. (2000) e, em seguida, um exemplo de método de aprendizagem compatível com as idéias de “um novo modo de aprendizagem”, chamado aprendizagem baseada em problemas (problem-based learning – PBL. Após, são apresentados os requisitos relacionados aos *ambientes complexos de aprendizagem*, assim como sistemas para aprendizagem aderentes a estas idéias. Por fim, são contextualizados trabalhos em sistemas de recomendação e apresentados exemplos de uso de ontologias para operacionalizar a recomendação em sistemas.

### 2.1 Um novo modo de aprendizagem (*New Learning*)

O termo “um novo modo de aprendizagem” (*new learning*) é apresentado em Simons et al (2000) e refere-se, conforme Loyens e Giibels (2008), a novos resultados de aprendizagem, novas formas de aprendizagem e novos modelos instrucionais que são tanto desejados pela sociedade quanto discutidos nas teorias educacionais e psicológicas. Esta abordagem compreende, primeiramente, a definição de um novo conjunto de propriedades para os conhecimentos resultantes: durabilidade, flexibilidade, funcionalidade, significação, o quanto podem ser generalizados e o quanto podem ser orientados a aplicações. Situa estes tipos de resultados em três (novas) formas de aprendizagem: guiada, por experiência e baseada na ação. Finalmente, defende um movimento na direção das formas de aprendizagem “por experiência” e “baseada na ação”.

## NOVOS RESULTADOS NA APRENDIZAGEM

Sob a perspectiva da psicologia educacional e instrucional, os resultados na aprendizagem dependem de alguns pressupostos teóricos sobre representação em memória (SIMONS et al., 2000; SIMONS, 1993). Uma distinção é feita entre três formas de representar informações em memória: (1) a representação episódica, onde são representados acontecimentos concretos e informações do tipo narrativas (com uma data e lugar); (2) a representação conceitual, onde são representados significados e relações generalizáveis; e a (3) representação de ações, onde são representadas informações procedimentais ou relativas à ação. Representações episódicas são baseadas em experiências pessoais, situadas e afetivas, elaboradas a partir de instâncias de certos conceitos e princípios (como eu amo o pequeno pássaro que eu tenho em casa). Representações conceituais (ou semânticas) referem-se aos conceitos e princípios empregados para estabelecer uma característica definidora (por exemplo, um pássaro é um animal com penas). Representações de ações referem-se ao que é possível estabelecer a partir de informações episódicas e semânticas: resolver certos tipos de problema, usar o conhecimento (tal como, como é que os pássaros podem trazer mensagens?).

Bons resultados na aprendizagem têm a ver com representações em memória ricas e complexas, mostrando um alto grau de interconexão. Estas conexões se enriquecem (SIMONS et al, 2000; PRAWAT, 1989) quando o relacionamento entre conhecimento semântico, episódico e de ação resulta em:

- representações (episódicas) de um contexto significativo e bem entendido;
- representações (conceituais) intensamente relacionadas a exemplos e experiências concretas;
- representações (de ações) aplicadas na prática a partir de uma base firme na teoria.

Além disso, ser capaz de aplicar as conexões já estabelecidas em domínios diversos é igualmente importante.

As idéias que permeiam o conceito de “um novo modo de aprendizagem” partem da questão acima, e procuram definir um novo conjunto de propriedades para os conhecimentos resultantes, que permitam ao aprendiz:

- aplicar os conhecimentos de forma duradoura (durabilidade);
- adaptar os conhecimentos a contextos diversos (flexibilidade);

- aplicar os conhecimentos de forma “econômica” (funcionalidade);
- servir-se de conhecimentos profundos (significação);
- generalizar os conhecimentos adquiridos (generalização);
- situá-los adequadamente (orientação).

Os resultados da aprendizagem devem ser duráveis, no sentido de que eles devem permanecer com os aprendizes mesmo após um longo período de tempo. Ao invés de aprender para hoje e amanhã, as pessoas devem aprender para meses, anos ou até para a vida toda.

Devem ser flexíveis, para que possam ser abordados de diferentes ângulos e perspectivas, ao invés de serem amarrados rigidamente a uma perspectiva; devem ser adaptáveis a novos contextos e mudanças nos contextos.

Ao mesmo tempo, uma aplicação “funcional” dos conhecimentos refere-se à idéia *just in time, just in place*, isto é, aplicá-los na hora certa, no lugar certo e na medida certa, nem mais, nem menos do que o necessário.

Os conhecimentos obtidos devem ser significativos: uma compreensão real de uns poucos princípios básicos com relevância de alto alcance para o entendimento de um fenômeno é preferível a uma compreensão superficial de muitos fatos.

Os conhecimentos devem ser generalizáveis, no sentido de que seu emprego não se restrinja a um contexto ou situação, e possa ser aplicado também a outros contextos e situações.

Finalmente, devem ser orientados a sua aplicação. As pessoas devem sair do processo com a capacidade de saber as possíveis aplicações e suas condições de uso: quando e onde a aplicação do que foi aprendido é possível ou necessária.

Segundo Simon et al (2000), podem-se distinguir três formas de aprendizagem: *aprendizagem guiada, aprendizagem por experiência e aprendizagem baseada na ação*.

Na *aprendizagem guiada*, um instrutor ou professor toma todas as decisões relevantes e o aprendiz deve segui-lo. Ele decide sobre os objetivos da aprendizagem, estratégias da aprendizagem e formas de medir os resultados da aprendizagem. Ele se encarrega, também, de *feedbacks*, julgamentos e recompensas. Os aprendizes devem se comprometer com as decisões tomadas e devem seguir e obedecer ao instrutor ou treinador. Sob o ponto de vista de “um novo modo de aprendizagem”, seus principais fatores de sucesso são:

- Levar em conta diferenças nos interesses, conhecimentos prévios e habilidades.
- Bom comprometimento com os objetivos da aprendizagem através de boa comunicação sobre os mesmos.
- Boa comunicação sobre estratégias de aprendizagem.
- Tolerância para diferenças na velocidade do início.
- Coordenação do tempo durante os avanços: mantendo o grupo junto; todos se ajudando.
- Abertura para novas estratégias, novos objetivos através do controle metacognitivo por instrutor e participantes.
- “*Timing*” e qualidade do sistema de recompensas e julgamentos. O que é medido e recompensado determina as estratégias de aprendizagem.

Na *aprendizagem por experiência*, não é um líder ou mesmo um objetivo pré-determinado que controla a aprendizagem, mas as circunstâncias, as motivações pessoais, outras pessoas, inovações, descobertas, experimentos, etc. Não existe nem mesmo um conjunto explícito de objetivos de aprendizagem. Ao invés disso, a aprendizagem é um efeito colateral das atividades que cada um assume e executa. Fatores de sucesso para a *aprendizagem por experiência* são:

- Interesses, conhecimento e planos de ação dos participantes são colocados no centro.
- Existem apenas objetivos de aprendizagem não explícitos ou muito vagos. A própria experiência é o objetivo.
- Objetivos genéricos de longo prazo (relativos à experiência) são considerados mais importantes do que objetivos de curto prazo.
- Aprender a partir das experiências é a estratégia chave.
- Cada aprendiz pode ter seu próprio tempo.
- Aprendizagem em equipe a partir de, e com cada outro, é importante.
- Controle metacognitivo das atividades exercido pelos próprios aprendizes.
- Extrema flexibilidade para novas estratégias, novos objetivos: experimentação e inovação.

- Sistema de recompensas e julgamentos voltado para descobertas e inovações.

Conforme Revans (1982), na *aprendizagem baseada na ação* existe um papel muito mais ativo e explícito dos aprendizes e dos objetivos de aprendizagem do que na *aprendizagem por experiência*; os próprios aprendizes determinam os objetivos da aprendizagem de acordo com as necessidades que emergem de suas ações (no trabalho ou qualquer outro lugar). A aprendizagem não é pré-organizada e pré-planejada por alguém externo ou um *expert*; ela é auto-organizada e auto planejada. Além disso, os aprendizes determinam seus próprios caminhos para a auto-avaliação. A reflexão desempenha um importante papel: o de descobrir o que foi aprendido e o que ainda deve ser aprendido. Portanto, ao invés de deixar professores e instrutores decidirem sobre os objetivos da aprendizagem, sobre as estratégias e sobre a avaliação, os próprios aprendizes tomam estas decisões, e o fazem explicitamente. Para a *aprendizagem baseada na ação*, sob o ponto de vista de um novo modo de aprendizado, são fatores de sucesso:

- Oportunidades para determinar os próprios objetivos da aprendizagem explicitamente;
- Oportunidades de escolher as próprias estratégias de aprendizagem;
- Controle da aprendizagem pelos aprendizes;
- Auto-responsabilidade por suas próprias aprendizagens;
- Oportunidade para aprender de forma independente;
- Oportunidade para auto-avaliação.

As três formas de aprender acontecem na escola, em treinamentos e em situações no trabalho e na vida. A divisão do tempo entre as três formas, todavia, é diferente nos diferentes contextos mencionados. No trabalho, a *aprendizagem por experiência* prevalece; na escola e em treinamentos a *aprendizagem guiada* tem mais ênfase. Todas as três, todavia, ocorrem em todos os contextos.

Por outro lado, para ser possível alcançar os resultados esperados para um novo modo de aprendizagem, são necessários processos e estratégias diferenciados. Processos e estratégias para aprendizagem consideradas ideais pela psicologia educacional e instrucional levam à definição de dois grupos de características diferenciados. O primeiro grupo envolve um movimento em direção à *aprendizagem baseada na ação*; o segundo, um movimento em

direção à *aprendizagem por experiência*. A Tabela 1 apresenta as 12 características relacionadas aos processos e às estratégias em um novo modo de aprendizagem. Estas características integram os parâmetros (fatores de sucesso) atribuídos a cada uma das formas de aprendizagem, da seguinte maneira:

- Um primeiro grupo (*aprendizagem guiada em direção à aprendizagem baseada na ação*) privilegia um aumento nas atividades do aprendiz para que o mesmo adquira independência para tomar as decisões de como aprender, ou seja, aprender com independência.
- Um segundo grupo (*aprendizagem guiada em direção à aprendizagem por experiência*), enfatiza a vivência de experiências pessoais, o pensamento ativo, a resolução de problemas, novas descobertas, o trabalho com casos concretos, e um aprendizado social intrínseco.

**Tabela 1** - Visão geral das 12 características que caracterizam os processos e estratégias em um novo modo de aprendizagem, relacionados com as formas de aprendizagem (SIMONS et al, 2000)

Movimento em direção à aprendizagem baseada na ação	Movimento em direção à aprendizagem por experiência
Mais aprendizagem baseada na ação	Mais aprendizagem orientada à descoberta
Mais aprendizagem cumulativa	Mais aprendizagem contextual
Mais aprendizagem construtiva	Mais aprendizagem baseada em problemas
Mais aprendizagem direcionada para objetivos	Mais aprendizagem baseada em casos
Mais aprendizagem baseada em diagnósticos	Mais aprendizagem social
Mais aprendizagem pela reflexão	Mais aprendizagem intrinsecamente motivada

Para que se atinjam os resultados de aprendizagem desejados, os autores defendem um movimento em direção às aprendizagens *baseada na ação* e *por experiência*, resultado de um novo balanço entre as três formas de aprendizagem descritas.

## NOVOS MODELOS INSTRUCIONAIS

Refere-se às ações a serem desenvolvidas nos ambientes para aprendizagem de maneira a se atingir bons resultados em cada uma das três formas de aprendizagem (*guiada, por experiência e baseada na ação*) levando em conta o novo balanço apresentado. À nova instrução devem associar-se novos modelos instrucionais. Estes modelos devem, também, resultar deste novo balanço. Uma questão resume o problema: Que tipo de instrução é necessário para atingir os resultados esperados em um novo modo de aprendizagem?

Para responder à questão, Simons et al (2000), propõem três modelos (Figuras 1, 2 e 3).

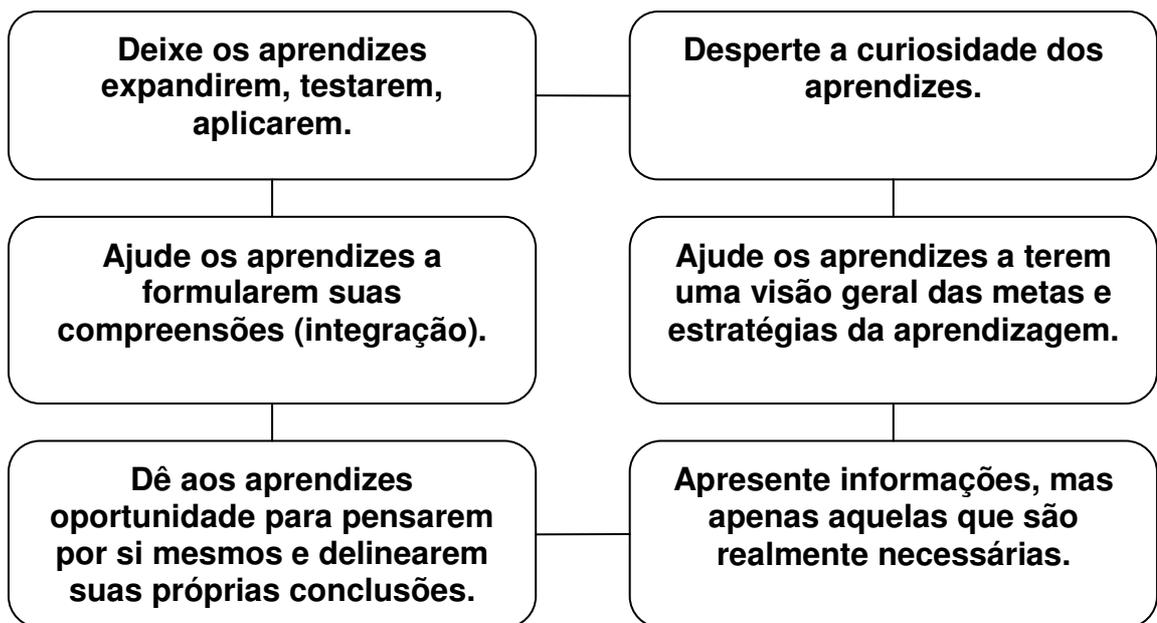


Figura 1. Um modelo instrucional para aprendizagem guiada. (SIMONS et al, 2000)

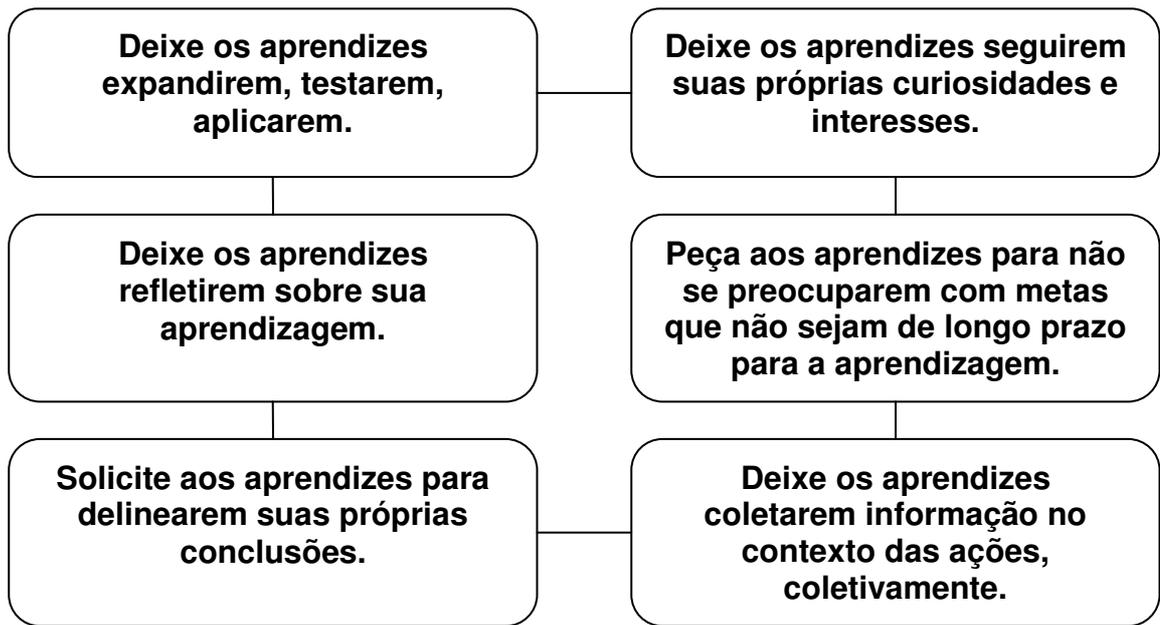


Figura 2. Um modelo instrucional para aprendizagem por experiência. (SIMONS et al, 2000)

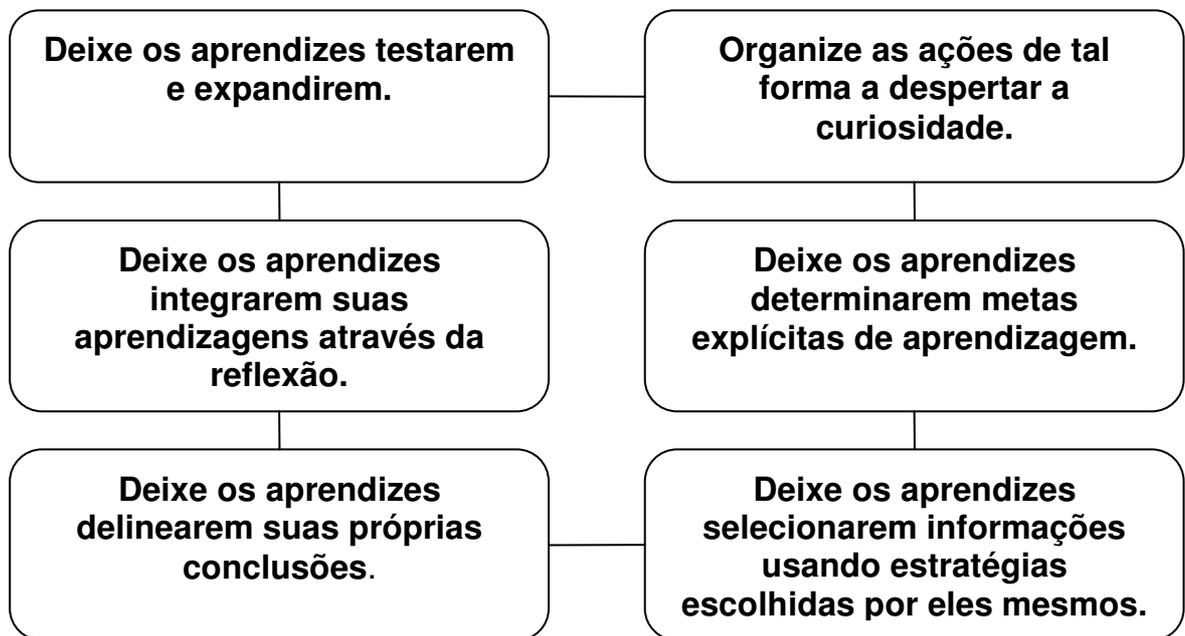


Figura 3. Um modelo instrucional para aprendizagem baseada na ação. (SIMONS et al, 2000)

A aprendizagem baseada em problemas (problem-based learning - PBL) é um exemplo de método de aprendizagem que procura aplicar estas idéias.

## 2.2 Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL)

A *PBL* foi formalizada no Canadá (em Hamilton, na escola de medicina da McMaster University), durante a década de 1960, para a formação de estudantes de medicina. A idéia básica foi de proporcionar aos estudantes, desde o início do curso, uma prática (virtual) do trabalho com pacientes reais, que até então só era possível nos anos de residência (estágio hospitalar no final do curso ou após sua conclusão). Desta maneira, a relevância das matérias do primeiro ano (anatomia, fisiologia, bioquímica) ficaria evidenciada.

Apesar de muitas variações da *PBL* terem sido desenvolvidas, Barrows (1996) descreve um modelo central de *PBL* a partir de seis características fundamentais (GIJBELS et al. 2006): (1) a aprendizagem deve ser centrada nos estudantes; (2) a aprendizagem deve ocorrer em pequenos grupos de estudantes sob a condução de um tutor; (3) o tutor é um facilitador ou guia; (4) problemas autênticos são enfrentados antes de ocorrer qualquer preparação ou estudo; (5) os problemas são utilizados como uma ferramenta para atingir o conhecimento desejado e as habilidades de resolução de problemas necessárias para eventualmente resolvê-los; (6) novas informações são adquiridas através do aprendizado auto dirigido (*self-directed learning* – *SDL*).

Loyens et al (2008) observaram e descreveram casos reais de abordagem *PBL*:

*“... pequenos grupos de estudantes aprendem colaborativamente no contexto de problemas significativos que descrevem fenômenos ou eventos observáveis.”*

*“... os estudantes podem adquirir compreensão discutindo o problema com seus colegas e propor possíveis explicações ou soluções durante os chamados encontros tutoriais.”*

*“... a discussão sobre o problema ocorre antes dos estudantes receberem qualquer material ou informação. Portanto, seus conhecimentos prévios têm toda a importância. Por conta de seus conhecimentos prévios serem limitados, esta discussão leva os estudantes a formularem questões para um posterior *SDL* (*self-directed learning*). Subsequentemente, os estudantes gastam tempo selecionando e estudando a literatura que é relevante para as questões geradas, assim como planejando e monitorando as atividades de estudo que precisam ocorrer antes do próximo encontro tutorial.”*

*“... após este período de estudo individual, os estudantes compartilham e avaliam criticamente suas descobertas, elaboram sobre os conhecimentos adquiridos e têm a oportunidade de corrigir eventuais interpretações errôneas ou incompletas.”*

*“... os encontros tutoriais ocorrem duas vezes por semana e duram de 2 a 3 horas cada.”*

Segundo Sherwood (2004), a PBL tem um grande potencial para aprendizagem em Administração. Para o autor, colocar os aprendizes em um ambiente centrado em problemas pode ajudar a criar uma ponte entre a teoria e a prática.

Kloppenborg e Baucus (2004) apresentaram uma experiência de utilização da PBL na Universidade Xavier, EUA, para aprendizagem em gerenciamento de projetos. Através da parceria com organizações sem fins lucrativos, os alunos têm a oportunidade de trabalhar em projetos reais e contribuir com essas organizações. Segundo os autores, quando os alunos percebem os desafios chave dos projetos, eles procuram por novos conhecimentos relacionados com essas questões e isso torna mais fácil para eles acessarem e usarem essas informações em situações futuras. Além disso, esta abordagem prática se torna mais desafiante aos alunos, pois eles precisam lidar com complexidades maiores do que na maioria dos casos utilizados nos cursos de gerenciamento de projetos tradicionais. Os autores descrevem a abordagem utilizada em detalhes para facilitar que outros instrutores possam aprender a partir destes métodos e adaptá-los para seus próprios cursos.

Winkel et al. (2006) investigaram disciplinas com abordagem *PBL* do curso de psicologia da Universidade Erasmus em Rotterdam, Holanda, para verificar se os estudantes tirariam proveito da indicação de uma quantidade maior de recursos instrucionais para o estudo individual. Foram calculados e incluídos nas análises as horas de estudo e os desempenhos atingidos em 28 turmas. As variáveis independentes, em ambas as análises, foram o número de recursos instrucionais principais (materiais que os estudantes eram recomendados a estudar) e o número de recursos instrucionais complementares (relacionados, mas não essenciais). Os autores descrevem e discutem os resultados:

*“... os estudantes tendem a gastar mais tempo em seu estudo individual quando os cursos oferecem um número acima da média de recursos instrucionais principais.”*

*“... os estudantes atingem desempenhos melhores quando os cursos oferecem mais recursos instrucionais principais. Os estudantes também atingem desempenhos melhores quando os cursos oferecem mais recursos instrucionais complementares,*

*mas apenas quando um número abaixo da média de recursos instrucionais principais é oferecido. Quando um curso oferece um número acima da média de recursos instrucionais principais, o número de recursos instrucionais complementares não tem efeito nos resultados.*“

*“... quando os cursos oferecem mais recursos instrucionais principais, o número de recursos instrucionais complementares não influencia significativamente o desempenho atingido pelos estudantes. O tempo de estudo não aumenta significativamente para cursos com mais recursos instrucionais complementares. Estes resultados podem ser explicados assumindo que os estudantes estudaram menos recursos instrucionais complementares quando mais recursos instrucionais principais foram oferecidos. Intencionalmente ou não, os estudantes assumiram a classificação de recursos instrucionais complementares como recursos para estudar apenas quando havia sobra de tempo. O efeito dos recursos instrucionais complementares no tempo de estudo, assim como nos desempenhos atingidos, foi limitado quando mais recursos instrucionais principais foram oferecidos, porque sobrou menos tempo para estudar os recursos instrucionais complementares.*“

A idéia de que os recursos instrucionais recomendados influenciam o tempo de estudo e o desempenho dos estudantes motiva a adoção de mecanismos de recomendação que serão abordados mais adiante neste capítulo.

### **2.3 Sistemas para um novo modo de aprendizagem**

Os sistemas para aprendizagem mais compatíveis com as idéias descritas provavelmente sejam os chamados *ambientes complexos de aprendizagem*. O termo *ambientes complexos de aprendizagem* é derivado de Pellegrino (2004) e Achtenhagen (2001) para designar as aplicações suportadas pela tecnologia compatíveis com os princípios construtivistas de aprendizagem (MONDADORI; SANTOS, 2006).

Os ambientes complexos de aprendizagem têm suas origens nos campos da psicologia cognitiva e do design instrucional. Estes ambientes têm em comum a organização de temas de aprendizado inter-relacionados através de um problema a ser resolvido ou meta a ser atingida, o emprego de tecnologia multimídia e o foco no estudante (PELLEGRINO,

2004; ACHTENHAGEN, 2001). Nestes sistemas instrucionais, procura-se simular aspectos do ambiente natural, para que a aprendizagem ocorra de maneira “autêntica”, envolvendo os estudantes em atividades que tenham conexão com o “mundo real” (MONDADORI e SANTOS, 2006). Nesta abordagem, o ensino passa a ser visto não como uma transmissão de conhecimentos, mas como a “provocação” de uma mudança no entendimento dos estudantes (FREEMAN e CAPPER, 2000).

Achtenhagen (2001) apresenta os passos para a construção de ambientes complexos de aprendizagem:

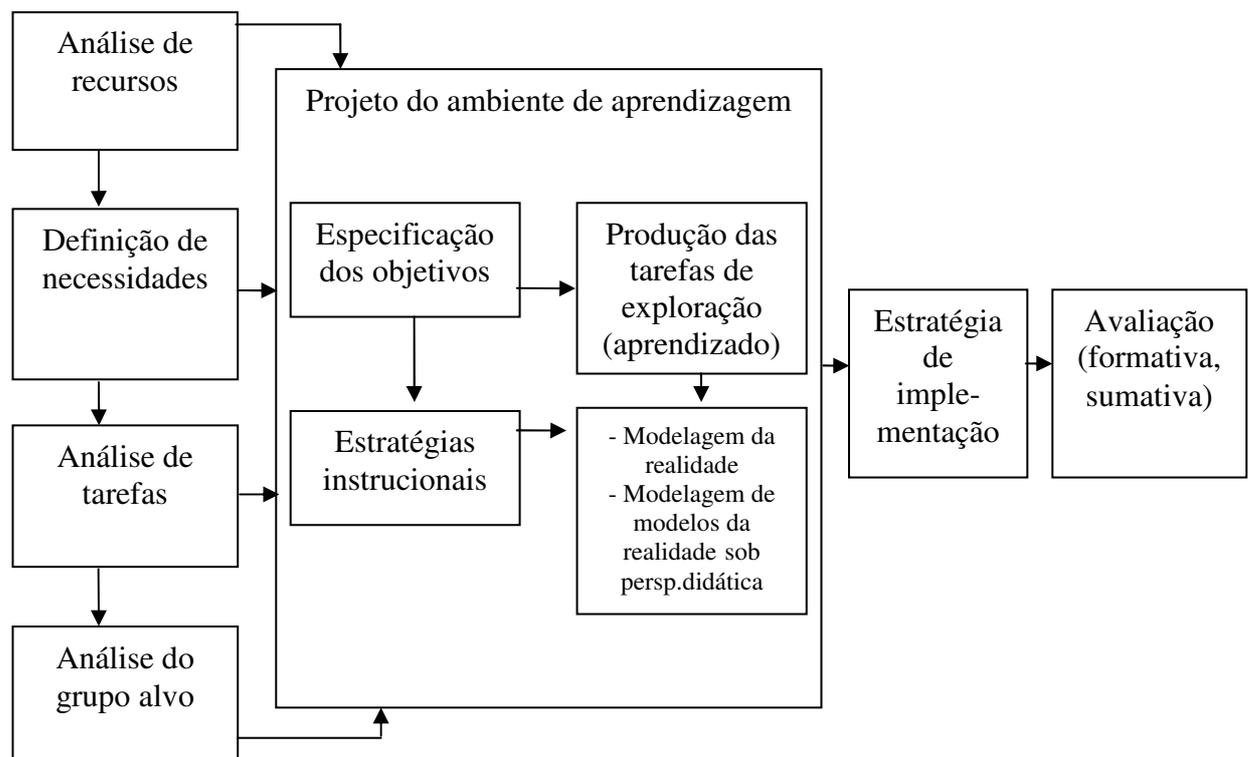


Figura 4. Passos para construção de ambientes de aprendizagem na perspectiva do design instrucional. (ACHTENHAGEN, 2001)

Segundo esta abordagem, o projeto de um ambiente complexo de aprendizagem envolve quatro etapas:

1. especificação dos objetivos,
2. definição das estratégias instrucionais,
3. produção das tarefas de exploração,
4. construção dos modelos.

A primeira etapa consiste na definição dos objetivos pedagógicos que o estudante deve atingir ao utilizar o ambiente. A segunda etapa envolve a escolha das estratégias instrucionais. A terceira etapa compreende a produção de tarefas de exploração. As tarefas de exploração referem-se ao processo de navegação que o estudante deve vivenciar na busca da resolução de um problema complexo, coletando e estruturando os dados necessários. A quarta etapa consiste na construção de um modelo (Modelo1) contendo os aspectos de interesse da realidade e de um modelo sob a perspectiva didática (Modelo2).

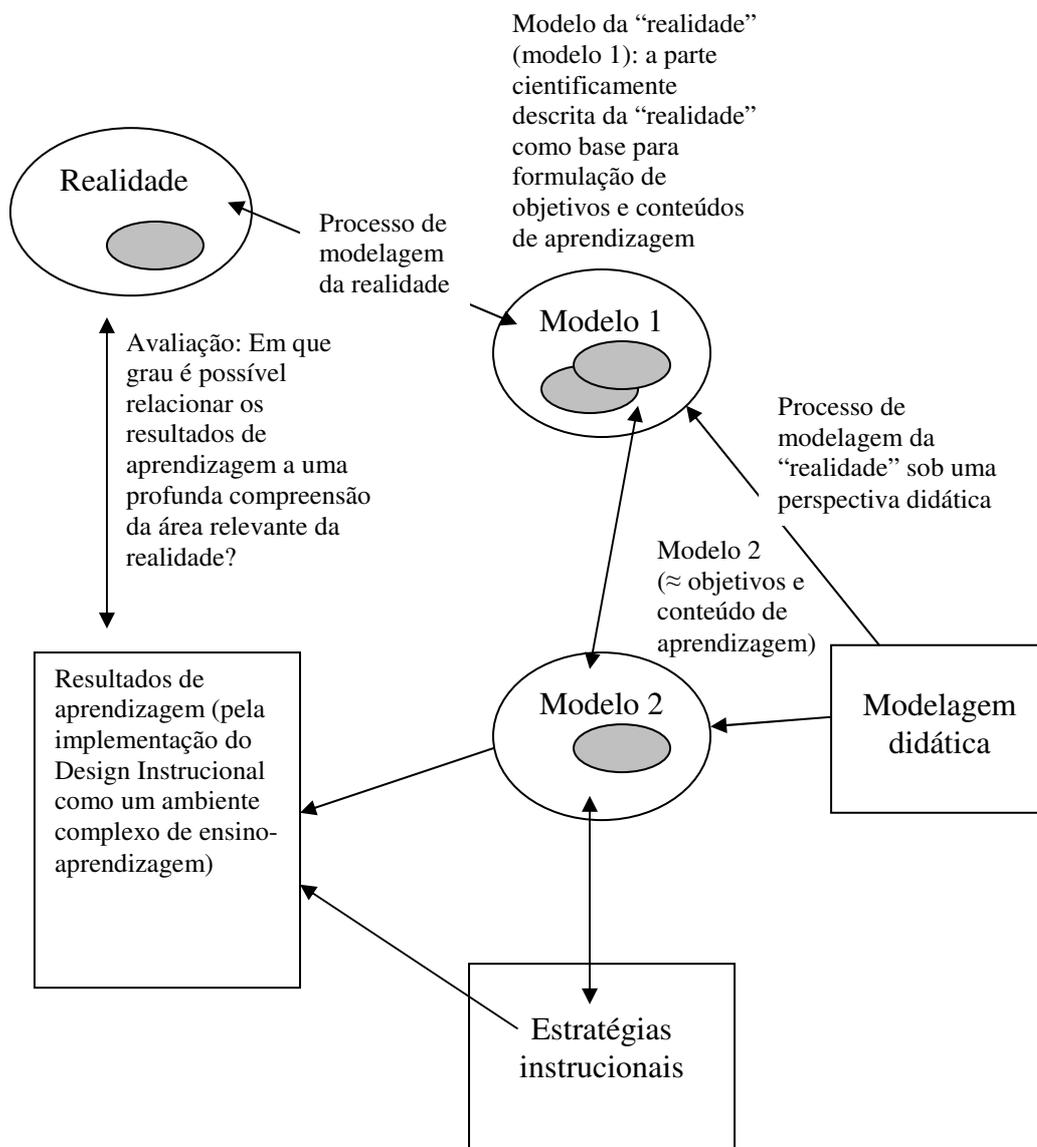


Figura 5. Processo de modelagem da realidade para propósitos instrucionais. (ACHTENHAGEN, 2001)

**Quadro 1 – Requisitos para design de ambientes complexos de aprendizagem**

Características de ambientes complexos de aprendizagem	Princípios associados	Manifestações em ambientes de aprendizagem em Administração com orientação construtivista
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ambientes de aprendizagem efetivos são centrados no conhecimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Instrução deve ser organizada através de problemas com significado e objetivos apropriados</li> <li>○ Proporcione contextos autênticos</li> <li>○ Proporcione atividades autênticas</li> <li>○ Vincule todas as atividades de aprendizagem a uma tarefa ou problema central</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ambiente simulando infra-estrutura física e recursos de empresas reais</li> <li>○ Acesso a dados reais de empresas</li> <li>○ Vídeos com imagens reais de processos e profissionais de uma empresa</li> <li>○ Utilização da internet como fonte de informação real, com dados pouco estruturados e não como material adaptado para uso educacional</li> <li>○ Ambiente com forte linha narrativa</li> <li>○ Interface com <i>ecological approach</i></li> <li>○ Atividades simulando processos reais das empresas</li> <li>○ Uso de tarefas de exploração que guiam a navegação no ambiente</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ambientes de aprendizagem efetivos são centrados no aluno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Instrução deve fornecer apoio para resolução de problemas e para o aprendizado com entendimento</li> <li>○ Proporcione acesso ao desempenho de especialistas</li> <li>○ Proporcione diferentes perspectivas sobre o problema</li> <li>○ Objetos de aprendizagem devem ser acessíveis e abertos à experimentação por parte dos estudantes</li> <li>○ Proporcione oportunidades de elaboração sobre conhecimento prévio dos estudantes</li> <li>○ Faça com que o estudante “assuma” a tarefa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ambiente fornece relatórios elaborados por profissionais</li> <li>○ Ambiente disponibiliza soluções elaboradas por profissionais</li> <li>○ Disponibilização de ajuda a qualquer momento indicando passos que devem ser tomados</li> <li>○ Acesso a diferentes visões, por membros de diferentes áreas e escalões da empresa</li> <li>○ Navegação não-linear no ambiente</li> <li>○ Trabalho em grupo para aumentar motivação e comprometimento</li> <li>○ Estudantes definem seus papéis</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ambientes de aprendizagem efetivos são centrados na avaliação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Instrução deve fornecer oportunidades para prática com <i>feedback</i>, revisão e reflexão</li> <li>○ Estimule reflexão por parte dos alunos</li> <li>○ Forneça assessoria pelo professor</li> <li>○ Proporcione avaliação autêntica</li> <li>○ Estimule auto-avaliação</li> <li>○ Proporcione múltiplas formas de avaliação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utilização pelo aluno de diários de registro sobre o processo de aprendizagem</li> <li>○ Indução a que estudantes cometa erros no ambiente Tarefas que exijam relacionar empresas reais com a experiência no ambiente</li> <li>○ Presença do professor como apoio durante a simulação Professor assume um papel na simulação</li> <li>○ Avaliação é baseada no relatório produzido pelo estudante após a interação no</li> <li>○ Avaliação é realizada de múltiplas formas, através de teste, análise de modelos mentais e produção de ensaios</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ambientes de aprendizagem efetivos são centrados na comunidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Instrução deve proporcionar arranjos sociais que promovam colaboração e expertise distribuída, assim como aprendizagem independente</li> <li>○ Estimule construção colaborativa do conhecimento</li> <li>○ Estimule articulação por parte dos alunos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Atividades em pares ou pequenos grupos</li> <li>○ Discussão entre alunos</li> </ul>

Fonte: MONDADORI e SANTOS (2006).

O Quadro 1, apresentado por Mondadori e Santos (2006), trata-se de um mapa dos requisitos para design de ambientes complexos de aprendizagem. Em uma revisão de trabalhos sobre aprendizagem, Pellegrino (2004) indicou as quatro dimensões centrais no design de *ambientes complexos de aprendizagem*: o **conhecimento**, o **aluno**, a **avaliação** e a **comunidade**. Mondadori e Santos (2006) identificaram as características de *ambientes complexos de aprendizagem* efetivos baseados nos princípios para design dos ambientes e em sua operacionalização encontrados em publicações relacionadas.

Os requisitos para design de ambientes complexos de aprendizagem do Quadro 1 serão úteis tanto nas especificações para o desenvolvimento do sistema proposto quanto como referências para a avaliação do sistema desenvolvido. Na próxima seção são contextualizados estudos em sistemas de recomendação e apresentados exemplos de uso de ontologias para operacionalizar a recomendação em sistemas.

## 2.4 Recomendação em sistemas

Conforme ao modo como as recomendações são realizadas, os chamados *sistemas de recomendação* encontram-se, usualmente, classificados em (MAIDEL et. al., 2010; ADOMAVICIUS; TUZHILIN, 2005; NARAYANAN et. al., 2004):

- Recomendações baseadas no conteúdo: ao usuário serão recomendados itens similares àqueles que o usuário mostrou preferência em ocasiões anteriores;
- Recomendações colaborativas: itens desejados no passado por pessoas com gostos e preferências similares aos do usuário, serão recomendados;
- Abordagens híbridas: métodos que combinam as duas categorias.

Todo o sistema de recomendação tem essencialmente o mesmo objetivo: auxiliar os usuários através de recomendações de itens que são os mais adequados para eles. Todavia, as técnicas utilizadas para atingir este objetivo são diferentes, tanto no processo de obtenção das informações quanto no processamento das recomendações. De acordo com estas técnicas os sistemas de recomendação são classificados como (MARTINEZ et. al., 2008):

- Sistemas de Recomendação Demográficos: estes sistemas categorizam seus usuários em grupos demográficos, e fazem recomendações para um específico usuário de acordo com as informações sobre as pessoas que pertecem ao mesmo grupo

demográfico.

- Sistemas de Recomendação Baseados no Conteúdo: Um sistema de recomendação baseado no conteúdo aprende o perfil de um usuário baseado nas características dos itens que o usuário escolheu e usa o perfil do usuário para encontrar itens similares que o usuário poderia ter escolhido.
- Sistemas de Recomendação de Filtragem Colaborativa: eles utilizam índices para filtrar e recomendar itens para um usuário específico. No caso mais simples, estes sistemas predizem as preferências dos usuários como agregações, com pesos, das preferências de outros usuários.
- Sistemas de Recomendação Baseados no Conhecimento: estes sistemas utilizam o conhecimento sobre as necessidades dos usuários e como um item atende estas necessidades para inferir recomendações sobre quais itens preenchem as expectativas dos usuários.
- Sistemas de Recomendação Baseados em Utilidade: eles fazem recomendações pelo processamento de um valor de utilidade para cada objeto.
- Sistemas de Recomendação Híbridos: estes sistemas emergiram com o objetivo de endereçar diversas desvantagens existentes nos anteriores. Para atingir esta meta, eles combinam diferentes técnicas para melhorar a acurácia das recomendações.

Recentemente, existem diversos estudos sobre aplicações de sistemas de recomendação em ambientes de e-learning (FERREIRA-SATLER et. al., 2012), tais como: páginas web, bibliotecas digitais, sistemas gerenciadores de conteúdo, repositórios de recursos educacionais, etc. O principal objetivo destas ferramentas é melhorar o desempenho do estudante e auxiliar o professor no lecionar dos cursos. Em um exemplo destas iniciativas, Tsai et al. (2006) propuseram um modelo de recomendação adaptativo para recuperação e recomendação de objetos de aprendizagem. O mecanismo do modelo adota um método híbrido. Primeiro, o algoritmo baseado na preferência calcula um placar das preferências do aluno e o segundo algoritmo do interesse da vizinhança provê experiências dos alunos similares para calcular o placar dos interesses. Finalmente, os dois placares são agregados em um placar de recomendação.

A esta classificação está subentendido um posicionamento das percepções do indivíduo (usuário do sistema) sobre o material buscado, ou em relação às suas percepções do passado, ou àquelas de outros indivíduos. Pode-se, assim, considerar que um sistema de recomendação,

em essência, procura estabelecer uma semelhança entre aspectos que motivam a busca do usuário em um dado momento, em dadas circunstâncias, a um conjunto de aspectos que motivaram sua busca, ou de outros, no passado. Esta atividade é usualmente realizada a partir da análise de inúmeros fatores relacionados ao momento da pesquisa, de natureza subjetiva, estatística, ou seja, recomenda-se sem sequer ter estabelecido, objetivamente, o que o usuário possa estar necessitando. Mesmo que um posicionamento entre o usuário, sua situação no passado, ou entre outros indivíduos procure ser estabelecido, nenhuma teoria ou crença socialmente validada é usualmente levada em conta.

Um passo à frente em relação à caracterização de qualidades e diversidade do usuário compreende a aplicação de técnicas da web semântica na recomendação (LÓPEZ-NORES et. al., 2012). Esta abordagem, através de processos automatizados de raciocínio, elucida as questões em jogo a partir de uma recuperação do significado dos termos empregados pelo usuário. Por exemplo, a partir de dois termos, o nome de duas raças de cachorro, é possível estabelecer a qual categoria pertencem: raça de cachorro. Este processo se dá perante o emprego de uma ontologia (KANELLOPOULOS, 2006), onde uma representação do conhecimento em termos de hierarquias e instâncias de classes, e relações entre instâncias, proporciona a recuperação do significado que uma coleção de termos possa assumir em determinadas condições bem estabelecidas.

A Ontologia é um ramo da filosofia que se preocupa com a análise e categorização do que existe, e tem sido aplicada em muitos domínios como a internet, bioinformática, e sistemas de informação geográficos (LIAO et. al., 2010; BORGIO et al., 2009). Categorias ontológicas definem e representam os conceitos que existem no domínio, assim como seus atributos e as relações entre eles (LIAO et. al., 2010; SENDHILKUMAR; GEETHA, 2008). Uma ontologia é uma explicação sistematizada para as entidades que existem no mundo, enquanto uma ontologia de domínio é uma explicação sistematizada focalizando em um domínio específico. Ontologias de domínio remontam ao conhecimento do domínio de especialistas, que incluem conhecimento de termos e suas inter-relações. (LIAO et. al., 2009). Segundo Adda et. al. (2007), “*ontologias constituem a forma padrão de representação dos conceitos e relações de um domínio*”.

As ontologias têm-se provado bem sucedidas na lide com a representação de informações processáveis por máquinas. Elas podem ter a simples forma de uma taxonomia (isto é, conhecimento codificado em uma estrutura hierárquica mínima) ou formas mais complexas como um vocabulário com terminologias padronizadas interpretáveis pelas máquinas,

complementado por definições de linguagem natural (FERREIRA-SATLER et. al., 2012).

Uma das primeiras tentativas de utilizar ontologias hierárquicas para a representação do perfil de documentos e usuários foi de Savia et al. (1998). A representação é utilizada para casar o perfil dos documentos com o perfil de cada usuário a partir da associação de metadados aos documentos. Os autores escolheram uma representação hierárquica porque eles desejavam desenvolver um sistema de classificação que fosse compreensível para os usuários humanos e não fosse restrito a documentos em texto (ver Figura 6). Eles tentam tirar vantagem dos metadados hierárquicos combinado com uma medida de distância assimétrica. A hierarquia codifica informações sobre as dependências de diferentes termos, e tal cálculo de distância é executado em diferentes níveis da hierarquia. Os metadados são representados em uma distribuição *fuzzy* (representados por pesos) entre os nodos folha da ontologia, enquanto o peso do nodo superior é sempre a soma dos pesos de seus nodos filhos. A medida de distância é composta de duas medidas para cada nível da hierarquia:

(1) a soma sobre os pesos dos termos do documento que aparecem no perfil do ítem mas não no perfil do usuário (isto leva em conta o grau em que o documento não atende ao perfil); e

(2) o peso do termo do perfil do usuário multiplicado pelo peso do termo do perfil do documento, no caso em que o termo aparece tanto no perfil do usuário quanto no perfil do documento.

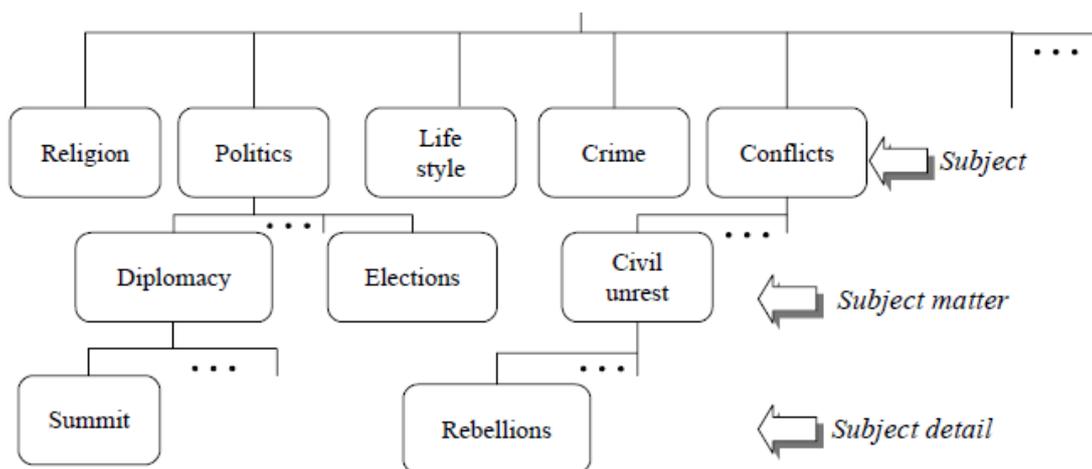


Figura 6. Um exemplo de ontologia hierárquica no domínio de notícias. (MAIDEL et. al., 2010)

Outro sistema que utiliza ontologia para recuperação baseada em conteúdo é o sistema eletrônico de publicação CoMet (YLI-KOIVISTO; PUUSTJARVI, 2002). Este sistema extrai informações de metadados sobre os usuários e sobre os conteúdos dos documentos e armazena os metadados em uma estrutura ontológica hierárquica. Comparações entre um perfil de usuário e o perfil dos documentos são processadas para encontrar a maior hierarquia combinada (largest combined hierarchy – LCH) a qual se trata da maior hierarquia compartilhada pelo perfil do usuário e o perfil do documento. Usando os pesos dos nodos em cada nível, uma medida de similaridade é calculada entre os documentos que tem um LCH com um perfil de usuário. Em uma combinação de uma LCH com pesos, a profundidade da LCH é enfatizada no cálculo de combinação, desde que a profundidade da hierarquia tenha um efeito significativo no poder de expressão da ontologia incorporada.

O sistema de recomendação Quickstep (MIDDLETON et. al., 2001) usa modelagem ontológica para extrair o perfil dos usuários, empregando uma ontologia de 4 níveis. O Quickstep recomenda artigos para pesquisadores combinando técnicas baseadas em conteúdo com técnicas de filtragem colaborativa. Os artigos de um conjunto utilizado em treinamentos são representados por vetores de termos com a frequência de cada termo normalizada pelo total de termos usados. Sempre que um artigo é acessado por um usuário em particular, isto contribui para o aumento do placar de interesse deste usuário em relação ao tópico ao qual o artigo está classificado. No perfil de usuário, sempre que um tópico recebe algum interesse, todos os tópicos de suas superclasses ganham uma parte: a superclasse imediata ganha 50 por cento do valor do tópico principal, a próxima superclasse ganha 25 por cento, e assim por diante. Desta forma, ao invés de somente incluir os tópicos mais específicos, os tópicos gerais também são incluídos, tornado o perfil mais abrangente. As recomendações são processadas com base nas correlações entre os tópicos de interesse dos usuários e artigos classificados naqueles tópicos.

No sistema Foxtrot, Middleton et al. (2004) incrementaram o Quickstep empregando a nova ideia de visualização dos perfis dos usuários para obter feedback sobre o perfil diretamente com o usuário e melhorar a acurácia dos perfis. A visualização do perfil foi possível por conta de os perfis serem representados em termos ontológicos compreensíveis para os usuários. Nestes dois sistemas, Middleton et al. (2004, 2001) consideraram a distância hierárquica entre conceitos no perfil do usuário e no perfil do documento de uma forma simples: eles utilizaram pesos fixos, ou seja, 25 por cento, 50 por cento, para super-classes de um conceito e consideraram apenas uma direção da hierarquia. O método deles é limitado a

uma hierarquia de 3 níveis. Mesmo com esta ideia simplificada, eles conseguiram mostrar uma melhora significativa dos resultados das filtragens sobre um perfil *flat*.

Adda et. al. (2007) propuseram o uso de metadados sobre o conteúdo que eles assumiram estar armazenado em uma ontologia de domínio. A abordagem dos autores compreende: um espaço dedicado de padrões construído no topo de uma ontologia, primitivas de navegação, métodos de mineração e técnicas de recomendação. O domínio utilizado foi o *e-turismo* e a ontologia descreve os objetos como instâncias de categorias genéricas como cidades, museus, praias, com várias relações como localização, proximidade, e assim por diante.

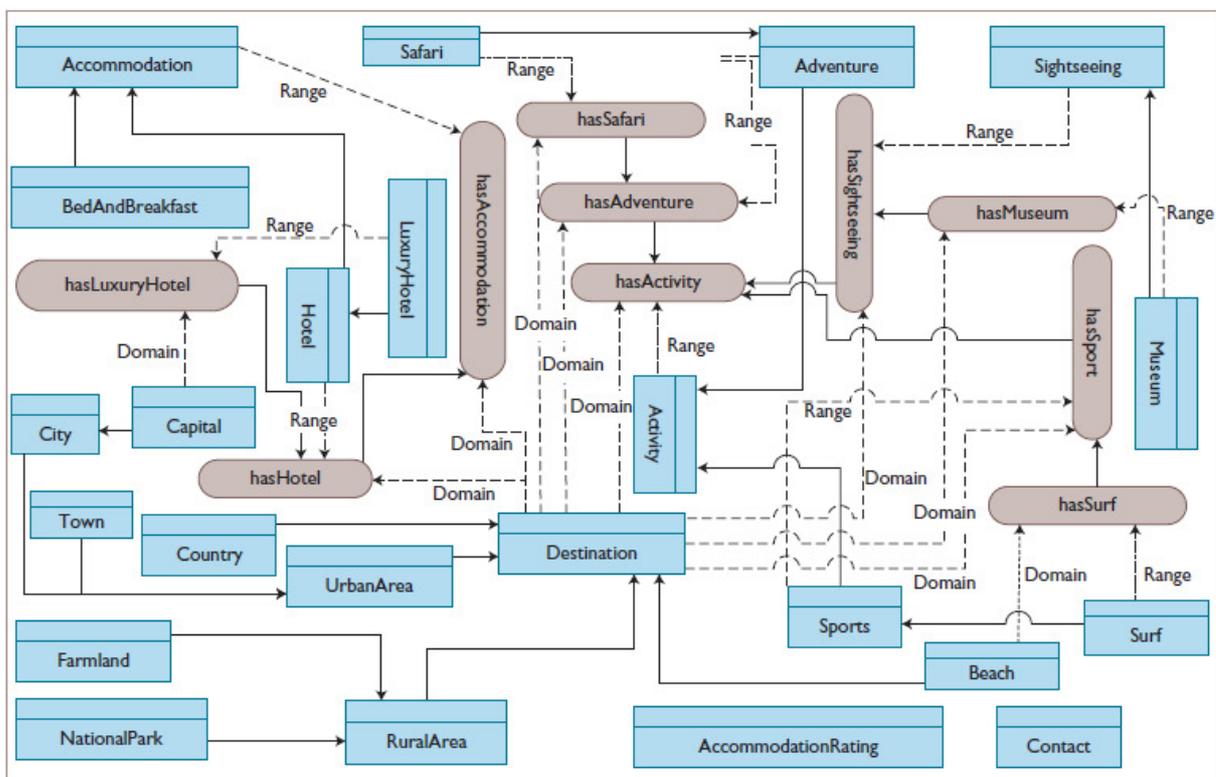


Figura 7. Visão parcial da ontologia para viagem. Os nodos retangulares representam classes (conceitos do domínio), e as formas com ângulos curvos representam propriedades de conceitos (regras). Flechas pontilhadas representam ligações de domínio e faixa entre conceitos e propriedades, e flechas simples representam o relacionamento binário entre conceitos e propriedades. (ADDA et. al., 2007)

Liao et. al. (2009) apresentam um modelo ontológico para personalização de serviços de recomendação em bibliotecas digitais. O sistema provê um melhor serviço personalizado através da criação de uma ontologia pessoal baseada em padrões minados a partir dos registros dos usuários bem como da ontologia de referência. O sistema PORE está atualmente em uso para personalização de serviços da biblioteca da National Chung Hsing University de Taiwan. O centro do sistema PORE contém duas partes: o componente de pré-processamento

de dados e o subsistema de recomendação on-line. O componente de pré-processamento de dados tem duas funções. A primeira função é calcular o número de livros emprestados de cada usuário em cada categoria e em cada temporada. A segunda função é extrair palavras-chave e identificar os distintos níveis de palavras-chave. O componente de pré-processamento de dados pode ser executado periodicamente e as informações extraídas podem então ser utilizadas como as bases do subsistema de recomendação. O subsistema de recomendação foi projetado como uma aplicação web. Quando um usuário entra no sistema a partir da página web da biblioteca, o subsistema analisa os registros de empréstimo em informações de palavras-chave no banco de dados. O subsistema primeiro identifica tópicos favoritos do usuário e então procura pelas palavras-chave de interesse relacionado aos tópicos favoritos. Os tópicos favoritos de um usuário são então agrupados dentro de uma ontologia pessoal. A partir desta ontologia pessoal, os livros relacionados às palavras-chave de interesse por tópicos favoritos são recomendados para o usuário. Os livros são também mensurados usando placares de preferência. Quando um usuário acessa um tópico de interesse em sua ontologia pessoal, os livros relacionados ao tópico e com alto placar de preferência são recomendados ao usuário.

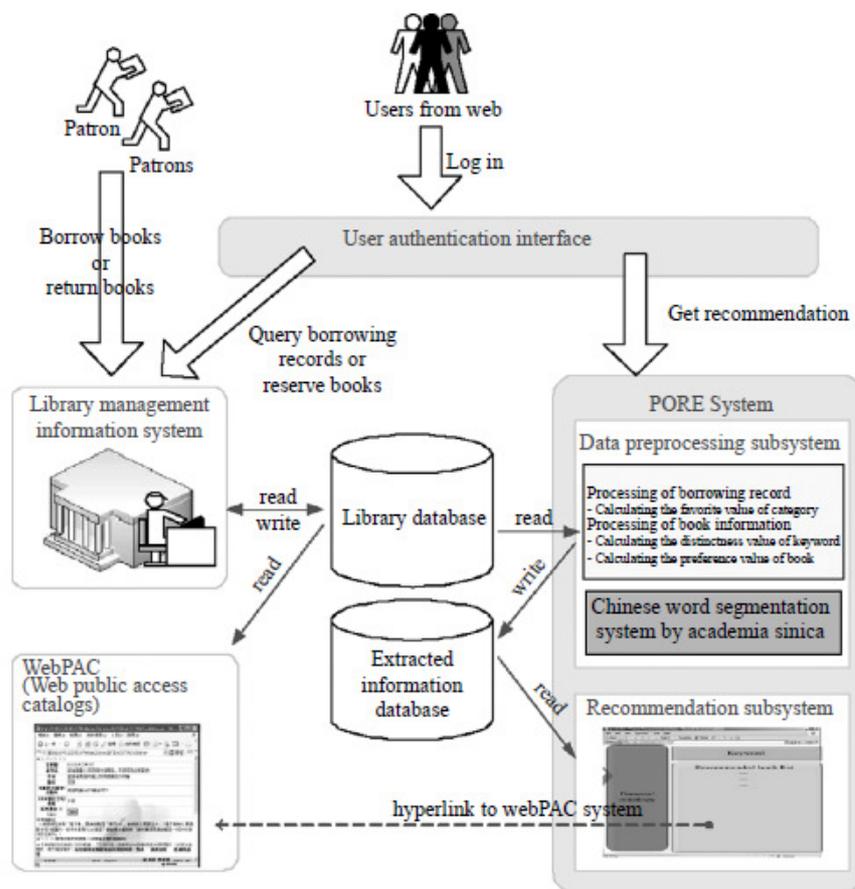


Figura 8. Arquitetura do sistema PORE. (LIAO et. al., 2009)

Ferreira-Satler et. al. (2012) propuseram um método para representar perfis de usuários usando ontologias *fuzzy*. A abordagem é aplicada para melhorar atividades de e-learning. Os autores demonstram como uma ontologia *fuzzy* pode ser utilizada para representar perfis de usuários dentro de um mecanismo de recomendação para melhorar as atividades dos usuários dentro de um ambiente de e-learning. Uma ontologia *fuzzy* é uma extensão das ontologias de domínio para resolver os problemas de incerteza no compartilhamento e reuso de conhecimento na Web Semântica. O perfil do usuário é construído a partir dos objetos de aprendizagem publicados pelo próprio usuário dentro de um repositório de objetos de aprendizagem.

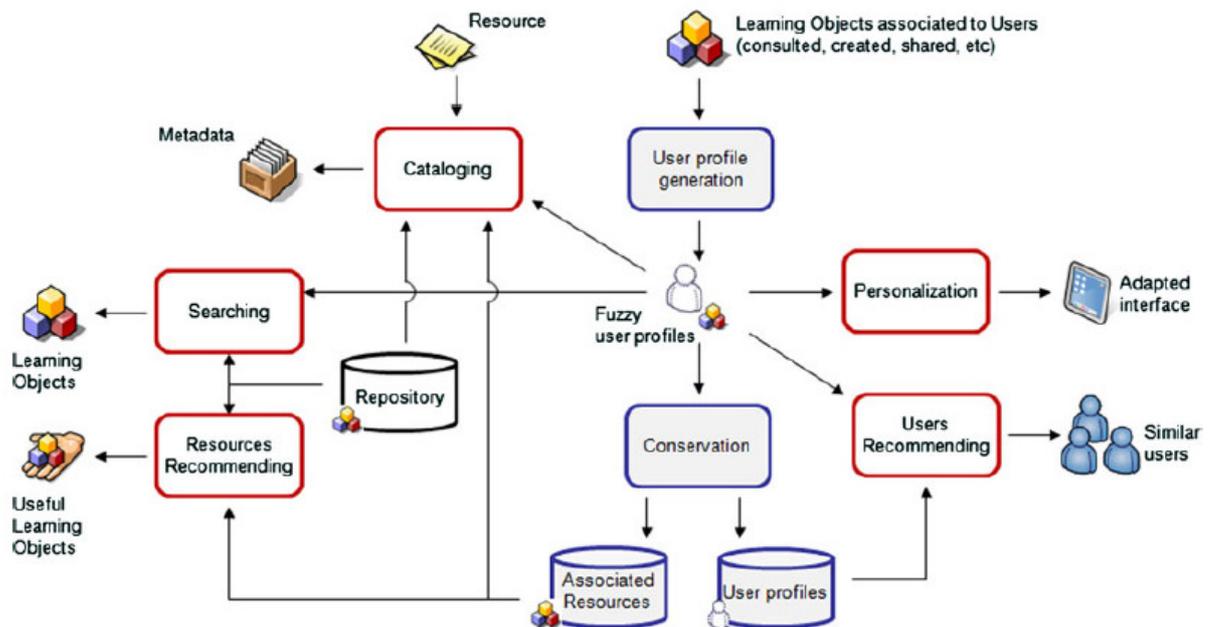


Figura 9. Aplicação de perfil de usuário com ontologia fuzzy. (FERREIRA-SATLER et. al., 2012)

No próximo capítulo são apresentados os procedimentos para a realização da pesquisa.

### 3 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, primeiramente foi necessário aprofundar o entendimento a respeito das questões que envolvem a abordagem pedagógica de referência, cujos aspectos fundamentais foram ponto de partida para a definição dos requisitos funcionais do sistema proposto.

Partiu-se desses requisitos para a definição das funcionalidades do sistema. Nesta fase, foi necessária a apropriação das estruturas de representação de conhecimentos (ontologia de domínio) e a concepção dos mecanismos de exploração dos mesmos. Foi identificada a necessidade de desenvolvimento das funcionalidades de modelagem dos conhecimentos, modelagem didática, indexação de recursos instrucionais aos modelos e uma interface de exploração dos ambientes para aprendizagem.

Foi definida a plataforma para a execução do sistema, descritos atores e funcionalidades do sistema através de diagramas de casos de uso e definidos os objetos de persistência através de um Diagrama de Classes. Nesta fase, protótipos em linguagem HTML (*HyperText Markup Language*) foram utilizados para facilitar a especificação das interfaces do software. Foram especificadas as estruturas de dados para a construção dos modelos de conhecimentos e os mecanismos de criação e exploração desses modelos. Depois, foram especificadas as estruturas de indexação e gerenciamento dos recursos instrucionais e os mecanismos de recuperação dos recursos instrucionais. Em seguida, foram especificadas as estruturas de armazenamento das redes de situações problemáticas, a ferramenta para a criação e configuração das situações problemáticas e a interface para exploração dos ambientes para aprendizagem.

Para o desenvolvimento do sistema, foram utilizadas como ponto de partida as principais normas, modelos de referência e especificações técnicas relacionadas à tecnologia para aprendizagem. A plataforma escolhida para a execução do sistema foi a Internet e optou-se por uma plataforma de programação baseada na linguagem Java. Na fase de programação

do sistema, primeiramente foram criadas as estruturas de dados para a construção dos modelos de conhecimentos e desenvolvidos os mecanismos de criação e exploração desses modelos. Em seguida, foram criadas as estruturas de indexação e gerenciamento dos recursos instrucionais e os mecanismos de recuperação. Após, foram criadas as estruturas de armazenamento das redes de situações problemáticas e desenvolvidas as funcionalidades para a modelagem didática e as interfaces para exploração dos ambientes para aprendizagem.

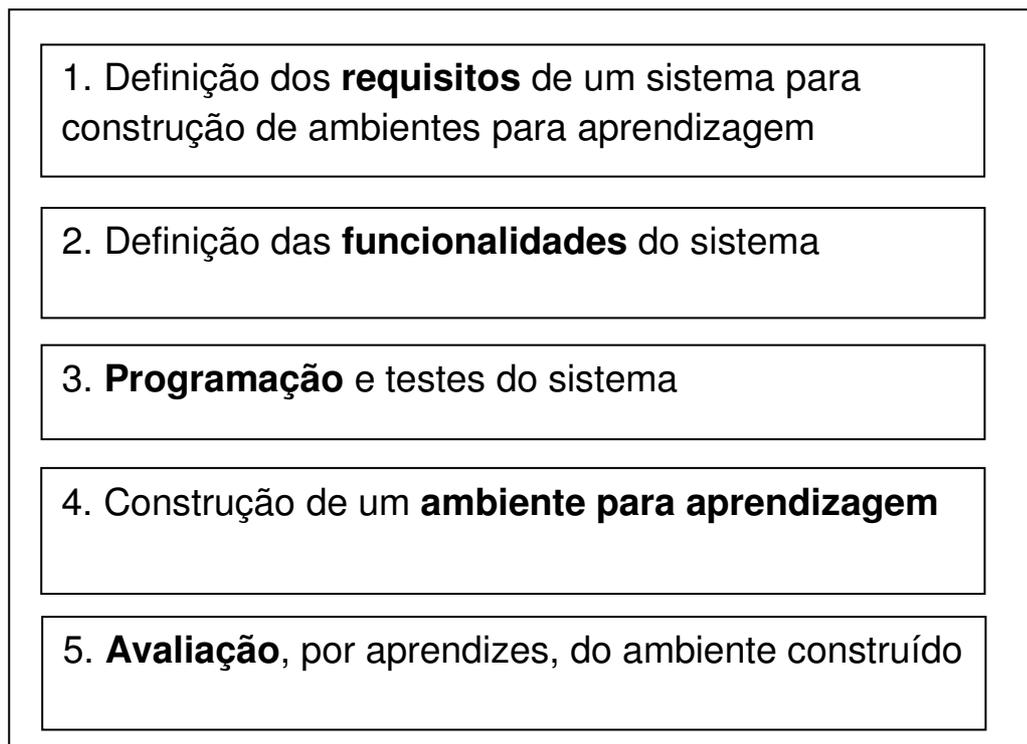


Figura 10. Diagrama de síntese da pesquisa.

Para a avaliação do sistema proposto, primeiramente foi necessária a construção de um ambiente para aprendizagem utilizando o ferramental desenvolvido. Construído o ambiente, ele foi avaliado por aprendizes de uma organização real, em um contexto de aprendizagem em Administração de Projetos.

Para a construção do ambiente, um docente da disciplina de Administração de Projetos com ampla experiência em projetos apoiou a construção de um modelo de conhecimentos de Gestão de Projetos utilizando o sistema proposto.

Um projeto autêntico foi selecionado em uma organização real para ser o projeto de referência do ambiente para aprendizagem construído. Reuniões com componentes da equipe do projeto foram conduzidas a fim de coletar informações e documentos e melhor compreender detalhes sobre situações críticas ou decisivas do projeto.

A partir do caso autêntico, utilizando as informações reais coletadas junto aos participantes do projeto (atas de reunião, memorandos, documentos, etc), documentos e livros utilizados na disciplina e recursos disponíveis na Internet, a modelagem didática de um ambiente para aprendizagem em Gestão de Projetos foi desenvolvida.

Para a avaliação do ambiente para aprendizagem resultante, gestores da organização participaram de uma experiência de aprendizagem, utilizando o ambiente construído.

## **4 REQUISITOS DO SISTEMA PARA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES PARA APRENDIZAGEM**

Os aspectos fundamentais da abordagem pedagógica de referência foram norteadores para a definição dos requisitos do sistema, cujo objetivo final é proporcionar ao aprendiz um maior ganho de conhecimentos sobre um domínio. Os requisitos para a definição do sistema proposto referem-se, portanto, a questões relacionadas às características do ambiente para aprendizagem, e são fundamentais tanto para dar suporte ao processo de definição das funcionalidades quanto para servir de referência na avaliação dos resultados.

O ponto de partida para a definição das funcionalidades do sistema foi a abordagem de Achtenhagen (2001) para a construção de ambientes complexos de aprendizagem. Nesta abordagem (ver Figura 4 na seção 2.3) Achtenhagen serve-se de dois modelos: um modelo que contém a parte cientificamente descrita da “realidade” e outro para a definição dos objetivos e conteúdo de aprendizagem. Estes dois modelos relacionam-se de maneira a permitir uma modelagem da realidade sob perspectiva didática. Na sua abordagem, é este processo que permite uma avaliação contínua do grau de relacionamento entre os resultados da aprendizagem e uma profunda compreensão da área relevante da mesma pelo aprendiz.

Por outro lado, no âmbito desta pesquisa, acredita-se que um maior ganho de conhecimentos sobre um domínio é obtido a partir da motivação do aprendiz em buscar o conhecimento. Segundo a PBL (*problem-based learning*), tal motivação tem por base a interação do aprendiz com situações problemáticas.

Todavia, um aprendizado somente será obtido dentro da perspectiva de Achtenhagen se as soluções instigadas no aprendiz estiverem fundamentadas solidamente em conhecimento formal. Daí a necessidade de um modelo que contenha a parte cientificamente descrita da realidade. Tais conhecimentos das disciplinas deverão, portanto, estar adequadamente

disponibilizados ao aprendiz nos momentos em que sua busca é motivada.

Esta busca é motivada a partir da confrontação do aprendiz com os problemas.

Por outro lado, as situações problemáticas enunciadas pela PBL estão em estreito relacionamento com os modelos de Achtenhagen para a definição dos objetivos e conteúdos de aprendizagem. Assim, dois conjuntos de recursos instrucionais devem, neste processo, estar disponíveis ao aprendiz: recursos que contenham os conhecimentos formais das disciplinas e recursos que contenham a informação do problema.

Conforme Winkel et al. (2006), o aproveitamento do estudante tem forte relação com a maneira de como estes recursos instrucionais são disponibilizados.

A fim de delimitar a pesquisa no entorno dos aspectos relacionados à interação individual do aprendiz com o conhecimento, decidiu-se não envolver os fatores sociais e relacionados à sua avaliação. Todavia, é reconhecida a importância destes fatores para a aprendizagem, de forma que não deve existir nenhuma barreira estrutural no sistema que inviabilize o desenvolvimento destes aspectos.

#### **4.1 A PBL no ambiente para aprendizagem proposto**

Devido à delimitação da pesquisa no entorno dos aspectos relacionados à interação individual do aprendiz com o conhecimento, as características 2 e 3 da PBL (ver seção 2.2) (*a aprendizagem deve ocorrer em pequenos grupos de estudantes sob a condução de um tutor e o tutor é um facilitador ou guia*) foram desconsideradas.

A partir da característica 4 da PBL (*problemas autênticos são enfrentados antes de ocorrer qualquer preparação ou estudo*), assume-se que o processo de aprendizagem deva partir de uma situação problemática real.

A partir da característica 5 da PBL (*os problemas são utilizados como uma ferramenta para atingir o conhecimento desejado e as habilidades de resolução de problemas necessárias para eventualmente resolvê-los*), assume-se que os recursos instrucionais devem ser organizados em torno das situações problemáticas, ou seja, os recursos instrucionais devem ser contextualizados com cada situação problemática.

A partir da característica 1 da PBL (*a aprendizagem deve ser centrada nos estudantes*) assume-se que o ambiente deve ser construído de forma que o aprendiz assuma a posição do protagonista principal envolvido na situação problemática. O papel do aprendiz deve ser o de

responsável por gerenciar a situação e, desta forma, pretende-se que o aprendiz protagonize a aprendizagem em si.

A partir da característica 6 da PBL (*novas informações são adquiridas através do aprendizado auto dirigido*) assume-se que a contextualização dos recursos instrucionais deve se dar de maneira não intrusiva, isto é, os recursos instrucionais devem ser disponibilizados sem qualquer instrução ou diálogo do sistema que interrompa a atividade ou chame a atenção do aprendiz. A busca dos recursos instrucionais deve ser uma atitude espontânea, auto-motivada, do aprendiz.

#### **Quadro 2 – Características fundamentais da PBL no ambiente para aprendizagem proposto**

<b>Características fundamentais da PBL</b>	<b>Requisitos para o ambiente</b>
1. a aprendizagem deve ser centrada nos estudantes	O aprendiz é o protagonista principal da situação problemática
2. a aprendizagem deve ocorrer em pequenos grupos de estudantes sob a condução de um tutor	Fora do escopo
3. o tutor é um facilitador ou guia	Fora do escopo
4. problemas autênticos são enfrentados antes de ocorrer qualquer preparação ou estudo	o processo de aprendizagem deve ser organizado em torno de situações problemáticas de casos reais
5. os problemas são utilizados como uma ferramenta para atingir o conhecimento desejado e as habilidades de resolução de problemas necessárias para eventualmente resolvê-los	os recursos instrucionais devem estar contextualizados com a situação problemática
6. novas informações são adquiridas através do aprendizado auto dirigido	a contextualização dos recursos instrucionais deve se dar de maneira não intrusiva

## **4.2 Requisitos gerais dos ambientes para aprendizagem**

Para formalizar um quadro de requisitos a fim de prover suporte à definição das funcionalidades e servir de referência para a avaliação dos ambientes para aprendizagem construídos com o sistema proposto, primeiramente recorreu-se aos princípios associados às características dos ambientes complexos de aprendizagem. Das 4 dimensões estabelecidas por Pellegrino (2004) (conhecimento, aluno, avaliação e comunidade), descritas no Quadro 1 da seção 2.3, foram consideradas as duas primeiras, de forma a manter a delimitação adotada de não envolver os fatores sociais e relacionados à avaliação.

Complementar aos princípios associados às características dos ambientes complexos de aprendizagem, optou-se por utilizar os princípios do modelo instrucional para *aprendizagem baseada na ação*, que são mais abrangentes para uma aprendizagem autônoma. Procura-se nesta pesquisa privilegiar os princípios da *aprendizagem baseada na ação* descritos na Figura 3 da seção 2.1.

O Quadro 3 apresenta os requisitos associados com as características do modelo instrucional para aprendizagem baseada na ação e as características de ambientes complexos de aprendizagem relacionadas às dimensões “conhecimento” e “aluno”. Estes requisitos, além de também servirem como referência para a definição das funcionalidades do sistema proposto, serão referências para a avaliação dos ambientes para aprendizagem construídos com o sistema proposto.

**Quadro 3 – Requisitos de um ambiente para aprendizagem**

Dimensões	Requisitos associados
Características do modelo instrucional para aprendizagem baseada na ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Permitir testes e expansões</b></li> <li>• <b>Permitir a integração da aprendizagem através da reflexão</b></li> <li>• <b>Permitir que o aprendiz delineie suas próprias conclusões</b></li> <li>• <b>Organizar as ações de forma a despertar a curiosidade</b></li> <li>• <b>Permitir que o aprendiz determine metas explícitas de aprendizagem</b></li> <li>• <b>Permitir que o aprendiz escolha as estratégias para a seleção das informações</b></li> </ul>
características de ambientes complexos de aprendizagem: dimensões conhecimento e aluno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Organizar a instrução através de problemas com significado e objetivos apropriados</b></li> <li>• <b>Proporcionar contextos autênticos</b></li> <li>• <b>Proporcionar atividades autênticas</b></li> <li>• <b>Vincular todas as atividades de aprendizagem a uma tarefa ou problema central</b></li> <li>• <b>Fornecer apoio para resolução de problemas e para o aprendizado com entendimento</b></li> <li>• <b>Proporcionar acesso ao desempenho de especialistas</b></li> <li>• <b>Proporcionar diferentes perspectivas sobre o problema</b></li> <li>• <b>Disponibilizar objetos de aprendizagem abertos à experimentação por parte dos estudantes</b></li> <li>• <b>Proporcionar oportunidades de elaboração sobre os conhecimentos prévios do aprendiz</b></li> <li>• <b>Fazer com que o aprendiz “assuma” a tarefa</b></li> </ul>

## **5 AS FUNCIONALIDADES DO SISTEMA PARA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES PARA APRENDIZAGEM**

Como foi visto anteriormente, a abordagem adotada nesta tese parte da idéia de integrar duas referências da área do aprendizado: o sistema proposto por Achtenhagen (2001) e a *Problem-Based Learning* (PBL). Sendo assim, à integração do modelo de Achtenhagen que contém a definição dos objetivos e conteúdos de aprendizagem com a PBL, naturalmente pode ser derivado um modelo que contenha um conjunto de situações problemáticas, onde as questões relacionadas aos objetivos de aprendizagem estejam enunciadas a partir de problemas práticos. Nestes problemas, decisões a serem tomadas pelo aprendiz podem-se organizar em níveis de generalidade e abrangência, de modo a cobrir o conjunto de intenções do pessoal responsável pela instrução.

Por outro lado, para que uma avaliação contínua do grau de relacionamento entre os resultados da aprendizagem através de uma profunda compreensão da área relevante da mesma pelo aprendiz ocorra de forma autônoma e viável, um conjunto de recursos instrucionais, adequadamente contextualizados para dar suporte às decisões do aprendiz na sua lide com cada questão relacionada ao problema, deverá estar acessível. Neste ponto, um elemento que faça esta ponte (entre os recursos instrucionais e as atitudes do aprendiz perante os problemas) é necessário.

Conforme Achtenhagen, embora não explicita como, esta ponte é viabilizada através de um modelo que contenha a parte cientificamente descrita da “realidade”. Na verdade, uma separação deve ser estabelecida entre “recursos instrucionais” (documentos em vários veículos) e os fenômenos que estão em jogo para a solução dos problemas. O conhecimento científico encontra-se nos documentos, de maneira fragmentada. Os fenômenos a que se referem, entretanto, estão interligados em sintonia com a “realidade” do problema.

A solução adotada para o sistema de aprendizagem proposto compreende o emprego de uma ontologia de domínio onde estão representados os fenômenos relacionados ao domínio dos conhecimentos (formais) que, teoricamente descrevem fenômenos subjacentes ao que se passa nas situações problemáticas.

Através de tal ontologia, que doravante será denominada “modelo de conhecimentos”, será possível:

- mapear um conjunto de cenários fenomenológicos do modelo de conhecimentos a cada uma das situações problemáticas;
- indexar, a cada cenário do modelo de conhecimentos, os recursos instrucionais pertinentes.

A recomendação dos recursos instrucionais para cada situação problemática configura-se em uma diferença em relação aos sistemas de recomendação tradicionais que, normalmente, operacionalizam a recomendação em função dos usuários. Adota-se a premissa da PBL de que a situação problemática influencia de forma determinante o interesse do aprendiz e, portanto, deve ser o ponto de partida para a recomendação dos recursos instrucionais.

Para que *o aprendiz seja o protagonista principal da situação problemática*, os enunciados de apresentação das situações problemáticas devem referir o papel a ser assumido pelo aprendiz na história. Isto deve ser observado no processo de modelagem didática, durante a construção dos ambientes.

Portanto, um ambiente para aprendizagem compreenderá uma base com situações problemáticas, uma base com modelos de conhecimentos, uma base com documentos sobre as situações problemáticas e uma base com documentos sobre os conhecimentos do domínio. Ao mesmo tempo, o sistema para construção de ambientes para aprendizagem será composto por funcionalidades para a modelagem dos conhecimentos, para a construção de redes de situações problemáticas, para o gerenciamento do acervo de recursos instrucionais e para a indexação dos recursos instrucionais. A Figura 11 apresenta a arquitetura geral do sistema para a construção de ambientes para aprendizagem.

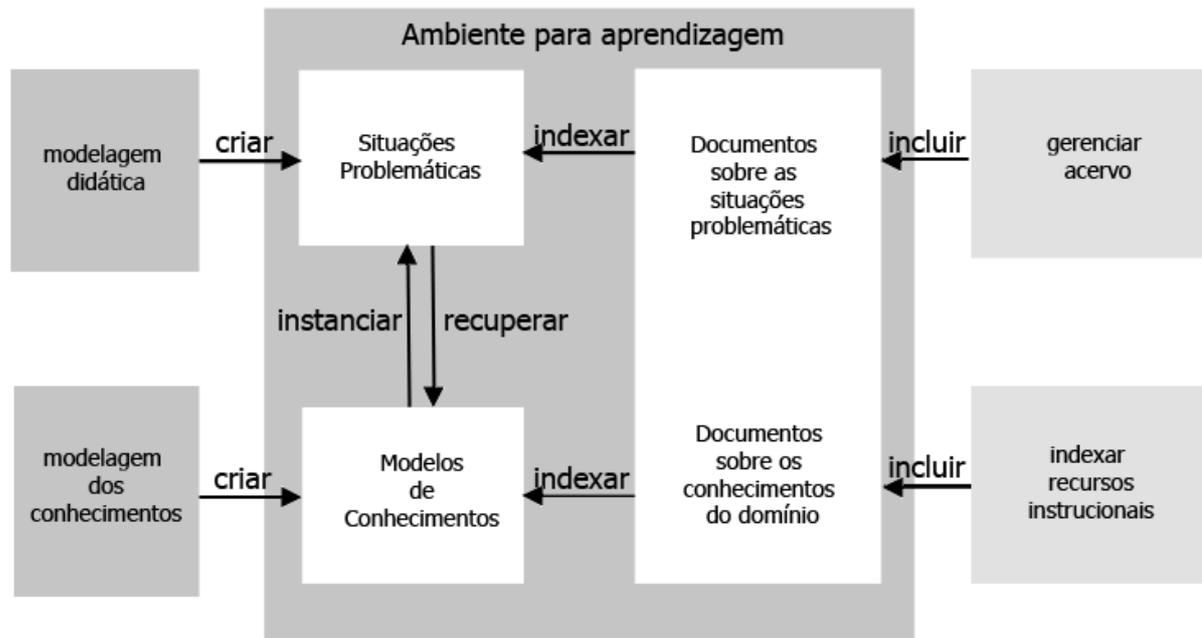


Figura 11. Sistema para construção de ambientes para aprendizagem.

## 5.1 Funcionalidades propostas para a construção de ambientes para aprendizagem

As funcionalidades para a construção de um ambiente para aprendizagem no sistema proposto se estruturam em: modelagem dos conhecimentos, modelagem didática, indexação de recursos instrucionais e gerenciamento de acervo de recursos instrucionais.

### 5.1.1 Modelagem dos Conhecimentos

Os modelos de conhecimentos tomam por base a abordagem utilizada no sistema “BIACS - Base Inteligente para Aquisição de Conhecimentos de Sistemas”, registrado no INPI sob o número 89000393, depositado em 01/04/1988. Esta abordagem foi adotada por ser flexível, permitindo representar conhecimentos em diferentes níveis de complexidade. Os modelos procuram descrever fenômenos de um domínio seguindo os princípios do pensamento sistêmico (CHECKLAND, 1981). Assim, pode-se definir: os sistemas e subsistemas, as variáveis que caracterizam o estado de um sistema e as condições em que os estados desejados são esperados, os parâmetros (requisitos de *design*) do sistema, as alterações possíveis em relação ao desejado para cada estado e, as alterações possíveis em

relação a seus requisitos de design para cada parâmetro. Um sistema é definido a partir do estabelecimento de suas fronteiras pelo criador do modelo. As fronteiras de um sistema são convencionadas, de maneira a acomodar da maneira mais adequada as relações entre as variáveis de estado que caracterizam os fenômenos que se quer representar.

Também se definem as relações entre os sistemas e subsistemas através de relações de causa-consequência entre alterações no estado ou entre alterações nos parâmetros e alterações no estado de um dado sistema. Proposições causais incluem um conjunto de condições e um conjunto de efeitos conectados por uma relação causal (JONASSEN; IONAS, 2008). O conjunto destas relações compreende um grafo orientado, onde redes causais hipotéticas são formadas dinamicamente. Cada rede causal descreve um comportamento do sistema em uma condição bem estabelecida, onde os fenômenos presentes são abordados em vários níveis de abstração.

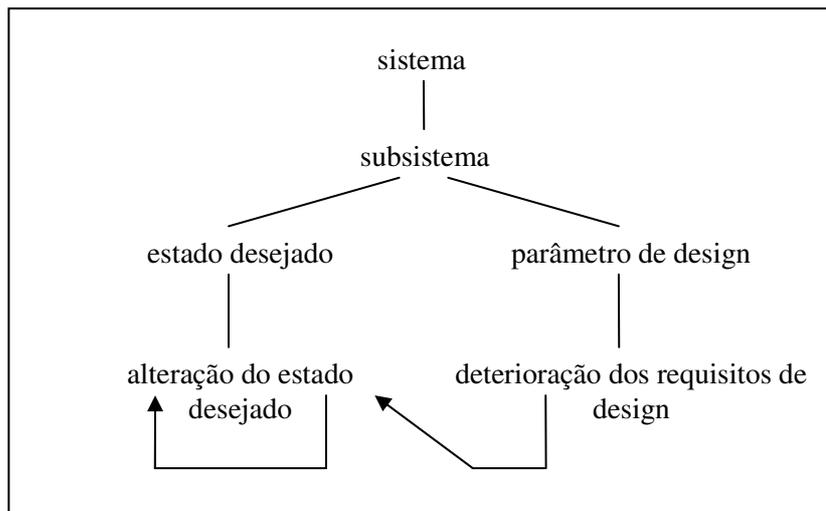


Figura 12. Entidades e relações para a representação dos conhecimentos.

O processo para a modelagem de conhecimentos compreende as seguintes etapas (ver Figura 13):

1. Uma representação hierárquica do sistema. Nesta, cada subsistema constitui um nível de abstração do problema, visto como um *dispositivo*.
2. A representação das características de cada subsistema em estado “normal” ou desejado na concepção do sistema. Cada subsistema é caracterizado através de suas variáveis de estado, descrevendo *comportamentos normais*. Também são representados *sinais* através dos quais um estado do sistema pode ser avaliado.

3. A representação da deterioração de um estado do sistema, descrevendo *desvios de comportamento*. Também são representados *sintomas*, através dos quais a deterioração de um estado do sistema pode ser avaliada.
4. Associações entre *desvios de comportamento* e entre *desvios de comportamento* e *sintomas*, que descrevem o problema em níveis de abstração.
5. A representação das características de design do sistema, descritas através de *parâmetros de projeto*.
6. A representação de não-conformidades em relação às características de design adequadas ao sistema, descritas através de *falhas*.
7. Associações entre *falhas* e um *desvio de comportamento*.

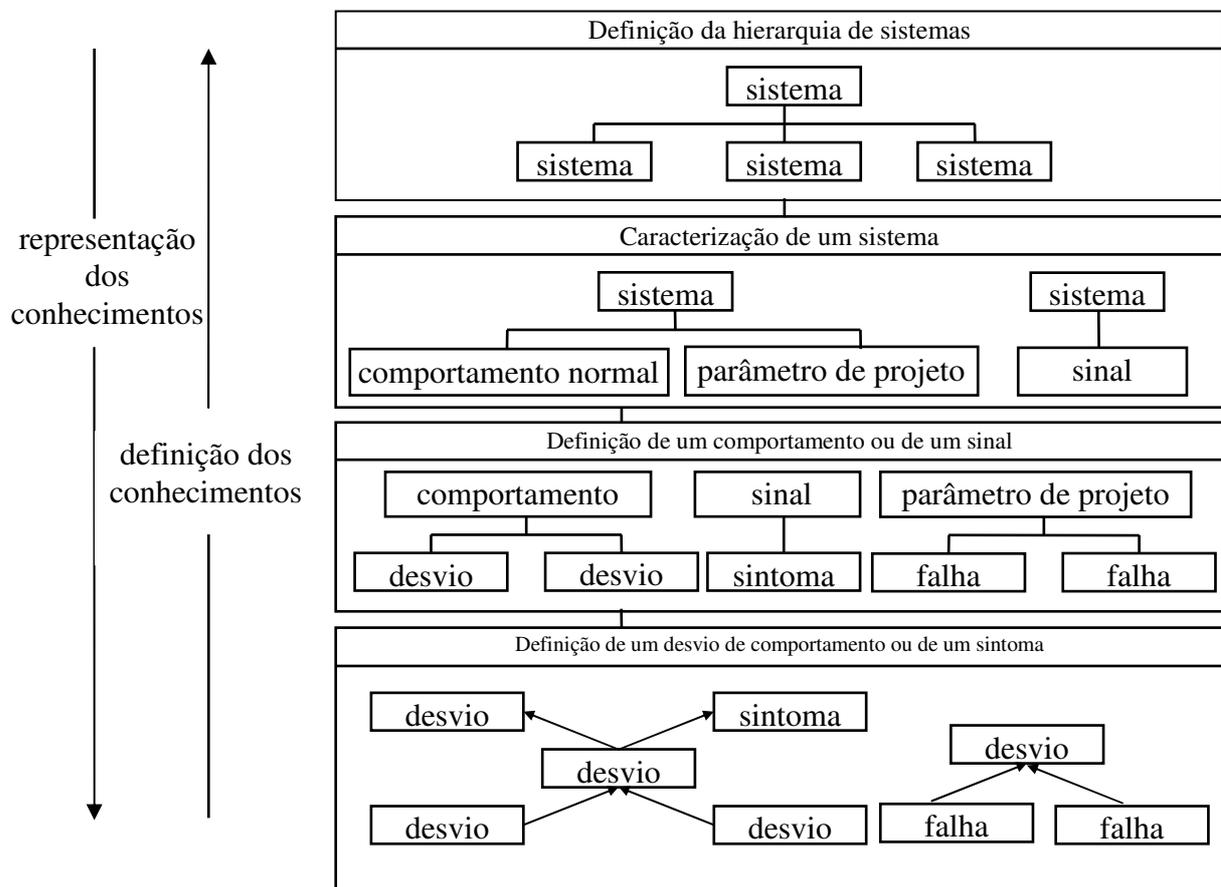


Figura 13. Representação e definição dos conhecimentos.

O processo de modelagem é realizado em dois sentidos (Figura 13). Em um sentido representam-se e, em outro, identificam-se subsistemas. A identificação de (novos)

subsistemas dá-se em função da resolução de *falhas* elucidadas, e da sua associação com funcionalidades já representadas no modelo.

Por outro lado, o processo de modelagem é auxiliado por dois mecanismos para a exploração dos conhecimentos (Figura 14). Um mecanismo para diagnóstico (Figura 14a) leva o usuário, a partir de um conjunto de sintomas (ou mesmo a partir de um desvio de comportamento), à validação de hipóteses constituídas por falhas representadas no modelo. Um mecanismo para a visualização das consequências de uma falha (Figura 14b), em todos os níveis de abstração representados, oferece ao usuário uma maneira de atribuir uma significação ao problema. Parte-se do suposto de que é a partir desta contextualização do problema que uma evolução do sistema é possível.

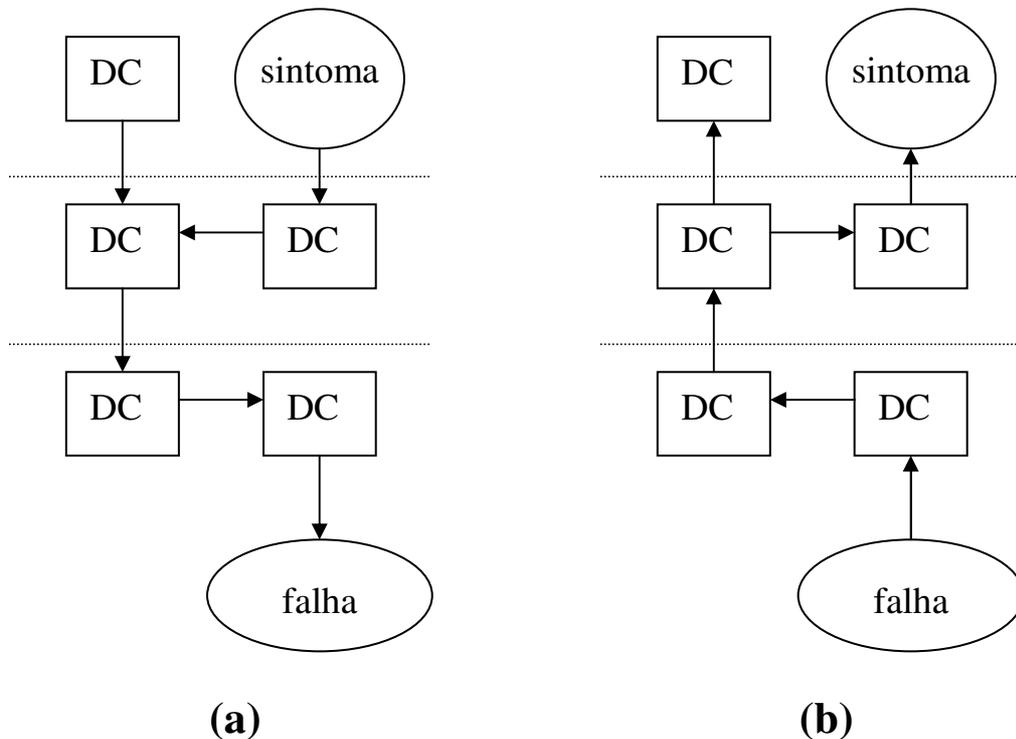


Figura 14. Diagnóstico e simulação.

O ferramental para a representação de conhecimentos oferece também funcionalidades para o estabelecimento de relações de acionamento entre dispositivos que limitam as possibilidades de relações causais entre desvios de comportamento dos sistemas e subsistemas.

Instâncias de modelos de conhecimentos podem ser criadas durante a modelagem didática e serão descritas mais adiante.

Na Figura 15 é apresentado o diagrama de caso de uso com as principais funcionalidades para a modelagem dos conhecimentos, cujo ator principal deve ser um especialista no domínio a ser modelado.

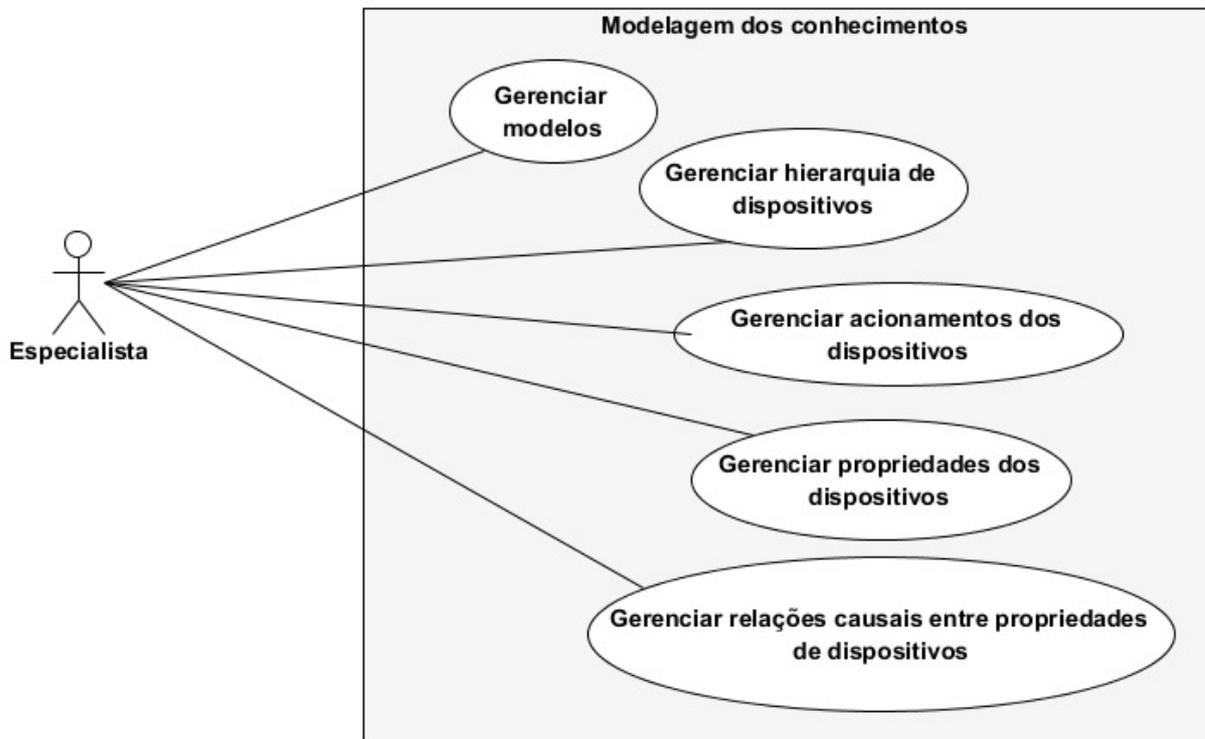


Figura 15. Diagrama de caso de uso da modelagem dos conhecimentos.

### 5.1.2 Modelagem didática

O processo de modelagem didática envolve funcionalidades necessárias para:

- criar situações problemáticas e associá-las em uma rede,
- criar instâncias de um modelo de conhecimentos e associar cada instância a uma situação problemática,
- associar recursos instrucionais a uma instância do modelo de conhecimentos,
- associar recursos instrucionais a uma situação problemática.

Qualquer um dos modelos de conhecimentos incluídos no acervo do sistema pode ser instanciado. Este processo compreende a criação de uma “cópia” do modelo, onde elementos podem ser adicionados ou retirados. Todos os elementos do modelo instanciado mantidos em qualquer uma de suas instâncias permanecem referenciados, tanto em cada instância como no

modelo instanciado. Desta maneira, é possível contextualizar os conhecimentos com as situações problemáticas e, em consequência, associar a cada situação problemática os recursos instrucionais que contém conteúdo de conhecimento formal adequado. Ainda, uma vez que é possível navegar pelos cenários gerados nos modelos de conhecimentos, assim como pelas propriedades neles representadas, os recursos instrucionais podem ser explorados pelo aprendiz em acordo com as circunstâncias em que abordam a solução do problema.

Na Figura 16 é apresentado o diagrama de caso de uso com as principais funcionalidades para a modelagem didática.

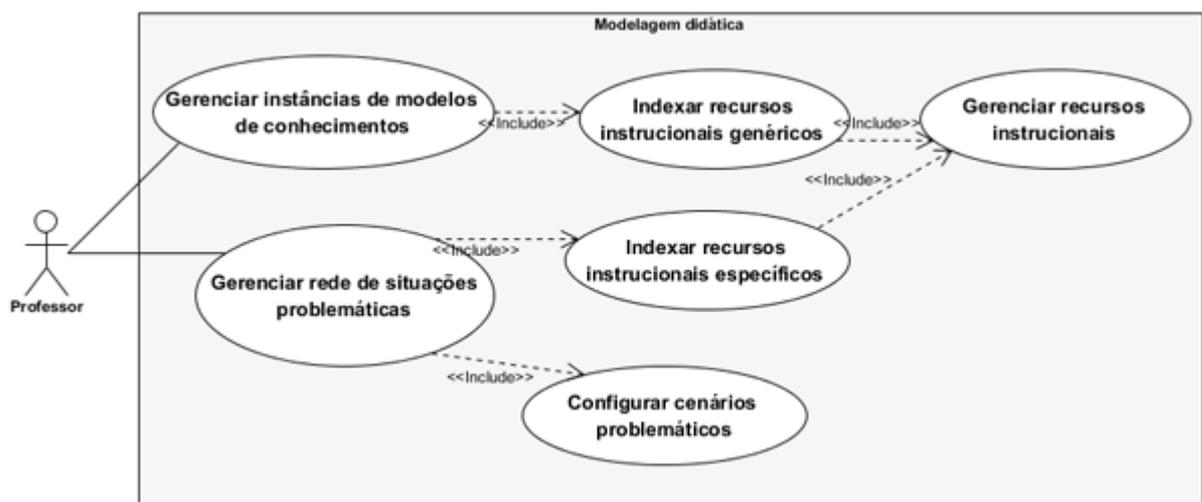


Figura 16. Diagrama de caso de uso da modelagem didática.

### *Criação das situações problemáticas*

As situações problemáticas, para fins de organização, podem ser agrupadas conforme domínios de conteúdo instrucional: por exemplo, situações problemáticas relacionadas a gestão de projetos ficam em um domínio diferente das situações problemáticas relacionadas a teorias das organizações. As situações problemáticas são diferenciadas em duas categorias: *normais* e *periféricas*. As situações problemáticas chamadas “normais” são aquelas que apresentam o relato central do problema (ou de uma parte do problema). As situações problemáticas chamadas “periféricas” apresentam aspectos secundários do problema.

As situações problemáticas “normais” podem ser interligadas a outras situações problemáticas “normais”, permitindo a formação de redes.

Cada situação problemática normal pode ter um conjunto de situações periféricas

associadas a ela. As situações problemáticas “periféricas” só podem ser associadas a uma única situação problemática normal. Elas servem para a elaboração de diferentes perspectivas sobre uma mesma situação ou a segmentação de uma situação sob diferentes aspectos.

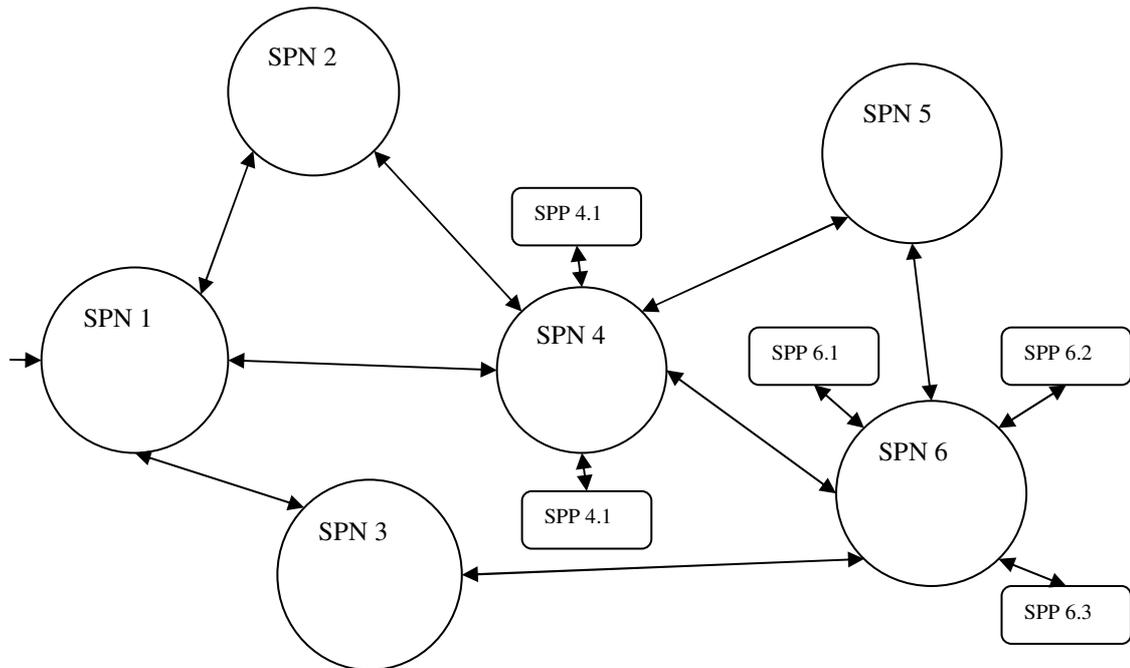


Figura 17. Uma rede de situações problemáticas normais (SPN) e periféricas (SPP).

Cada situação problemática (normal ou periférica) pode ter recursos instrucionais diretamente associados.

As situações problemáticas “iniciais” serão as apresentadas ao aprendiz na primeira interação e são o ponto de partida para a experiência de aprendizagem em cada ambiente.

Cada situação problemática pode se configurar em uma ou mais alterações de estados desejados de sistemas (*desvios de comportamentos de dispositivos*) de uma instância do modelo de conhecimentos. Cada configuração tem identificada uma modalidade de recuperação dos recursos instrucionais, que pode ser *simulação*, *diagnóstico* ou *lista*, para definir o comportamento do mecanismo de recomendação dos recursos instrucionais genéricos. Pela modalidade *simulação*, o mecanismo de recomendação seleciona recursos instrucionais das consequências, Pela modalidade *diagnóstico*, o mecanismo de recomendação seleciona recursos instrucionais das causas e pela modalidade *lista*, o mecanismo de recomendação seleciona apenas os recursos instrucionais indexados pela alteração de estado

desejado.

### *Indexação dos recursos instrucionais*

As funcionalidades para gerenciamento de acervo de recursos instrucionais e indexação de recursos instrucionais apresentadas na arquitetura geral do sistema para a construção de ambientes para aprendizagem (Figura 11) disponibilizam serviços para as funcionalidades de modelagem do conhecimento e modelagem didática.

Os *serviços para gerenciamento de acervo* permitem integrar o sistema com repositórios externos de recursos instrucionais e também administrar recursos instrucionais no próprio sistema. Os recursos instrucionais podem ser da categoria *genérica* ou *específica*. Os recursos instrucionais genéricos estarão relacionados aos conhecimentos da disciplina (modelos de conhecimentos) e os recursos instrucionais específicos fazem referência a informações sobre as situações problemáticas, ou seja, que explicitam aspectos sobre cada caso ou problema (ver Figura 18).

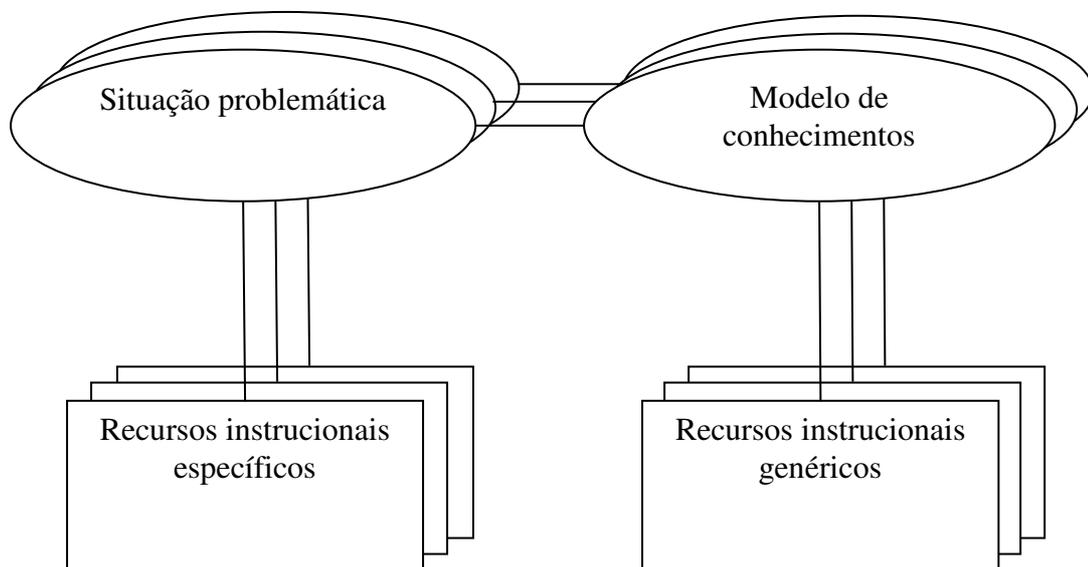


Figura 18. Relação dos recursos instrucionais com os modelos.

Os *serviços para indexação dos recursos instrucionais* permitem a indexação de recursos instrucionais genéricos por propriedades de dispositivos dos modelos de conhecimentos e suas instâncias. Uma vez que a cada situação problemática está associada uma instância do modelo de conhecimentos, os recursos instrucionais genéricos são

relacionados a cada situação problemática através da sua instância. (ver Figura 18). Permitem também a indexação de recursos instrucionais específicos por situações problemáticas. Ao indexar um recurso instrucional, o professor pode fazer anotações ou comentários. Estes textos são utilizados durante a disponibilização dos recursos instrucionais na *interface de exploração dos ambientes para aprendizagem*.

Na próxima seção serão apresentadas as funcionalidades da *interface de exploração dos ambientes para aprendizagem*.

## 5.2 Exploração dos ambientes para aprendizagem

Primeiramente, a *interface de exploração dos ambientes para aprendizagem*, deve apresentar as situações problemáticas iniciais. A partir daí, será possível navegar na rede de situações problemáticas adjascentes e periféricas. Em cada situação problemática um enunciado será apresentado, seguido dos recursos instrucionais específicos indexados pela situação problemática.

Junto às informações de apresentação da situação problemática corrente, devem ser apresentados os recursos instrucionais recomendados. A recomendação se dará a partir da situação problemática corrente e da instância do modelo de conhecimentos associada. Os recursos instrucionais recomendados são acessados utilizando os mecanismos de exploração dos modelos de conhecimentos.

Como a *contextualização dos recursos instrucionais deve se dar de maneira não intrusiva*, os recursos instrucionais serão disponibilizados sem nenhum alerta ou diálogo com o aprendiz. Nenhuma instrução ou indução será utilizada, de forma que o aprendiz se sinta livre em relação a maneira de consultar os recursos instrucionais.

O diagrama de casos de uso da interface de exploração dos ambientes para aprendizagem é apresentado na Figura 19.

A estrutura entre os elementos que compoem a interface de exploração dos ambientes para aprendizagem é apresentada na Figura 20.

A seguir são apresentados aspectos que envolveram o desenvolvimento do sistema proposto, incluindo um maior detalhamento da arquitetura do sistema, a abordagem utilizada no desenvolvimento e uma descrição do sistema desenvolvido, bem como da interface de exploração dos ambientes para aprendizagem.

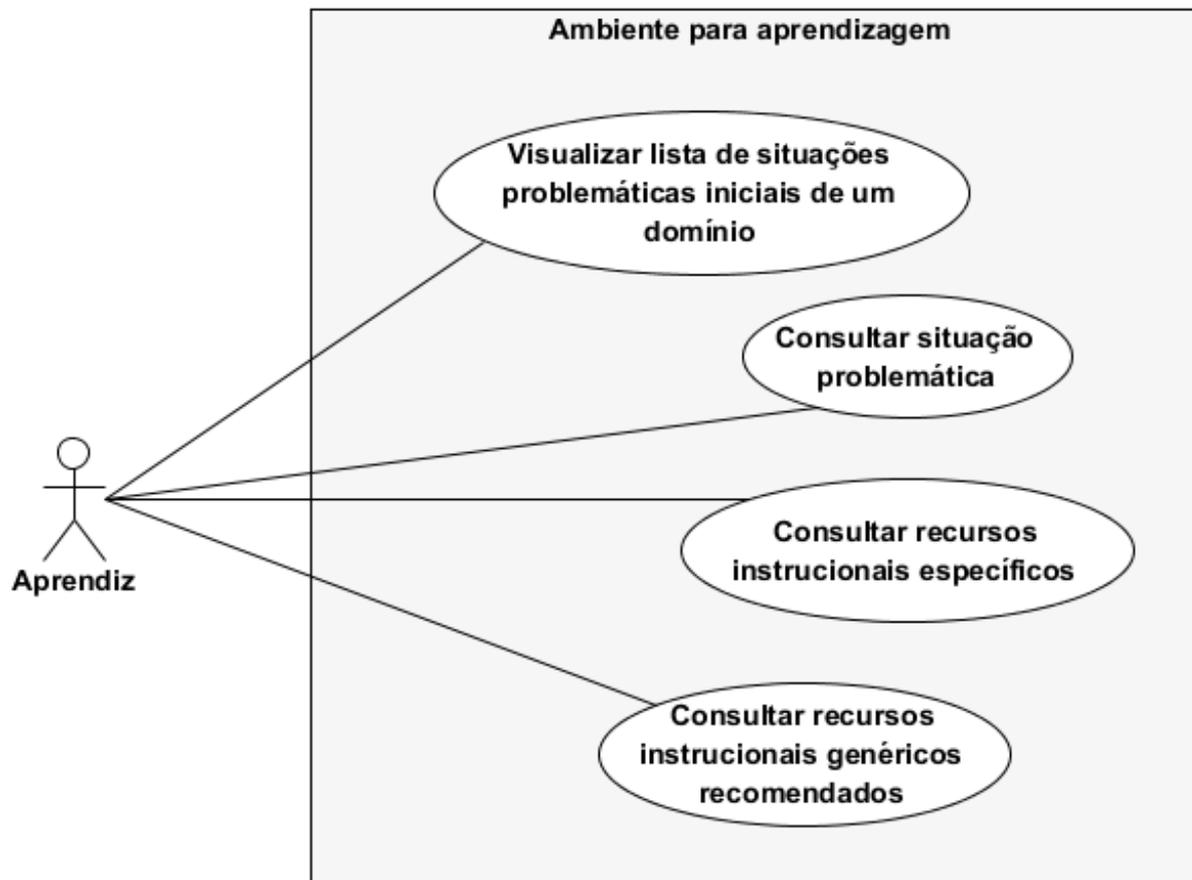


Figura 19. Diagrama de caso de uso do ambiente para aprendizagem.

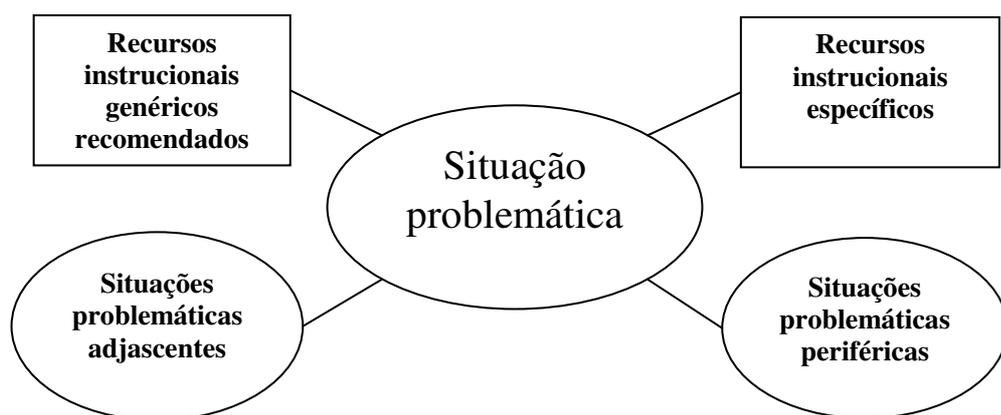


Figura 20. Elementos que compõem a interface de exploração dos ambientes para aprendizagem.

## **6 O DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA PARA CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES PARA APRENDIZAGEM**

Primeiramente são apresentadas as principais normas, modelos de referência e especificações técnicas relacionadas à tecnologia de aprendizagem utilizados como referência para o desenvolvimento do sistema proposto. As especificações LTSA (Learning Technology Systems Architecture - IEEE P1484.1) (IEEE, 2003) e *IMS Abstract Framework* (IAF) (IMS, 2003) foram produzidas pela comunidade internacional, preocupada com questões práticas quanto ao desenvolvimento computacional dos sistemas para aprendizagem. Em seguida, é apresentada a arquitetura do sistema e a abordagem utilizada para a programação dos componentes. Depois, é apresentado o sistema para construção de ambientes para aprendizagem desenvolvido e a interface para exploração dos ambientes para aprendizagem.

### **6.1 A LTSA**

A norma LTSA especifica um modelo de referência para arquiteturas de sistemas instrucionais. A LTSA foi desenvolvida no “IEEE 1484.1 Grupo de Trabalho de Arquitetura e Modelo de Referência” do Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem do IEEE (IEEE, 2003). A norma foi definida para ser pedagogicamente e culturalmente neutra, e independente de conteúdo de aprendizagem e de plataforma computacional. Procura definir um *framework* para a compreensão dos sistemas existentes e dos sistemas futuros; busca identificar as interfaces mais críticas do sistema para, através disso, promover interoperabilidade e portabilidade.

No documento do IEEE, cinco camadas são especificadas (Figura 21), mas apenas a camada 3 (LTSA System Components) é normativa. Cada camada descreve um sistema em um diferente nível. As camadas são definidas do nível mais alto para o mais baixo da seguinte maneira:

1. *Interações do aluno e do ambiente.* Preocupa-se com as aquisições do aluno, transferência, troca, formulação, descoberta, etc. de conhecimento e/ou informação, através de interações com o ambiente.
2. *Características de design relacionadas ao aluno.* Preocupa-se com os efeitos no projeto do sistema de aprendizagem a partir da consideração do tipo de aluno, de suas necessidades e preferências. O design das camadas inferiores da arquitetura é afetado pelas necessidades dos estudantes e, em particular, pela natureza do aprendizado humano (em contraste com a máquina).
3. *Componentes do sistema* (Learning Technology Systems Architecture – LTSA propriamente dita). Apresenta um modelo de referência para os componentes de um sistema de aprendizagem, e constitui a norma IEEE P1484.1 propriamente dita.
4. *Desenvolvimento de perspectivas e prioridades do sistema.* Refere-se a perspectiva, visão ou subconjunto relevante para um dado sistema de aprendizagem.
5. *Componentes Operacionais e Interoperabilidade – especificações, API's, protocolos.* Identifica, através de diversas notações genericamente descritas como especificações, APIs e protocolos, os componentes e suas interações no sistema.

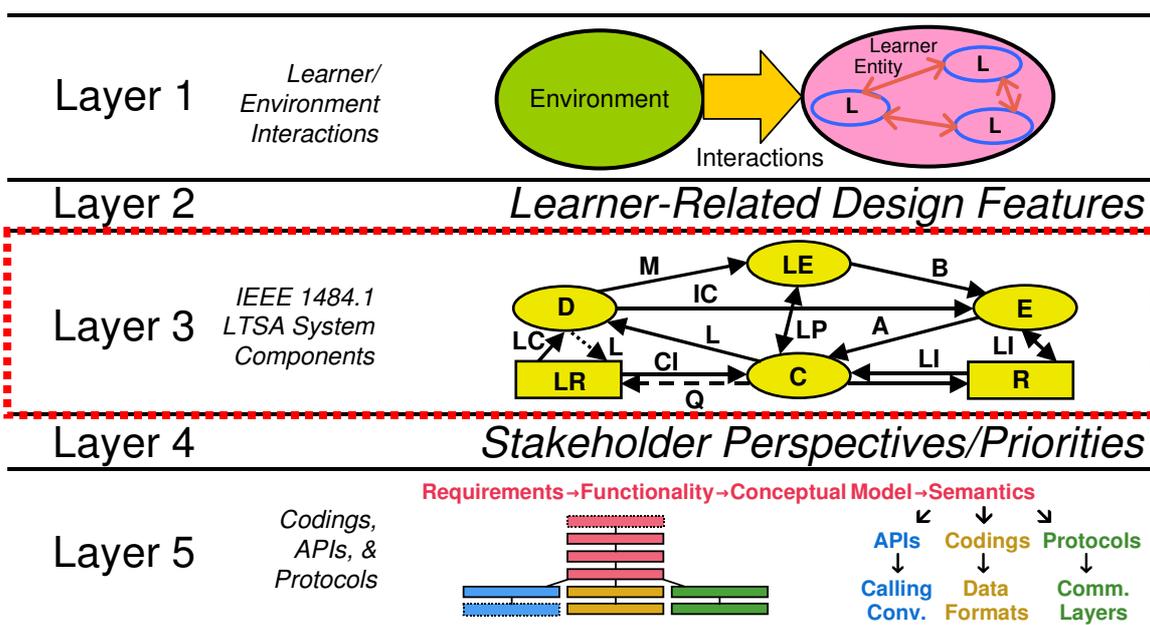


Figura 21. Camadas de abstração da LTSA. (IEEE, 2003)

Estas cinco camadas identificam prioridades de design. Parte-se do princípio que características humanas no sistema (camada 2) têm um efeito mais amplo no design do sistema do que, por exemplo, um formato multimídia específico (camada 5).

Por outro lado, as cinco camadas representam cinco escopos independentes. Por exemplo, é possível especificar um processo no nível de abstração da camada 3 (LTSA System Components) independentemente de sua implementação (especificações, API's e protocolos de uma implementação real - camada 5). Em outras palavras, mesmo que a camada 3 (Figura 22) contenha componentes como, por exemplo, *evaluation* e *coach*, estes componentes são puramente conceituais, não havendo nenhuma exigência de se encontrar no código fonte do sistema estes elementos de forma identificável e/ou separável.

*Detalhamento da camada 3 – Componentes do sistema*

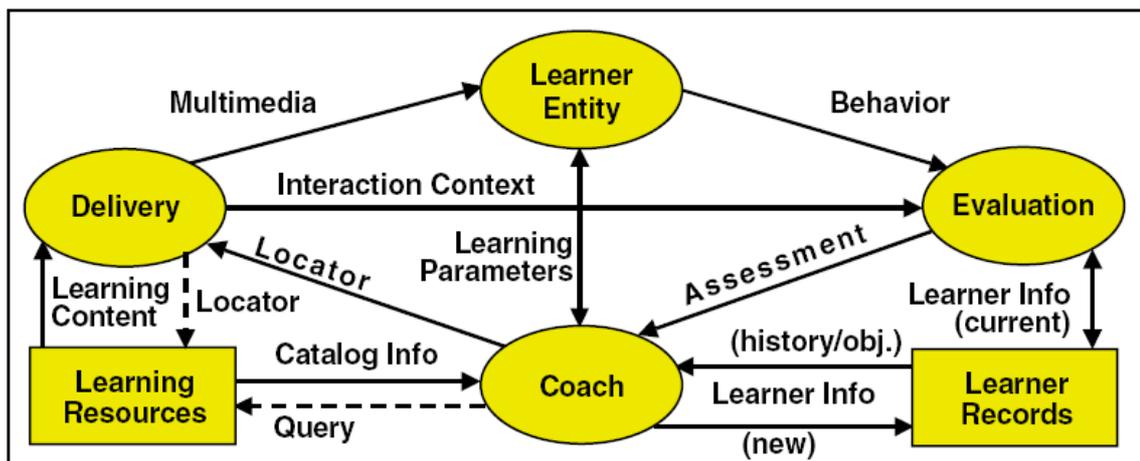


Figura 22. LTSA System Components (camada 3). (IEEE, 2003)

Conforme a norma IEEE P1484.1, um sistema de aprendizagem é composto por quatro processos básicos computacionais, dois serviços de armazenamento de dados, e treze fluxos de informação.

Os quatro processos computacionais compreendem:

- um processo onde todas as interações do aprendiz com o sistema são consideradas (processo Learner Entity);
- um processo onde todos os comportamentos do aprendiz considerados em um sistema são avaliados (processo Evaluation);

- um processo onde todas as atividades atribuídas usualmente ao professor são desempenhadas (processo Coach);
- um processo que, em função da demanda pedagógica, reúne e entrega o material de aprendizagem (processo Delivery).

Para a realização destes quatro processos, dois armazenamentos de dados são previstos:

- uma base para armazenamento dos registros do aluno (armazenamento Learner Records);
- uma base para o armazenamento do material instrucional (armazenamento Learning Resources).

Neste contexto, um conjunto de fenômenos, relacionados ao processo de aprendizado, são descritos e representados através de fluxos de dados. Informações sobre o resultado das atividades e ações do aprendiz (Behavior) são encaminhadas pelo processo Learner Entity ao processo Evaluation. Desta maneira, o comportamento do aprendiz pode ser avaliado pelo processo Evaluation (que fará medições e armazenará os resultados no histórico do aprendiz – armazenamento Learner Records).

O processo Evaluation encaminha as informações sobre o “estado corrente do aprendiz” (Assessment) para ser apreciado pelo processo Coach a partir, tanto das informações armazenadas no Learner Records (informações relacionadas ao aprendiz: atividades, graus, registros, objetivos, desempenho, preferências, avaliações, tarefas pendentes, interesses, etc), como em função de um conjunto de parâmetros (fluxo Learning Parameters) que caracterizam o aprendiz em termos de suas limitações e potencialidades (adaptação cultural, requisitos de acessibilidade, limitações físicas tais como problemas visuais, surdez ou limitações cognitivas).

É possível, então, ao processo Coach, pesquisar junto ao armazenamento Learning Resources, dentre os materiais instrucionais disponíveis (apresentações, tutoriais, ferramentas, modelos, experimentos e outros materiais instrucionais), aqueles que se ajustam à situação em que se encontra o processo instrucional do aprendiz, e que proporcionarão as experiências de aprendizagem mais adequadas. As referências para os materiais selecionados pelo processo Coach são encaminhadas ao processo Delivery para que, neste, o material, assim como seus atributos instrucionais, sejam recuperados junto ao armazenamento Learning Resources. Uma

vez em mãos, os atributos instrucionais que definem o contexto da interação do aprendiz com o sistema (fluxo Interaction Context) são encaminhados ao processo Evaluation, e os materiais instrucionais são disponibilizados ao processo Learner Entity, reiniciando um ciclo de interação do aprendiz com o sistema.

Na próxima seção abordaremos as recomendações do IMS Global Learning Consortium para arquiteturas de sistemas instrucionais distribuídos.

## 6.2 O IMS Abstract Framework (IAF)

O IMS Abstract Framework (IAF) (IMS,2003) da IMS (Intelligent Manufacturing Systems) foi produzido com o intuito de ser referência para o desenvolvimento de sistemas instrucionais. A IMS é uma organização internacional dedicada ao desenvolvimento de tecnologias e padrões de construção das novas gerações de sistemas computacionais. O IMS Global Learning Consortium é um consórcio que desenvolve e promove a adoção de especificações técnicas abertas para tecnologias de aprendizagem. O IAF foi produzido com o intuito de ser referência para o desenvolvimento de sistemas instrucionais distribuídos e adota a UML (Unified Modelling Language) como *framework* de representação. A UML é o resultado da unificação de diversas abordagens em especificação de sistemas OO (*Object Oriented*) para estabelecer uma linguagem padrão de modelagem de sistemas concorrentes e distribuídos. Essa unificação se deu através da compilação das "melhores práticas de engenharia" que provaram ter sucesso em projetos de sistemas grandes e complexos. Segundo Siau et. al. (2005), a UML é a linguagem de modelagem apropriada para projeto de sistemas orientados a objeto.

Os princípios básicos do IMS Abstract Framework são:

**Interoperabilidade.** As especificações procuram simplificar o intercâmbio de informações entre sistemas.

**Orientado a serviço.** O intercâmbio entre os sistemas deve ser definido em termos de fornecimento de serviços.

**Baseado em componentes.** O conjunto de serviços será fornecido como um “mar de componentes” que pode ser misturado ou combinado para formar um serviço particular. Um único componente pode prover um serviço ou um subconjunto de um serviço, mas nunca mais de um serviço.

**Camadas:** O conjunto total de serviços necessários para fazer um sistema instrucional distribuído será modelado como um conjunto de camadas, onde cada camada provê um conjunto claramente definido de serviços. Uma camada particular fará uso dos serviços da camada abaixo e proverá serviços para a camada acima.

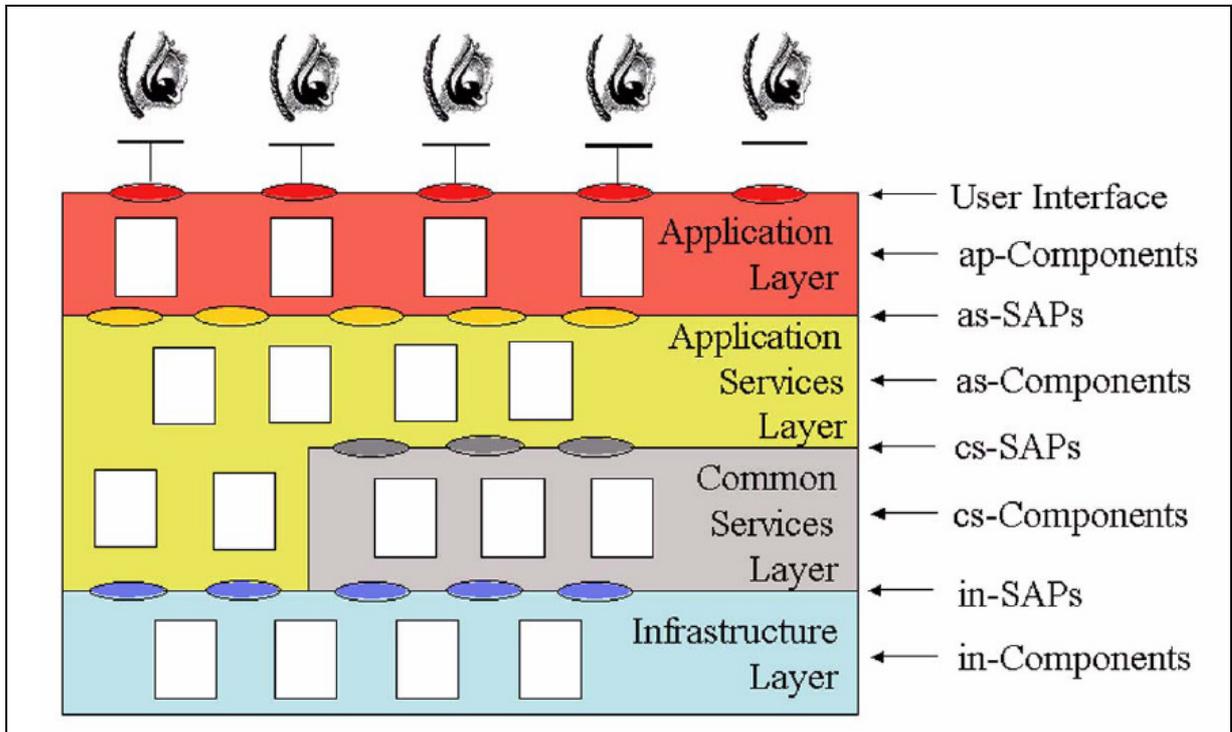


Figura 23. O modelo em camadas. (IMS, 2003)

Na Figura 23 podemos identificar as seguintes camadas:

- **Application layer.** Ferramentas, sistemas, agentes, etc, que gerenciam a interface com o usuário.
- **Application Services Layer.** Conjunto de serviços que fornecem as funcionalidades para as aplicações.
- **Common Services Layer.** Conjunto de serviços que são disponibilizados para os serviços de aplicação;
- **Infrastrucuture Layer.** Serviços básicos que permitem o intercâmbio de estruturas de dados em termos de comunicação física, mensagens e necessidades correspondentes de transações.

Um dos princípios de design para o IAF é a adoção da abstração do serviço, visando descrever as funcionalidades apropriadas para os sistemas instrucionais. Cada

serviço possui um SAP (Service Access Point) e somente pode ser acessado através deste SAP. O SAP é definido em termos de seus objetos constituintes e comportamentos. Cada objeto, em geral, vai ter mais de um operador. Esses operadores descrevem como o estado dos atributos pode ser alterado e o conjunto de comportamentos possíveis para cada classe. Estas definições comportamentais garantem que qualquer instância da classe forneça o mesmo comportamento previsto para o mesmo evento gatilho. As classes e seus comportamentos são definidos em uma maneira que independe do seu desenvolvimento em linguagem computacional. Esta abordagem exige que todo serviço seja definido usando esta forma de abstração, uma vez que, em muitos casos, os serviços interagem com outros. Esta interação é refletida por um serviço invocando o SAP de outro serviço.

### 6.3 Arquitetura e desenvolvimento do sistema

Em relação à norma LTSA, esta pesquisa está concentrada em questões que envolvem os processos *Coach*, *Delivery* e *Learner Entity* e o armazenamento de dados *Learning Resources* (ver Figura 22).

A UML (Unified Modelling Language) foi adotada como *framework* de representação durante o desenvolvimento do sistema, seguindo o padrão utilizado pela IMS. Foram observados os princípios de utilização de componentes, camadas e serviços do IAF. Estes princípios foram fundamentais para nortear a abordagem utilizada para a programação do sistema proposto.

Os componentes do sistema foram organizados em camadas de serviços. Na camada de infraestrutura ficaram os armazenamentos de modelos de conhecimentos, situações problemáticas e recursos instrucionais. Na camada de serviços comuns ficaram os serviços de indexação dos recursos instrucionais e de gerenciamento do acervo de recursos instrucionais. Na camada de serviços de aplicação ficaram as funcionalidades de modelagem dos conhecimentos, de modelagem didática, de exploração dos modelos e de recomendação de recursos instrucionais. Na camada de aplicação ficaram a ferramenta para construção dos ambientes para aprendizagem e a interface para exploração dos ambientes. A arquitetura de camadas dos componentes do sistema proposto é apresentada na Figura 24.

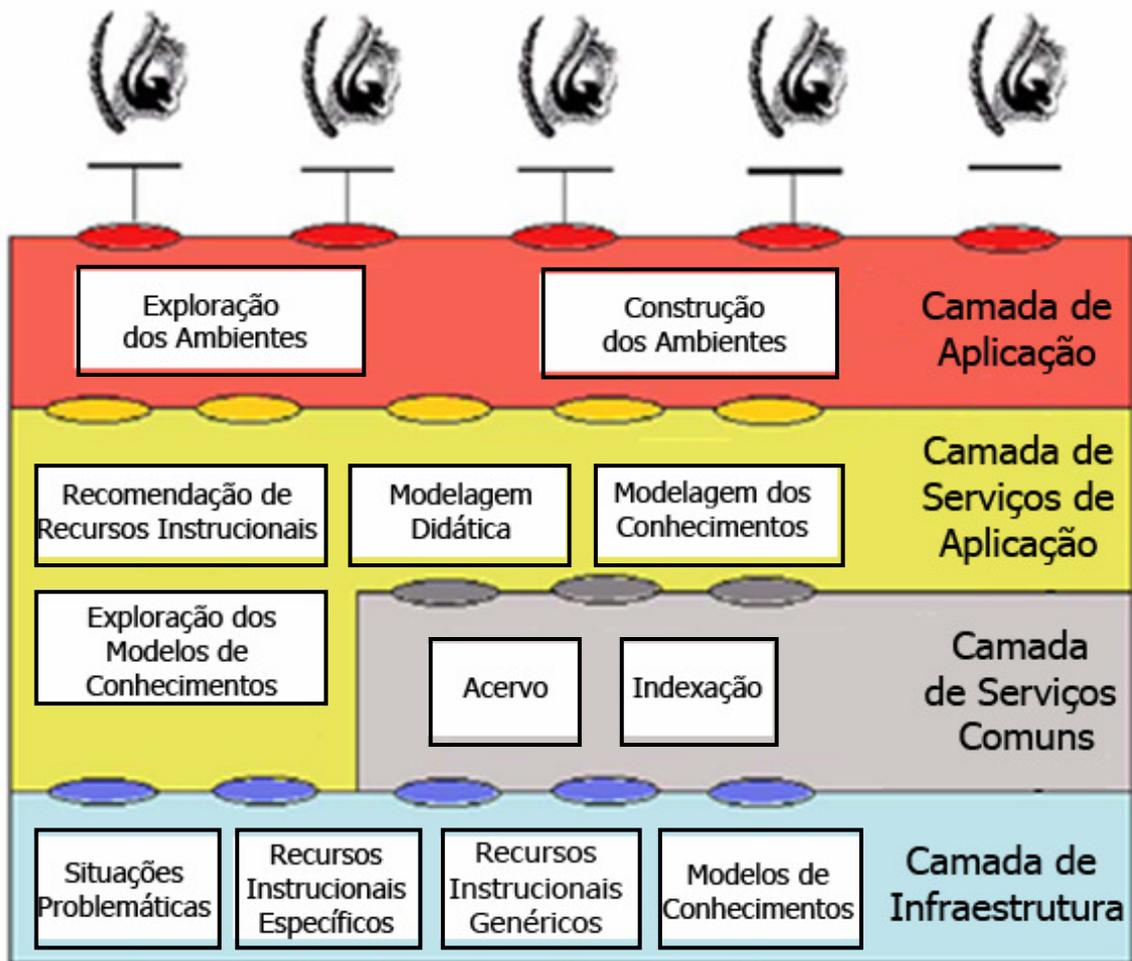


Figura 24. O modelo em camadas do sistema proposto.

Os principais objetos, e que correspondem às informações que serão armazenadas no banco de dados do sistema, podem ser observados no Diagrama de Classes do sistema (Figura 25). Três grupos de classes podem ser identificados no Diagrama de Classes: um grupo de classes referentes aos modelos de conhecimentos (em azul, na esquerda), um grupo de classes para o gerenciamento do acervo e a indexação dos recursos instrucionais (em cinza, abaixo) e um grupo de classes referentes às instâncias, situações problemáticas e suas configurações (em verde, na direita).

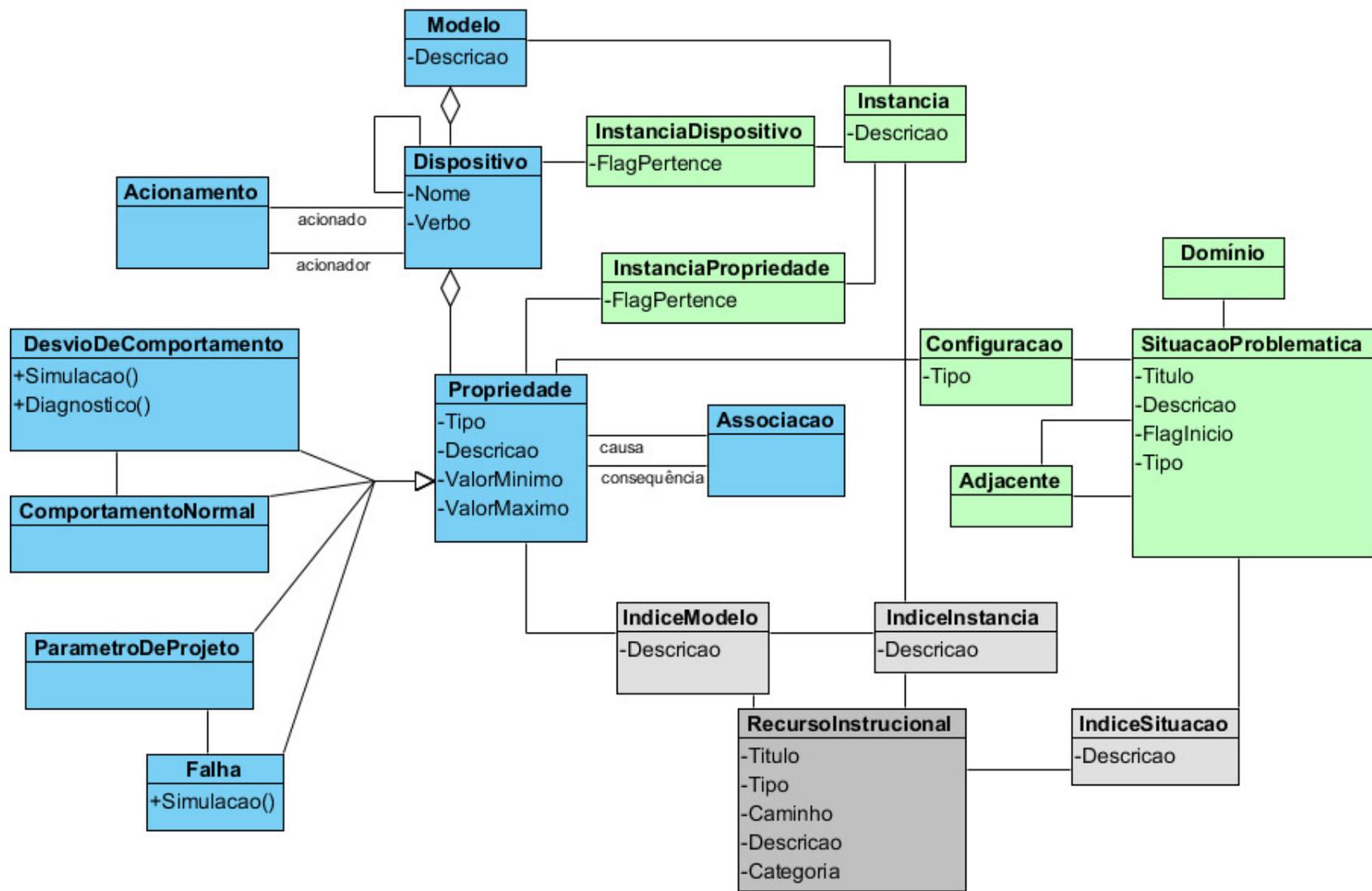


Figura 25. Diagrama de classes do sistema para construção de ambientes para aprendizagem.

A plataforma escolhida para a execução do sistema foi a Internet. Foi necessária a adoção de uma linguagem de programação, uma ferramenta de desenvolvimento e um sistema gerenciador de banco de dados. Optou-se por uma plataforma de programação baseada na linguagem Java. Java Server Pages (JSP) e Javascript foram utilizados na camada de interface com o usuário. O Eclipse (Figura 26) foi a ferramenta de desenvolvimento utilizada e o banco de dados adotado, o PostgreSQL. Todas as ferramentas, softwares e componentes utilizados para o desenvolvimento do sistema estavam disponíveis na Internet, isentos de licença.

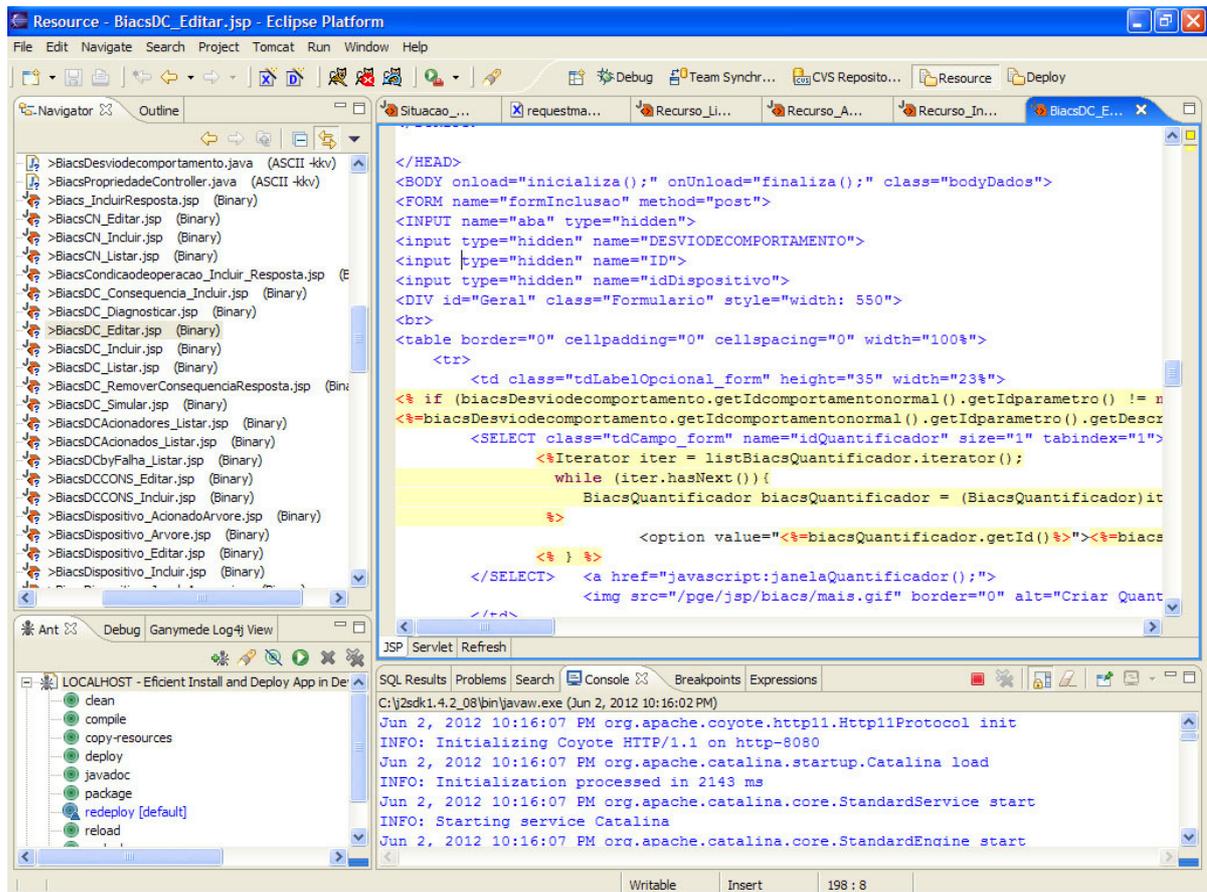


Figura 26. Eclipse: ferramenta para programação do sistema.

Durante a programação do sistema, primeiramente foram criadas as estruturas de dados para o armazenamento dos modelos de conhecimentos e desenvolvidos os mecanismos de criação e exploração desses modelos. Os mecanismos de exploração dos modelos são os algoritmos de *diagnóstico* e *simulação*. O *diagnóstico* percorre a rede causal no sentido das causas. A *simulação* percorre a rede causal no sentido das consequências. Uma descrição do algoritmo de *diagnóstico* encontra-se no Anexo II deste trabalho.

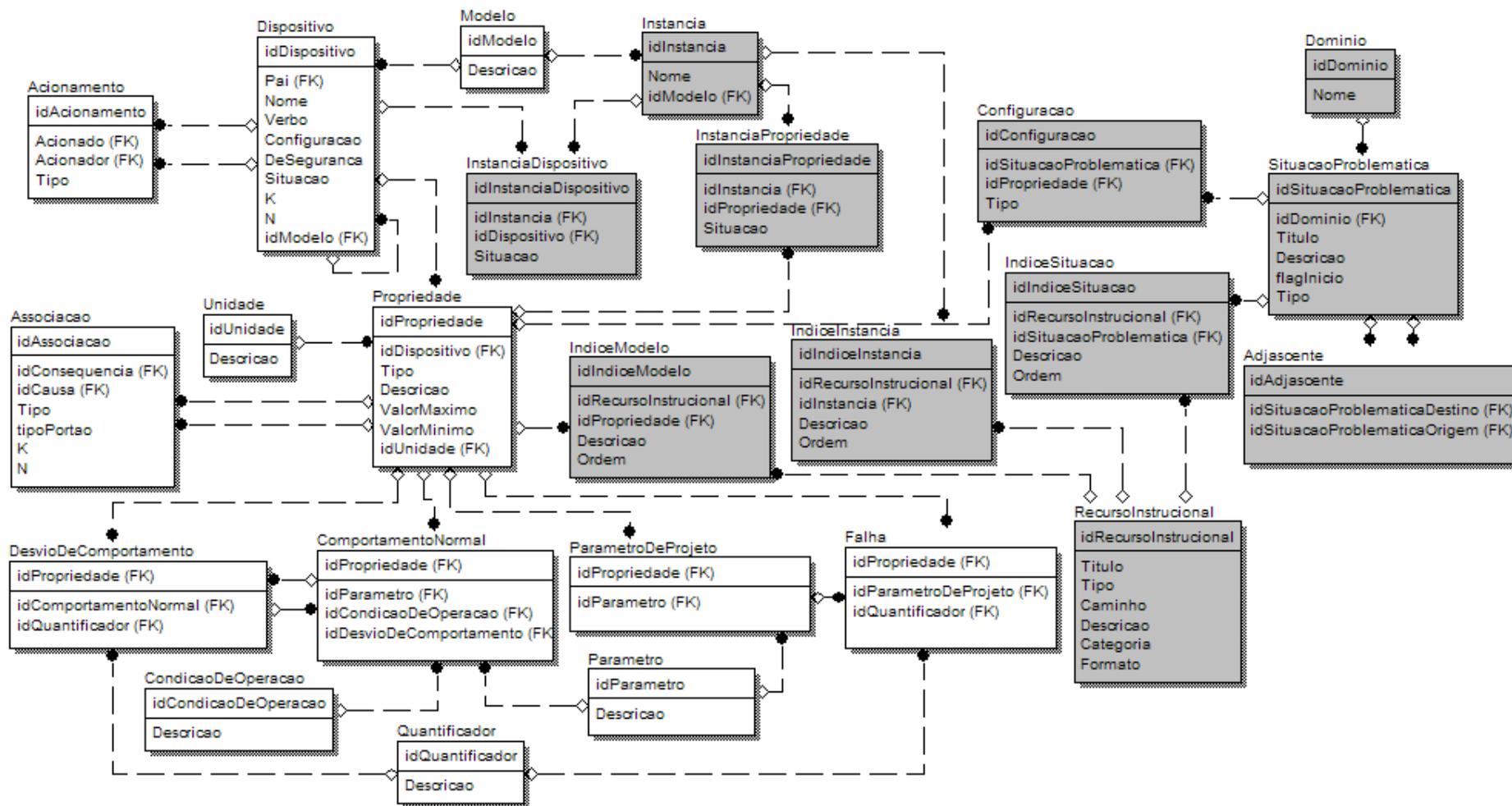


Figura 27. Tabelas do sistema para construção de ambientes para aprendizagem.

Em seguida, foram criadas as estruturas de armazenamento da indexação dos recursos instrucionais e os componentes para registro e recuperação dos recursos instrucionais.

Após, foram criadas as estruturas de armazenamento das instâncias e das situações problemáticas e foi desenvolvida a ferramenta para a modelagem didática.

Por fim, foi desenvolvida a interface para exploração dos ambientes para aprendizagem e os mecanismos para a recomendação contextualizada dos recursos instrucionais genéricos.

Conforme o avançar das etapas, diversos componentes foram sendo reutilizados como, por exemplo, os componentes relacionados aos recursos instrucionais e seus índices. Isto evidenciou as vantagens de se ter observado as normas e especificações do campo do desenvolvimento de sistemas instrucionais.

Na Figura 27 é apresentado um diagrama completo das tabelas do banco de dados do sistema proposto. No Anexo III, é possível encontrar o dicionário de dados com informações sobre os campos das tabelas do banco de dados do sistema.

## **6.4 O sistema para construção de ambientes para aprendizagem**

O sistema para construção de ambientes para aprendizagem desenvolvido se constitui em dois módulos: uma ferramenta para modelagem dos conhecimentos e uma ferramenta para a modelagem didática.

### **6.4.1 Ferramenta para modelagem dos conhecimentos**

A ferramenta para modelagem dos conhecimentos permite a criação de modelos, sem limites de quantidade ou tamanho. O caso de uso “gerenciar modelos” se desdobrou em funcionalidades para criação, alteração e exclusão de modelos.

Quando um modelo é selecionado, a ferramenta permite a criação de uma hierarquia de dispositivos, que representam elementos do domínio de conhecimentos em uma abordagem sistêmica. O caso de uso “gerenciar hierarquia de dispositivos” se desdobrou em funcionalidades para criação, alteração e exclusão de dispositivos.

Na Figura 28 é apresentada a interface de inclusão de um novo dispositivo a um

modelo.

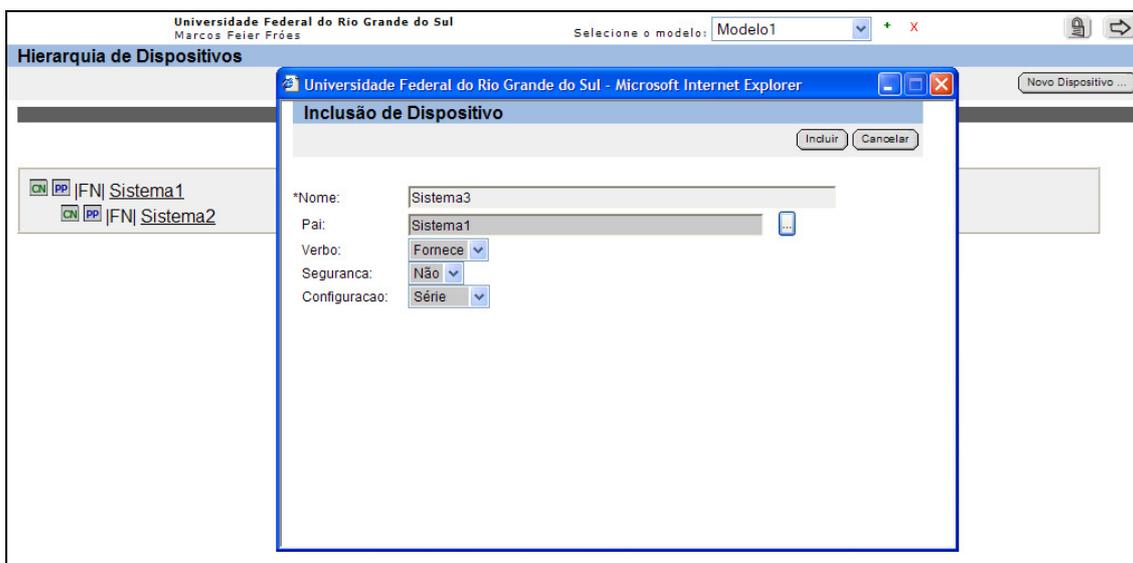


Figura 28. Interface de inclusão de um novo dispositivo em um modelo.

Cada dispositivo possui propriedades que podem ser: comportamentos normais, parâmetros de projeto, desvios de comportamento e falhas. Um desvio de comportamento se refere a um comportamento normal e uma falha se refere a um parâmetro de projeto. O caso de uso “gerenciar propriedades dos dispositivos” se desdobrou em funcionalidades para criação, alteração e exclusão de comportamentos normais, parâmetros de projeto, desvios de comportamento e falhas de um dispositivo.

A Figura 29 apresenta a interface de inclusão de um comportamento normal de um dispositivo. A Figura 30 apresenta os desvios de comportamento de um comportamento normal de um dispositivo.

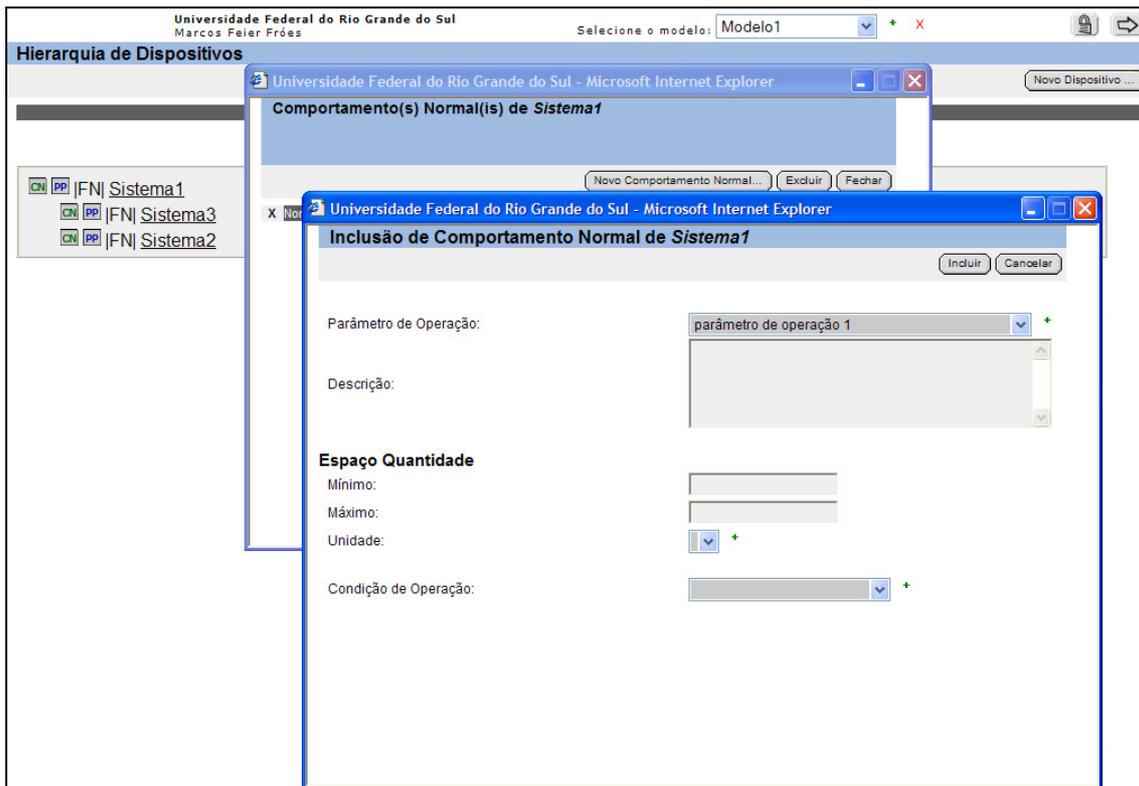


Figura 29. Interface de inclusão de um comportamento normal de um dispositivo.

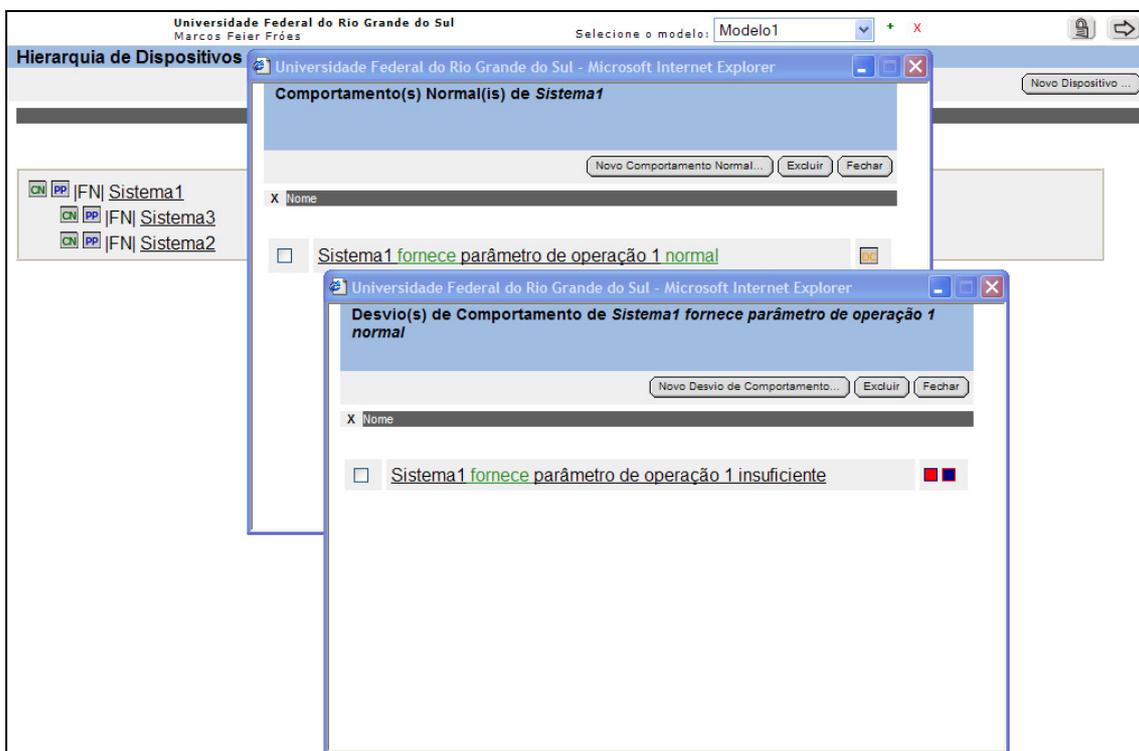


Figura 30. Desvios de comportamento de um comportamento normal de um dispositivo.

Entre dispositivos de um modelo, a ferramenta permite a criação de relações de acionamento que significam que falhas ou desvios de comportamento do dispositivo acionador são potenciais causas de desvios de comportamento do dispositivo acionado. O caso de uso “gerenciar acionamentos dos dispositivos” se desdobrou em funcionalidades para criação, alteração e exclusão de relações de acionamento entre dispositivos de um modelo. A Figura 31 apresenta uma relação de acionamento entre o “Sistema3” e o “Sistema1” no sistema desenvolvido.



Figura 31. Acionamento entre dispositivos.

Entre falhas e desvios de comportamento de dispositivos de um modelo, a ferramenta permite a criação de relações causais. Uma falha pode ser uma causa de um desvio de comportamento. Um desvio de comportamento pode ser uma causa de outro desvio de comportamento. Estas relações causais são restritas aos dispositivos com relações de acionamento. O caso de uso “gerenciar relações causais entre propriedades de dispositivos” se desdobrou em funcionalidades para criação, alteração e exclusão de relações de causa-consequência entre falhas e desvios de comportamento de dispositivos de um modelo. A Figura 32 apresenta uma relação causal entre dois desvios de comportamento no sistema desenvolvido.

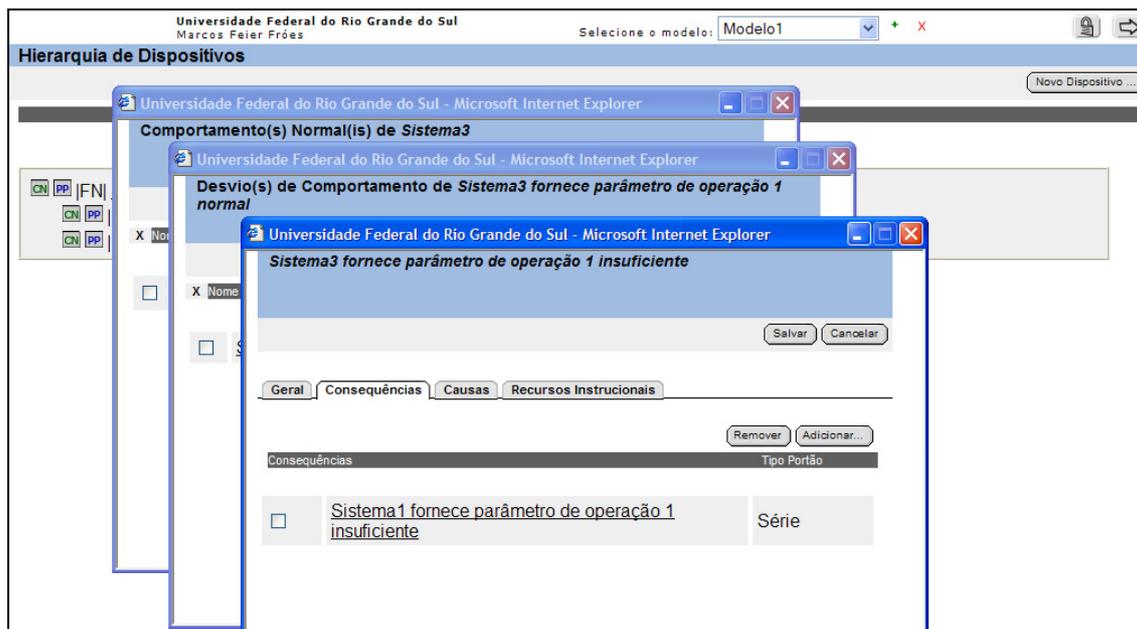


Figura 32. Relações causais entre desvios de comportamentos e falhas.

#### 6.4.2 Ferramenta para modelagem didática

Com base em um modelo de conhecimentos, a ferramenta para modelagem didática permite a criação de instâncias. As instâncias são configurações do conhecimento que estão em jogo na modelagem didática. O caso de uso “gerenciar instâncias de modelos de conhecimentos” se desdobrou em funcionalidades para criação, alteração e exclusão de instâncias de um modelo. A partir de uma instância, a ferramenta para modelagem didática permite gerenciar a indexação de recursos instrucionais genéricos a partir de desvios de comportamento e de falhas modelados na instância. Os recursos instrucionais já indexados no modelo instanciado são sugeridos ao professor, que pode selecionar os recursos que entender pertinentes. Se julgar necessário, o professor pode adicionar novos recursos instrucionais específicos à instância. O caso de uso “indexar recursos instrucionais genéricos” se desdobrou em funcionalidades para a criação, alteração e exclusão de índices para recursos instrucionais em desvios de comportamento ou falhas de dispositivos de uma instância. O caso de uso “gerenciar recursos instrucionais” se desdobrou em funcionalidades para criação, alteração e exclusão de recursos instrucionais. A Figura 33 apresenta a interface de inclusão de um novo recurso instrucional durante o processo de indexação de recursos genéricos no sistema desenvolvido.

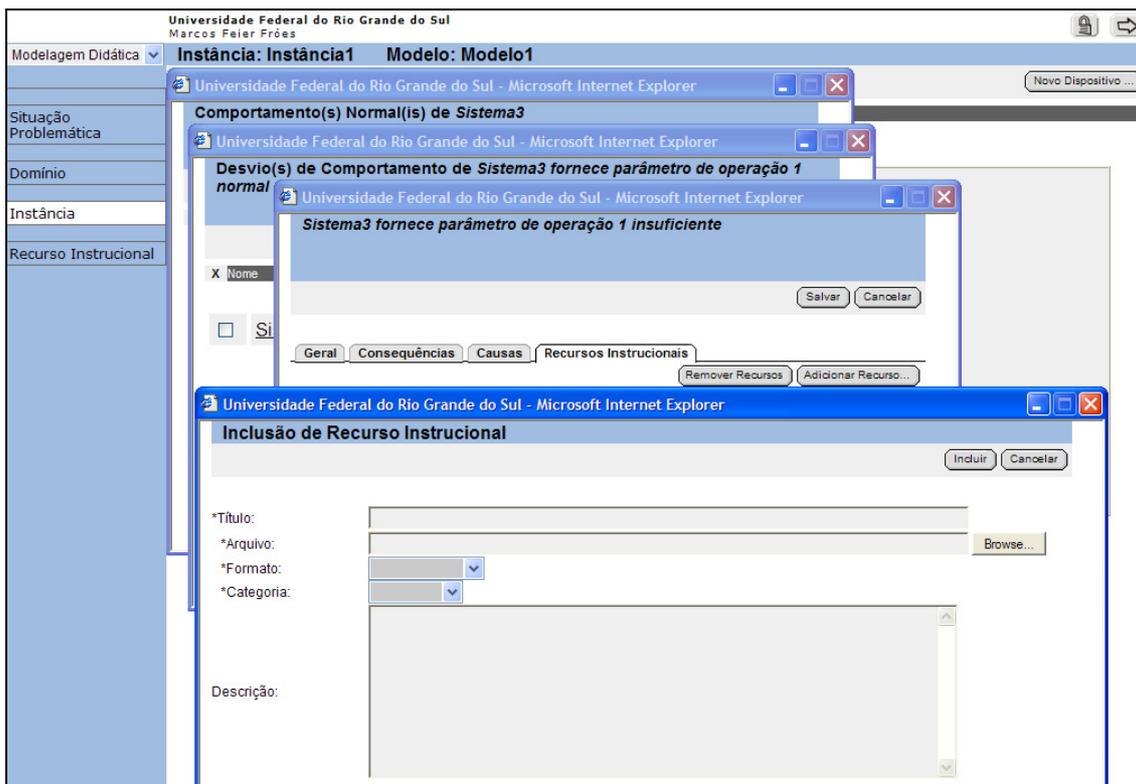


Figura 33. Indexação de recursos instrucionais genéricos.

No sistema proposto, os recursos instrucionais podem ser de três tipos: *link*, *arquivo* ou *texto*. O tipo *link* faz referência a um endereço de Internet comum, ou seja, pode ser um recurso instrucional hospedado remotamente, acessível pelos protocolos de endereçamento da Internet. O tipo *arquivo* permite o upload de um arquivo para ser armazenado no sistema, que pode ser um documento, uma planilha, um vídeo, uma apresentação, enfim, qualquer arquivo digital que venha a ser utilizado como recurso instrucional nos ambientes para aprendizagem. O tipo *texto* permite a livre digitação do conteúdo, o que pode ser útil para a modelagem didática, na medida em que permite ao professor, de uma forma simples, tecer comentários, salientar aspectos, simular diálogos para encadear as situações problemáticas, sem a necessidade de envolver as complexidades relacionadas a arquivos e/ou formatos.

O processo de modelagem didática prevê a criação de redes de situações problemáticas que permitem representar casos autênticos. Uma situação problemática é definida a partir de um script que descreve parte de um caso realístico. Pode ser apresentada ao aprendiz como um texto, um filme, ou em outro meio qualquer apropriado. A cada um destes scripts estará associado um conjunto de recursos instrucionais (imagens, esquemas, textos, documentos técnicos, tabelas, etc) que serão

disponibilizados ao aprendiz enquanto estiver trabalhando na respectiva situação problemática. O caso de uso “gerenciar rede de situações problemáticas” se desdobrou em funcionalidades para criação, alteração e exclusão de situações problemáticas e de relações de adjacência. A Figura 34 apresenta a interface de inclusão de uma nova situação problemática no sistema desenvolvido.

Figura 34. Interface de inclusão de uma nova situação problemática.

Para cada situação problemática, a ferramenta de modelagem didática permite indexar recursos instrucionais específicos e configurar o cenário problemático a partir de uma instância do modelo de conhecimentos.

O caso de uso “indexar recursos instrucionais específicos” se desdobrou em funcionalidades para criação, alteração e exclusão de índices entre situações problemáticas e recursos instrucionais. A Figura 35 apresenta a interface de inclusão de um novo recurso instrucional específico do tipo *texto*.

O caso de uso “configurar os cenários problemáticos” se desdobrou em funcionalidades para criação, alteração e exclusão de relações de configuração entre situações problemáticas e desvio de comportamento ou falhas de dispositivos de uma instância de um modelo de conhecimentos. A Figura 36 apresenta a interface de configuração de uma situação problemática a partir de uma instância do modelo de conhecimentos.

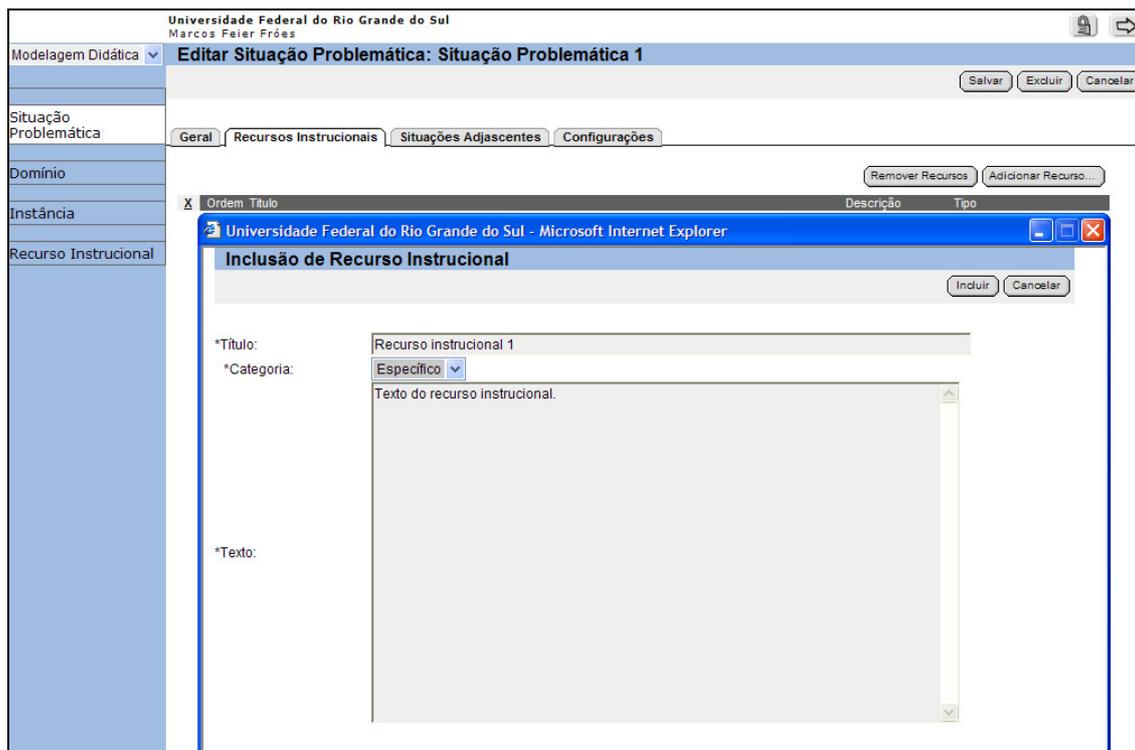


Figura 35. Interface de inclusão de um novo recurso instrucional específico.

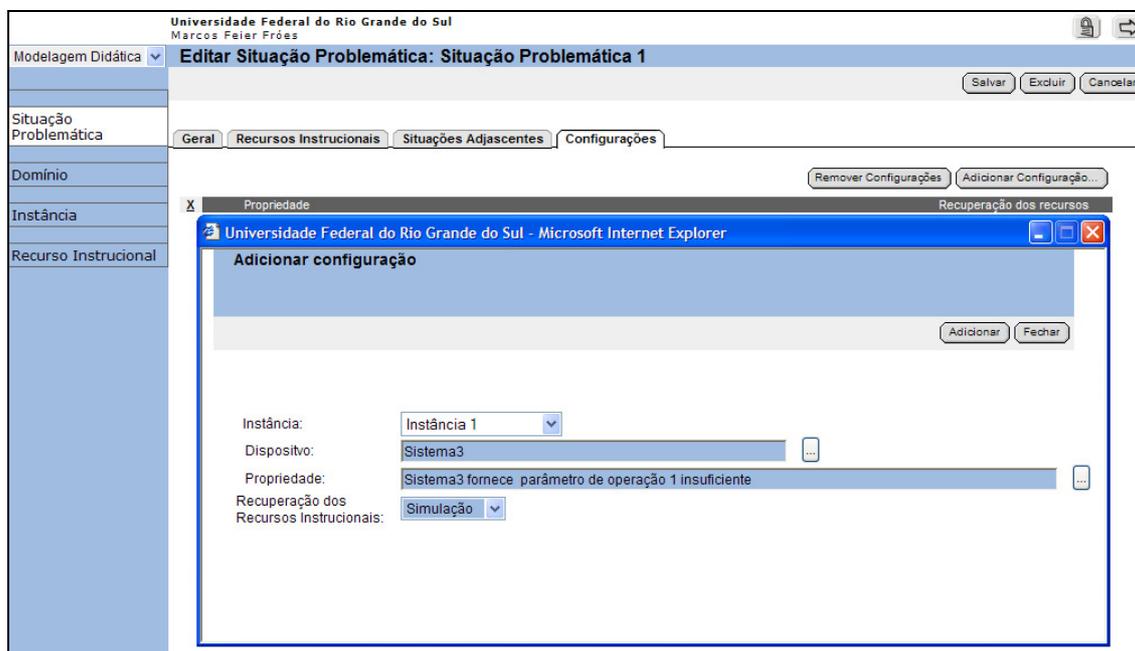


Figura 36. Interface de configuração de uma situação problemática.



Uma ou mais alterações de estados desejados ou deteriorações dos requisitos de design de uma instância de um modelo de conhecimentos configuram o cenário problemático da situação. Estas propriedades são o ponto de partida para a recomendação dos recursos instrucionais. O mecanismo de recomendação utiliza os métodos de exploração dos modelos de conhecimentos para selecionar os recursos instrucionais para a recomendação.

Os recursos instrucionais genéricos são selecionados para recomendação de acordo com a proximidade na rede causal do modelo de conhecimentos envolvida no cenário problemático. Note-se que se trata de uma secção da rede causal contida no modelo de conhecimentos do domínio que envolve a situação problemática. Percorrendo a rede causal, o algoritmo tem acesso aos recursos instrucionais genéricos relacionados a cenários que estão fortemente relacionados ao contexto da situação problemática. Com inspiração nas idéias contidas em “O Mágico Número Sete, Mais ou Menos Dois: Alguns Limites em Nossa Capacidade de Processar Informações” (MILLER, 1956), decidiu-se recomendar no mínimo 5 e no máximo 9 recursos instrucionais genéricos em cada interação. Os recursos recomendados são selecionados e apresentados em ordem de proximidade, isto é, quando mais próximo na rede causal, tanto antes é disponibilizado o acesso ao recurso na lista de recomendações.

No próximo capítulo é apresentada a construção de um ambiente para aprendizagem utilizando o sistema desenvolvido.

## **7 A CONSTRUÇÃO DE UM AMBIENTE PARA APRENDIZAGEM EM GESTÃO DE PROJETOS**

Neste capítulo são apresentadas as etapas de construção de um ambiente para aprendizagem utilizando o sistema proposto. Primeiramente, é apresentado o modelo de conhecimentos em Gestão de Projetos construído por um professor com experiência na área. Depois, o processo de modelagem didática para a criação da rede de situações problemáticas inspirada em um caso autêntico e a indexação dos recursos instrucionais genéricos e específicos. Por fim, é apresentado o ambiente para aprendizagem em Gestão de Projetos resultante e uma experiência de avaliação do ambiente.

### **7.1 O modelo de conhecimentos em Gestão de Projetos**

O modelo de conhecimentos objeto desta seção foi construído com base na experiência docente, e nos conhecimentos na área, de um professor da disciplina de Administração de Projetos durante quatro semestres letivos. O professor tem ampla experiência em administração de projetos, desde projetos relativamente pequenos até de grandes proporções e complexidade. Desta experiência resultou uma primeira abordagem para os conteúdos a serem trabalhados (Figura 38). Na Figura 38 estão apresentados alguns dos sistemas e subsistemas modelados pelo professor, cuja elucidação teve origem na idéia de que cada coluna do software de gestão de projetos utilizado na disciplina, na verdade, poderia ser relacionada a um sistema nas atividades de gestão de um projeto. Por exemplo, o sistema para definição das atividades contém,

efetivamente, os processos para a construção da Estrutura Analítica do Projeto, cujas atividades têm como atributos os demais dados para a gestão. A duração, as atividades predecessoras, os recursos, etc. são atributos de uma atividade. Logo, os processos para a sua definição também podem ser representados a partir de sistemas para a gestão.



Figura 38. Hierarquia de dispositivos do modelo de conhecimentos em gestão de projetos.

A Figura 39 ilustra a representação de estados desejados de um sistema, contendo, inclusive, a definição de sob qual condição o estado é possível. Duas condições, portanto, estão representadas. A primeira situa o comportamento do “sistema para replanejamento” na sua condição usual, que é a de fornecer o ferramental gerencial para ajustes no cronograma durante a execução do projeto. A segunda descreve o comportamento esperado do sistema em uma condição de emergência, quando houve, devido a inúmeras possibilidades, uma perda definitiva no prazo do projeto (fato extremamente comum em projetos complexos): o prazo, neste caso, deverá ser negociado junto ao cliente.

Na Figura 40 está representado um parâmetro do “sistema para definição da sequência”. O sucesso em alcançar os objetivos do projeto, neste aspecto, depende, dentre outros fatores, do conhecimento (detido pelo pessoal da gestão) das dependências entre as atividades. Tais conhecimentos, entretanto, independem do desempenho do sistema, uma vez que estão internalizados no espírito do pessoal da gestão.

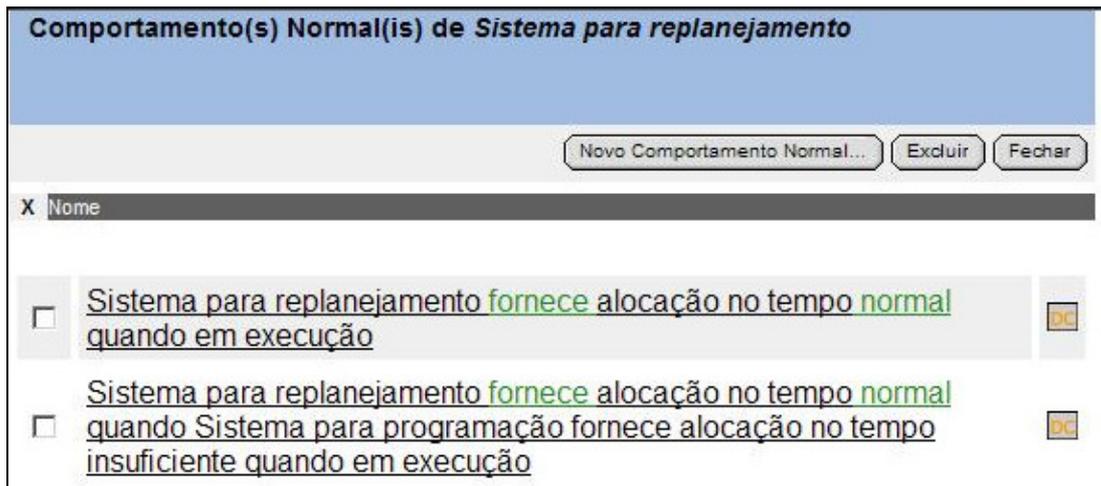


Figura 39. Estados desejados de um sistema.

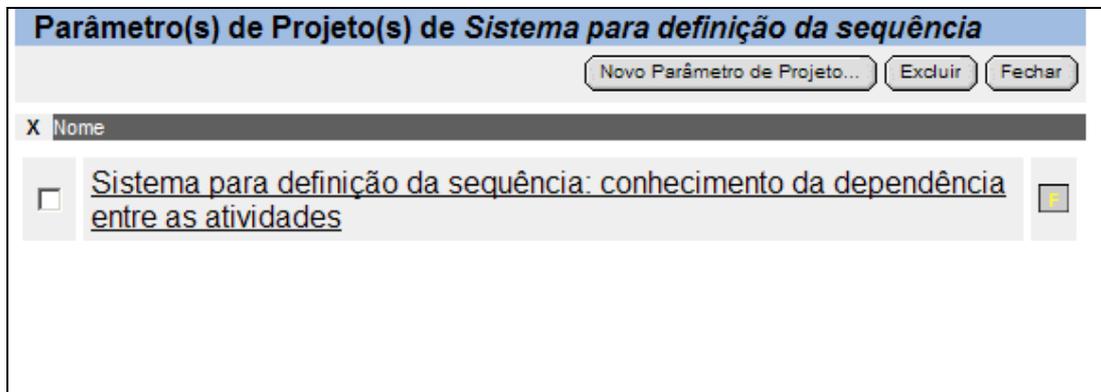


Figura 40. Parâmetros de um sistema.

Um cenário de pânico está definido na Figura 41, quando mesmo após uma renegociação do prazo, as coisas não deram certo.

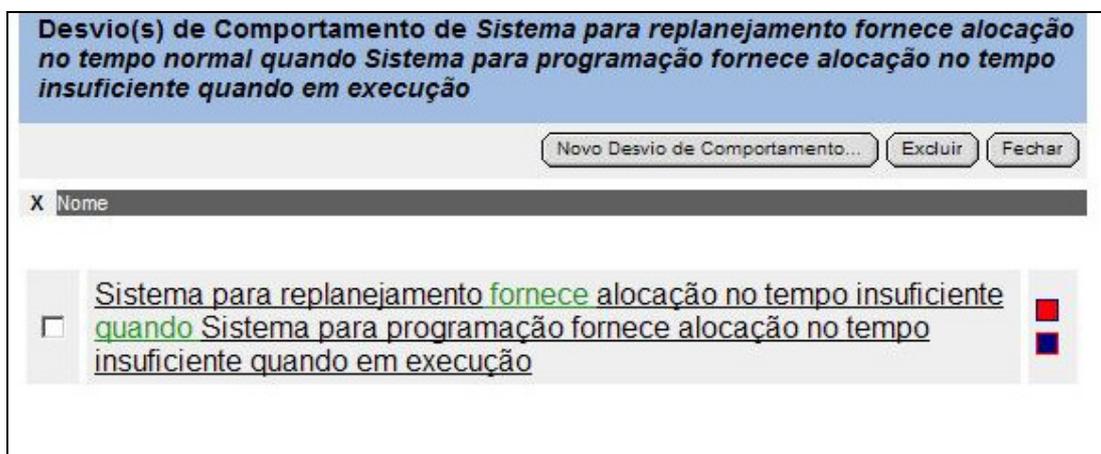


Figura 41. Alterações de um estado desejado.

Na Figura 42, uma deterioração dos requisitos de design de um parâmetro está definida, elucidando uma situação grave, que implica, em geral, em uma reestruturação da equipe de gestão. Estes cenários, no mundo real, implicam em reparos, e não apenas em ajustes.

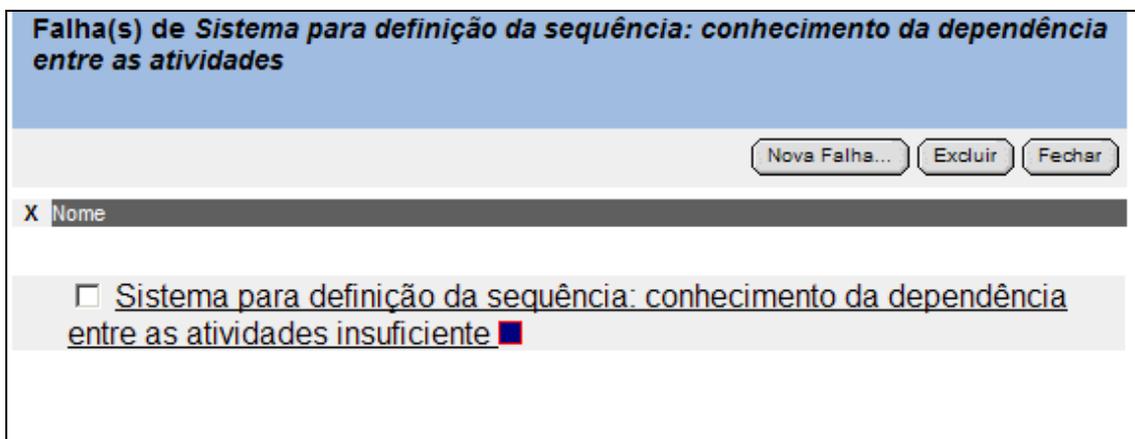


Figura 42. Deterioração dos requisitos de design de um parâmetro.

As Figuras 43, 44 e 45 referem-se à geração dinâmica de redes causais. Estas redes são geradas a partir de diagnósticos e de simulações de uma alteração de um estado desejado ou de uma deterioração de um requisito de design no modelo. Cada rede, portanto, compreende um cenário problemático. Situações problemáticas podem ser elucidadas, conseqüentemente, a partir destes cenários.

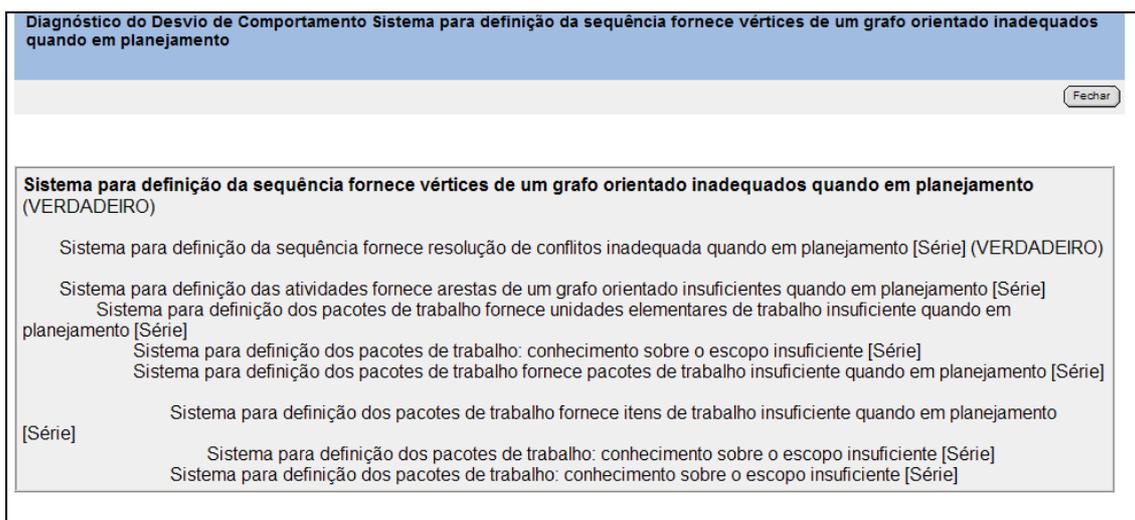


Figura 43. Rede causal que tem como “destino” uma alteração de um estado desejado de um sistema.

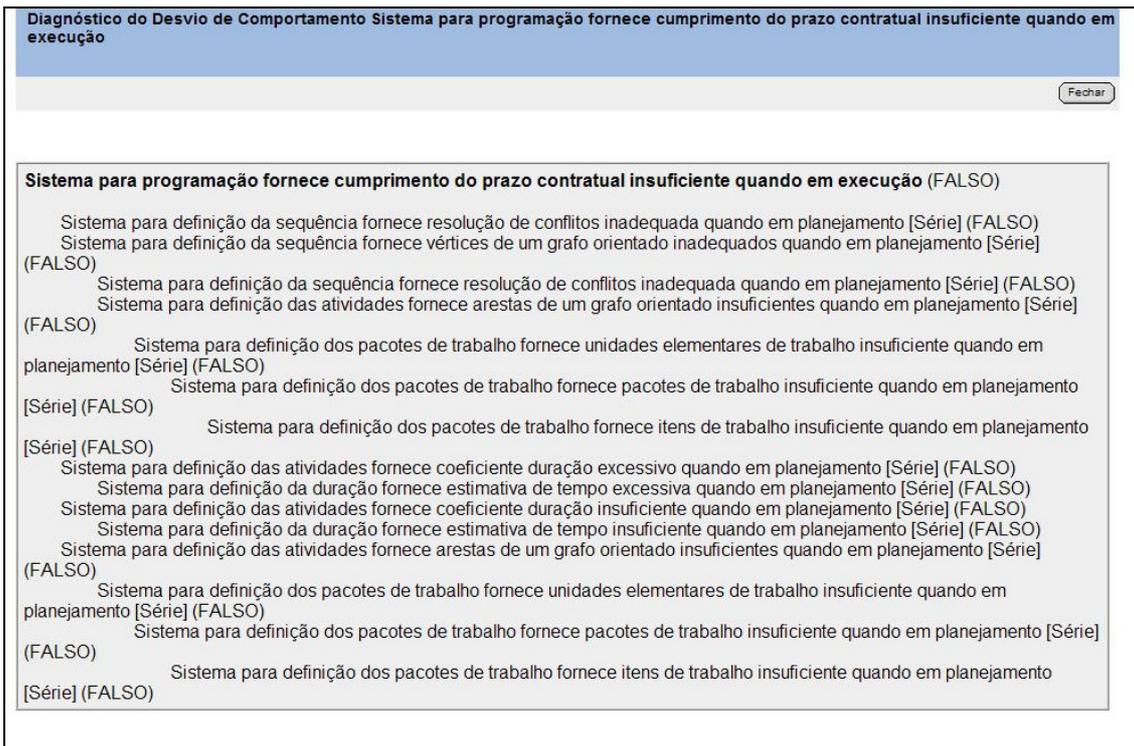


Figura 44. Outra rede causal que tem como “destino” uma alteração de um estado desejado de um sistema.

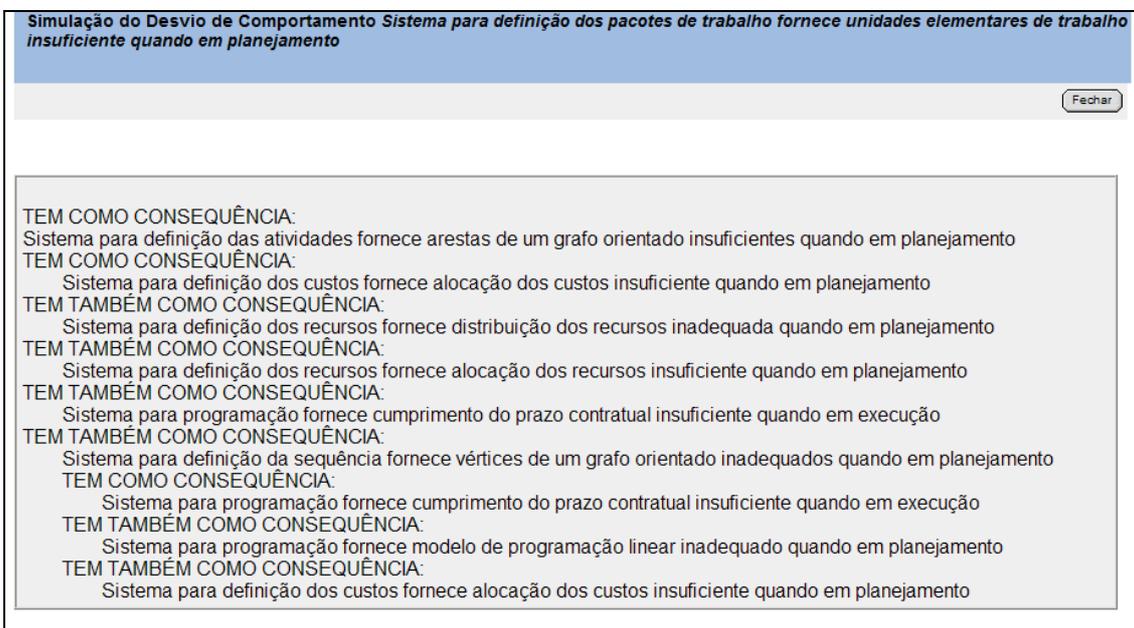


Figura 45. Rede causal que tem como origem uma alteração de um estado desejado de um sistema.

Estes cenários refletem o processo cognitivo de modelagem. A partir de relações locais entre sistemas, o usuário é levado a validar a transitividade entre as relações servindo-se do mecanismo de simulação. Desta maneira, novas relações podem ser

elucidadas e representadas.

## **7.2 Uma modelagem didática em gestão de projetos**

O caso autêntico utilizado foi o projeto do Portal da Rádio da Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul (ALRS). O projeto foi desenvolvido pelo Departamento de Tecnologia da Informação (DTI) da ALRS, que subsidiou esta pesquisa com documentos, atas de reuniões, diagramas e outros materiais sobre o projeto. O DTI trabalha de forma organizada por projetos há mais de 5 anos, tendo concluído mais de 200 projetos desde a adoção desta abordagem para o gerenciamento das atividades relativas a desenvolvimento de novos serviços ou mudanças nos serviços já oferecidos.

Na Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, a Rádio Assembleia integra o Departamento de Jornalismo da Superintendência de Comunicação Social. Trata-se de uma rádio web para a produção de boletins com informações sobre as atividades parlamentares, entrevistas com deputados e programas radiojornalísticos. Atua como radioagência e oferece às emissoras de todo o Estado a cobertura diária das atividades parlamentares. O Portal da Rádio Assembleia foi implantado no segundo semestre de 2009 e hoje se constitui em importante fonte de matérias em áudio para diversas rádios do interior (<http://www.al.rs.gov.br/radioassembleia>). Todo o material da rádio está disponível no portal em formato MP3 e pode ser ouvido e reproduzido (desde que citada a fonte “Rádio Assembleia”).

Diversas reuniões com integrantes da equipe do projeto do Portal da Rádio da Assembleia foram conduzidas a fim de coletar informações e documentos. As reuniões ajudaram a melhor compreender detalhes de situações críticas e decisivas do projeto. Essas informações foram referências para o projeto do modelo didático.

São apresentadas a seguir, a rede de situações problemáticas modelada, a indexação de recursos instrucionais específicos e genéricos e a configuração dos cenários problemáticos da modelagem didática proposta, onde utilizou-se apenas uma instância do modelo de conhecimentos.

### 7.2.1 As situações problemáticas do projeto do Portal da Rádio Assembleia

O objetivo da modelagem didática foi o de desenvolver junto aos aprendizes um entendimento sobre aspectos gerais relacionados à gestão de projetos e, especialmente, sobre a “Estrutura Analítica de projetos” (EAP) de um projeto. EAP é a expressão da língua portuguesa para WBS (*work breakdown structure*). De acordo com o PMI (PMI, 2008), ela representa uma “*decomposição hierárquica orientada às entregas do trabalho a serem executadas pela equipe para atingir os objetivos do projeto e criar as entregas requisitadas, sendo que cada nível descendente da EAP representa uma definição gradualmente mais detalhada da definição do trabalho do projeto*”.

A situação problemática inicial aproveitou-se dos relatos de que no projeto real houve certa pressão sobre os prazos de entrega do portal. Segundo esses relatos, os solicitantes condicionavam o projeto à disponibilização do portal ainda no ano corrente. Como pressão sobre prazos é da natureza de projetos reais e a necessidade de um cronograma indiretamente remete a uma EAP, a situação problemática inicial coloca o aprendiz na posição de quem acabou de assumir uma posição em um setor e precisa desenvolver o cronograma de um projeto. O projeto já foi discutido anteriormente, havendo registros sobre essas discussões e alguns documentos produzidos pelas áreas. A Figura 46 apresenta a tela de edição da situação problemática inicial no sistema proposto.

The screenshot shows a web application interface for editing a problem situation. The title bar reads 'Universidade Federal do Rio Grande do Sul' and 'Marcos Fester Fróez'. The main heading is 'Modelagem Didática' and the page title is 'Editar Situação Problemática: A solicitação do cronograma do Portal da Rádio Assembleia'. There are buttons for 'Salvar', 'Excluir', and 'Cancelar'. The interface is divided into several sections: 'Situação Problemática', 'Domínio', 'Instância', and 'Recurso Instrucional'. The 'Recurso Instrucional' section contains the following fields:

- \*Título: A solicitação do cronograma do Portal da Rádio Assembleia
- \*Texto: Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, julho de 2009. O Departamento de Jornalismo da Superintendência de Comunicação Social encaminhou ao Departamento de Tecnologia da Informação (DTI, antigo DSI) a solicitação para o desenvolvimento de um novo portal para a Rádio da Assembleia. Esta solicitação foi o sinal verde para a execução de um projeto já discutido em algumas oportunidades pelas áreas envolvidas e apresentado pelo DTI ao Superintendente de Comunicação Social.
- Inicial: Sim
- Periférica: Não
- Domínio: Gestão de Projetos

Figura 46. Edição da situação problemática inicial: *A solicitação do cronograma do projeto do Portal da Rádio Assembleia.*

Adjascentes à situação problemática inicial, foram criadas duas situações problemáticas, uma relacionada à definição das atividades do projeto e outra abordando a definição dos recursos do projeto, estas adjascentes entre si. A Figura 47 apresenta a tela para o gerenciamento das relações de adjascência da situação problemática inicial.

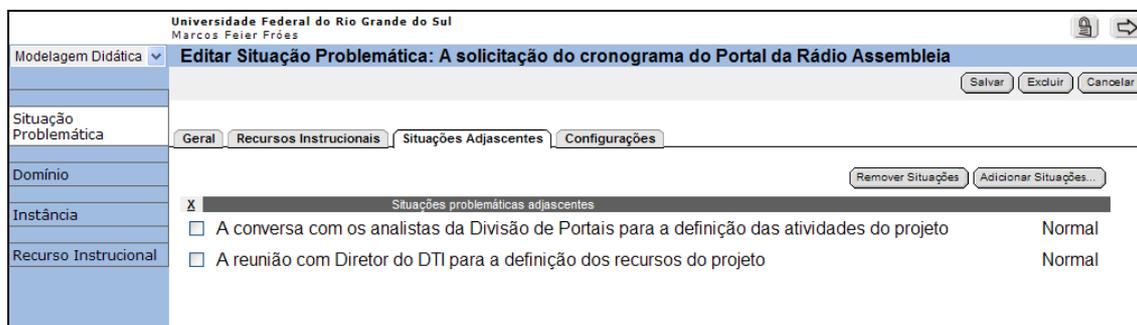


Figura 47. Situações problemáticas adjascentes à uma situação problemática.

A situação problemática relacionada à definição das atividades do projeto é a situação chave do modelo didático e apresenta informações de uma conversa com analistas do setor responsável que se envolveram anteriormente com o assunto e trazem informações úteis para o entendimento do escopo do projeto. A questão fundamental é identificar a necessidade de um ferramental de controle sobre as mídias da rádio, ou seja, implicitamente, no escopo do projeto do portal está incluído o desenvolvimento de um sistema de controle de publicação de matérias em áudio que dê suporte ao trabalho de jornalistas e editores nos processos de produção e publicação das matérias. Este fato modifica radicalmente o projeto e, mais especificamente, a sua EAP.

Adjascentes à situação problemática relacionada à definição das atividades do projeto, foram criadas duas situações problemáticas periféricas: uma relacionada à definição da sequência das atividades e outra relacionada à estimativa de duração das atividades.

A situação problemática relacionada à definição dos recursos do projeto refere-se a uma reunião com o superior imediato para negociar os recursos que estarão alocados ao projeto. A situação problemática relacionada à definição dos recursos do projeto descreve a equipe do projeto e os recursos estruturais de informática (servidores, largura de banda disponível, espaço em disco, softwares, etc) destinados ao projeto, deixando todo o problema a ser elucidado por conta das questões relacionadas às atividades do projeto. Desta forma a expectativa é que os materiais que abordam a construção da EAP despertem maior interesse.

A Figura 48 apresenta um diagrama da rede de situações problemáticas definidas para o modelo didático proposto.

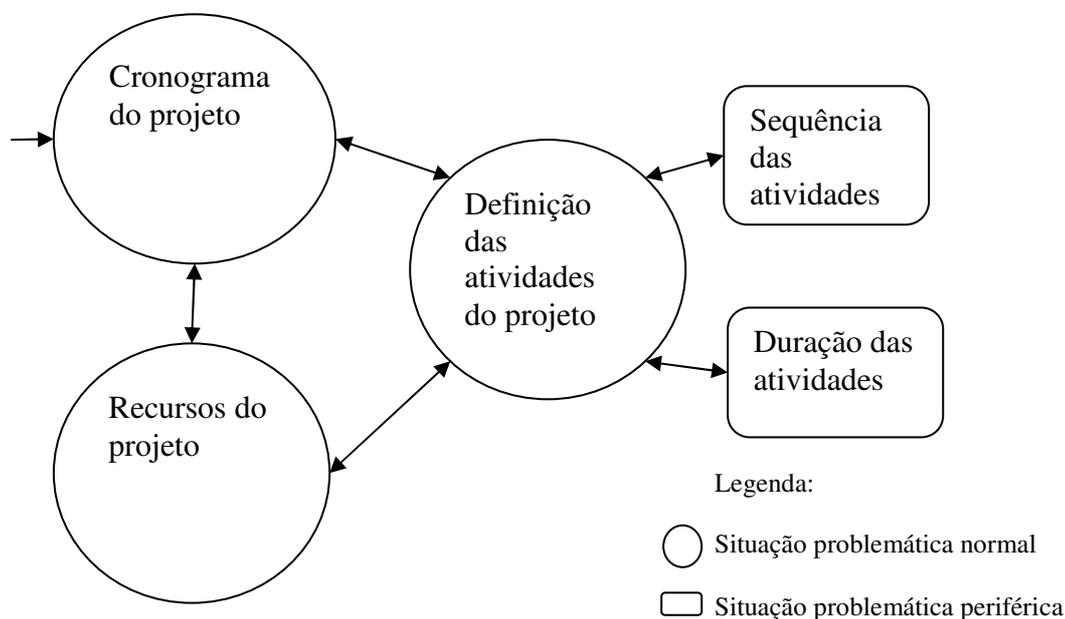


Figura 48. Modelo didático do ambiente para aprendizagem.

### 7.2.2 Indexação dos recursos instrucionais específicos

Os materiais do projeto (atas de reunião, diagramas, memorandos, etc) foram anexados, conforme o assunto e o conteúdo, às situações problemáticas.

À situação problemática inicial, relacionada à solicitação do cronograma do projeto, foram indexados:

- Uma ata de reunião das primeiras conversas entre as áreas onde na época se falava em “melhorar a área da rádio no site”.
- Um documento da área técnica do DTI abordando as novas tecnologias e sugerindo a construção de um portal para a rádio.
- Uma ata de reunião envolvendo a área técnica da rádio, onde alguns requisitos importantes do projeto ficaram evidenciados, especialmente e necessidade de um sistema para controle dos áudios das matérias da rádio.
- Um apanhado de elementos de sites de notícias sugeridos pela área de

comunicação social para serem modelos para as funcionalidades do portal.

- Um esboço de interface para o portal produzido por analistas da área envolvida a partir de reuniões com a área de comunicação social.

Na Figura 49 é apresentada a tela de inclusão de um novo recurso instrucional no sistema proposto.

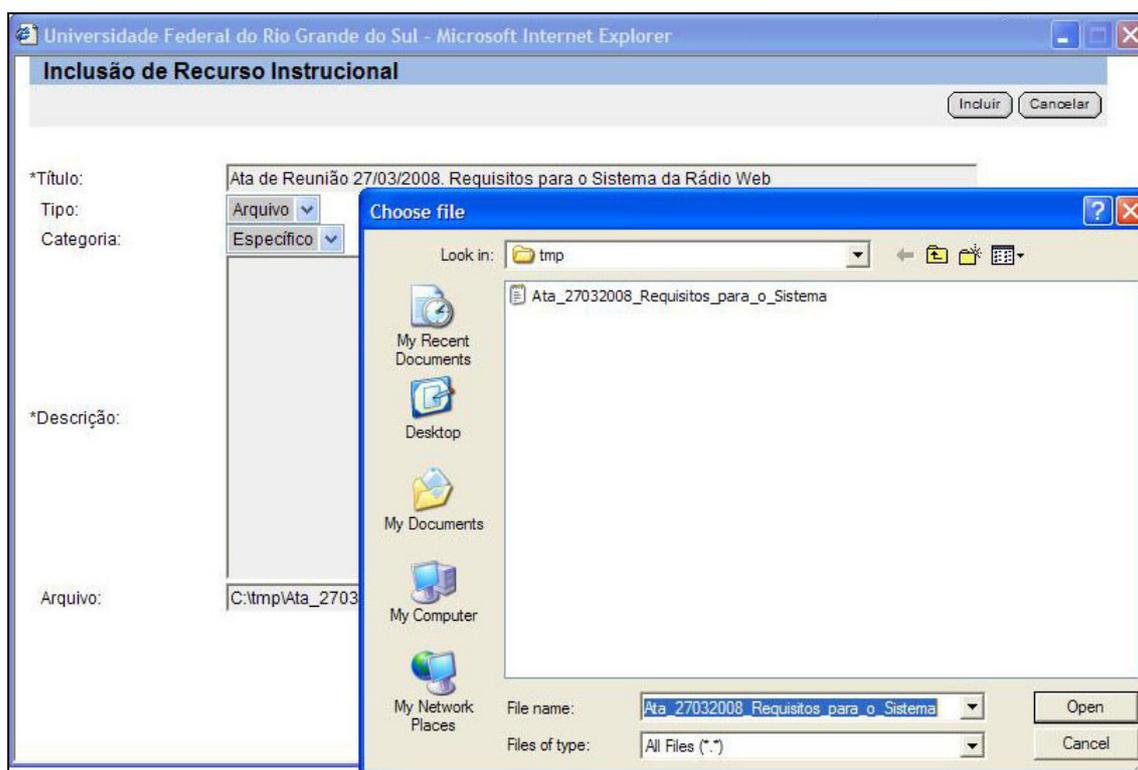


Figura 49. Inclusão de um novo recurso instrucional.

Na Figura 50 é apresentada a tela que lista os recursos instrucionais indexados por uma situação problemática.

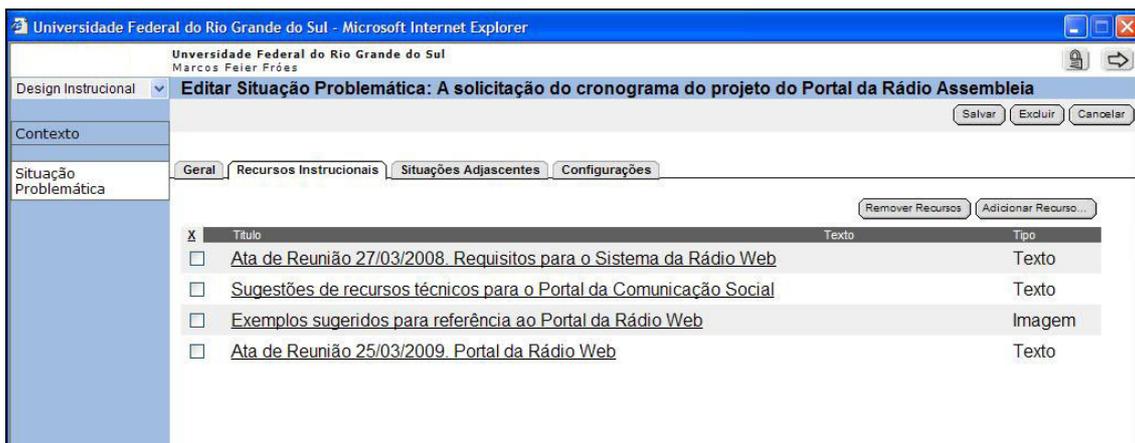


Figura 50. Recursos instrucionais de uma situação problemática.

À situação problemática relacionada à definição das atividades do projeto foram indexados:

- Um documento de visão do projeto com maiores detalhes sobre o escopo.
- Uma apresentação desenvolvida para uma reunião com o superintendente geral, onde consta um protótipo com uma proposta de *design*.
- Uma ata de reunião sobre os requisitos para o sistema de publicações de matérias.
- Telas de um protótipo do sistema de publicações de matérias produzidas pelos analistas de sistemas.

À situação problemática relacionada à estimativa de duração das atividades foram indexados:

- O diagrama de casos de uso do sistema de publicação de matérias produzido pelos analistas de sistemas após concluída a fase da análise do sistema.
- O diagrama de casos de uso do portal.
- Um documento que descreve todos os casos de uso.
- O diagrama do banco de dados, com o mapeamento das entidades do sistema.

À situação problemática relacionada à definição dos recursos do projeto foi indexado um memorando produzido pelo gestor anterior onde são descritos recursos necessários para o projeto.

### 7.2.3 Indexação dos recursos instrucionais genéricos

A primeira etapa para a indexação dos recursos intrucionais genéricos foi a criação de uma instância do modelo de conhecimentos em gestão de projetos. Na instância para planejamento do cronograma foram considerados os conhecimentos relacionados à definição de sequência, definição das atividades, definição dos recursos, definição dos custos e programação.

A instância do modelo de conhecimentos em gestão de projetos utilizada na modelagem didática do ambiente para aprendizagem proposto pode ser visualizada na Figura 51.

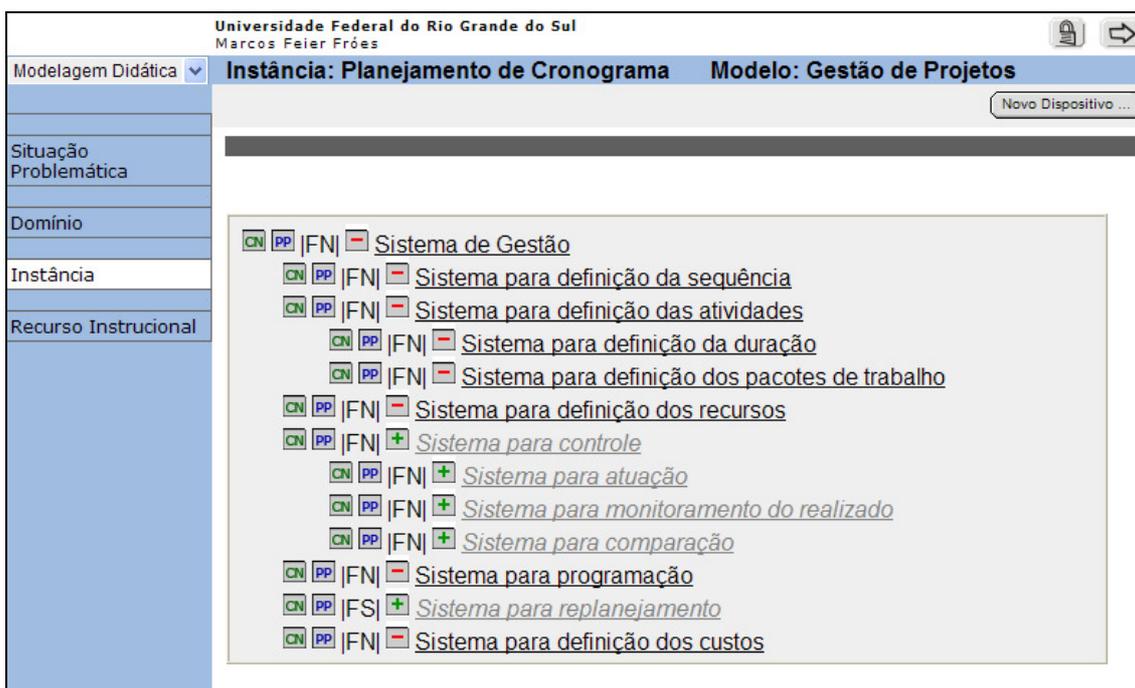


Figura 51. Instância do modelo de conhecimentos em gestão de projetos.

Uma parte dos recursos instrucionais genéricos foram documentos já utilizados pelo professor há alguns semestres na disciplina de Administração de Projetos. Outra parte dos recursos foi selecionada na internet de acordo com a pertinência em relação ao assunto e de forma a compor uma boa diversidade de formatos e abordagens sobre a

disciplina. Ao todo, foram 54 recursos instrucionais genéricos indexados entre livros, artigos, sites, vídeos no youtube, apresentações, imagens e outros.

The screenshot shows a web-based interface for managing instructional resources. The main window is titled 'Comportamento(s) Normal(is) de Sistema para definição das atividades' and displays a table of resources indexed for a specific behavioral deviation. The table has columns for 'Ordem', 'Título', 'Texto', and 'Tipo'. There are four rows of resources listed, each with a checkbox in the 'Ordem' column and a 'ver' link in the 'Tipo' column.

Ordem	Título	Texto	Tipo
<input type="checkbox"/> 1	<a href="#">Livro. Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK), Project Management Institute</a>	Ver capítulo 6, sobre Gerenciamento de Tempo do Projeto, página 123.	Texto <a href="#">ver</a>
<input type="checkbox"/> 2	<a href="#">Esquema. O papel da EAP: Do termo de abertura à linha de base, PMTECH</a>	Diagrama resumido das entradas, processos e saídas do planejamento de projetos.	Imagem <a href="#">ver</a>
<input type="checkbox"/> 3	<a href="#">Vídeoaula. Elaborando a estrutura analítica do projeto (EAP), Ricardo Vargas</a>	Ricardo Vargas ensina a elaborar adequadamente uma EAP.	Vídeo <a href="#">ver</a>
<input type="checkbox"/> 4	<a href="#">Lista de verificação de Avaliação da EAP, PMTECH</a>	Ítems para verificar a qualidade formal de uma EAP.	Texto <a href="#">ver</a>

Figura 52. Recursos instrucionais indexados por um desvio de comportamento.

Para cada *alteração de estado desejado* de dispositivos da instância do modelo de conhecimentos em gestão de projetos foram indexados os recursos instrucionais que abordavam ou elucidavam o determinado cenário problemático. Ao indexar cada recurso, complementou-se com dicas para auxiliar os aprendizes como, por exemplo, referências ao capítulo ou páginas onde o assunto relativo à alteração de estado em questão se encontra no material (ver Figura 52).

#### 7.2.4 Configuração dos cenários problemáticos

A situação problemática inicial, relacionada ao cronograma do projeto, foi configurada com o desvio de comportamento “*sistema para programação fornece alocação no tempo insuficiente quando em planejamento*” do *sistema para programação*. A pressão pelo prazo pode gerar um planejamento subdimensionado e isso tem consequências para a execução e os resultados do projeto.

A situação problemática relacionada à definição das atividades do projeto foi

configurada com o desvio de comportamento “*sistema para definição das atividades fornece arestas de um grafo orientado insuficientes quando em planejamento*” do *sistema para definição das atividades*. As arestas do grafo são as atividades e fornecer arestas insuficientes significa esquecer-se de incluir atividades no projeto, isto é, não atender o escopo do projeto em sua integralidade.

A situação problemática relacionada à definição da sequência das atividades foi configurada com o desvio de comportamento “*sistema para definição da sequência fornece vértices de um grafo orientado inadequados quando em planejamento*” do *sistema para definição da sequência*. Os vértices dos grafos são as relações de dependências entre atividades. Dependências inadequadas podem ter consequências desastrosas para um projeto como, por exemplo, a execução de uma atividade impedir os resultados de outra.

A situação problemática relacionada à estimativa de duração das atividades foi configurada com o desvio de comportamento “*sistema para definição da duração fornece estimativa de tempo insuficiente quando em planejamento*” do *sistema para definição da duração*. Subestimar o tempo de uma atividade gera uma expectativa errada para quem acompanha o cronograma e tende a repercutir em atrasos durante a execução do projeto.

A situação problemática relacionada a definição dos recursos do projeto foi configurada com os desvios de comportamento “*sistema para definição dos recursos fornece dimensionamento dos recursos insuficientes quando em planejamento*” e “*sistema para definição dos recursos fornece distribuição dos recursos inadequada quando em planejamento*” do *sistema para definição dos recursos*. Dimensionar recursos insuficientes ou distribuí-los de forma errada também repercute nos prazos durante a execução.

As configurações utilizaram a modalidade de recuperação dos recursos por *simulação* ou por *diagnóstico*.

A Figura 53 apresenta a interface de inclusão de uma nova configuração na situação problemática inicial.

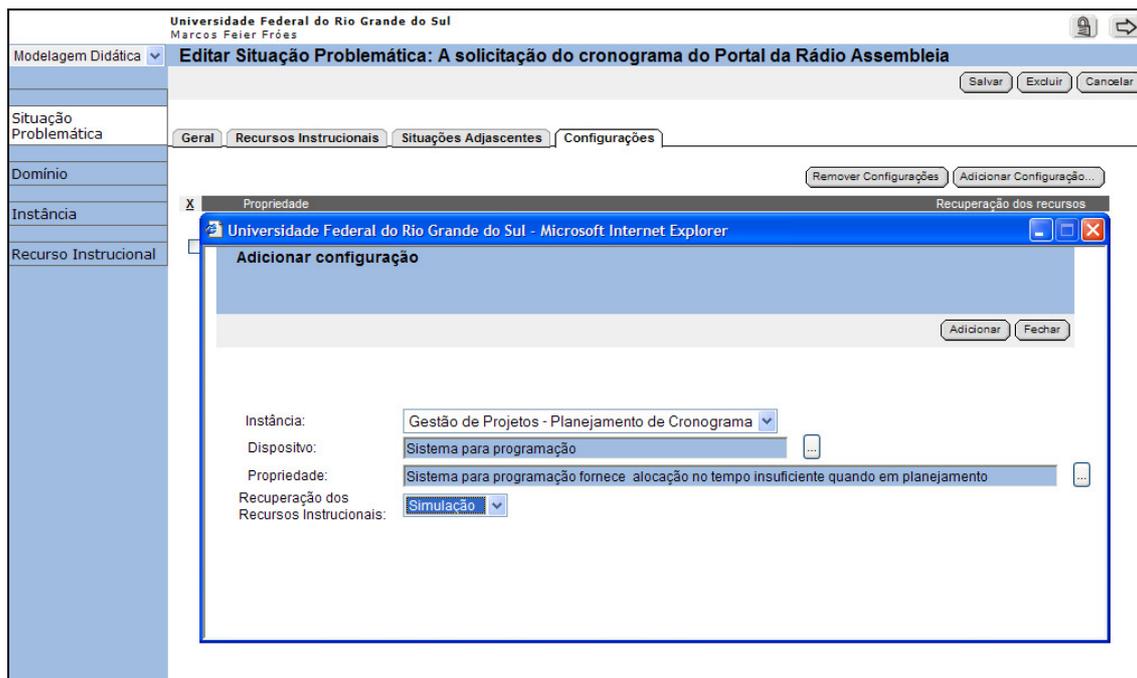


Figura 53. Configuração de uma situação problemática.

### 7.3 O ambiente para aprendizagem em gestão de projetos

O ambiente para aprendizagem construído com o sistema proposto, inicialmente, apresenta a situação problemática “*a solicitação do cronograma do projeto do Portal da Rádio Assembleia*”. O aprendiz é colocado na posição de quem assumiu recentemente a Divisão de Internet, Intranet e Portais que se trata do setor na organização responsável pelo projeto de um portal e é solicitado a apresentar um cronograma para o projeto. As idéias iniciais do projeto já foram discutidas anteriormente em reuniões entre as áreas envolvidas. Junto ao enunciado são disponibilizados os recursos instrucionais específicos, que contém informações necessárias para iniciar o entendimento sobre o escopo.

Em um painel abaixo do enunciado, o ambiente dá acesso às situações problemáticas adjacentes, no caso “*a conversa com os analistas da Divisão de Portais para a definição das atividades do projeto*” e “*a reunião com o Diretor do DTI para a definição dos recursos do projeto*”.

Na Figura 54 é apresentada a interface de apresentação da situação problemática inicial do ambiente para aprendizagem construído.

A solicitação do cronograma do Portal da Rádio Assembleia	Recursos Recomendados:
<p>Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, julho de 2009.</p> <p>O Departamento de Jornalismo da Superintendência de Comunicação Social encaminhou ao Departamento de Tecnologia da Informação (DTI, antigo DSI) a solicitação para o desenvolvimento de um novo portal para a Rádio da Assembleia. Esta solicitação foi o sinal verde para a execução de um projeto já discutido em algumas oportunidades pelas áreas envolvidas e apresentado pelo DTI ao Superintendente de Comunicação Social.</p> <p>Você foi recentemente designado para a função de Coordenador da Divisão de Internet, Intranet e Portais e, por isso, o Diretor do DTI solicitou-lhe a elaboração do cronograma do projeto, que será de sua responsabilidade. A informação sobre a data final do projeto é aguardada, com certa ansiedade, para que possa ser finalizado o material de mídia a ser amplamente divulgado. Os superintendentes estão preocupados com o prazo do projeto em relação às demais iniciativas do plano de melhorias da área de comunicação social da instituição e pressionaram o diretor do DTI para que os prazos não se alonguem e sejam rigorosamente cumpridos.</p> <p>Pesquisando no diretório compartilhado de projetos, você encontrou uma pasta com nome "Projeto Portal da Rádio Web" com os seguintes documentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 27/03/2008 Ata de reunião sobre a área do site que diz respeito à Rádio Web</li> <li>* 25/03/2009 Parecer dos analistas da Divisão de Portais</li> <li>* 25/03/2009 Ata de reunião sobre o portal da Rádio Web</li> <li>* 30/03/2009 Modelos sugeridos pela Comunicação Social para o novo portal</li> <li>* 30/03/2009 Esboço para interface do novo portal</li> </ul>	<p><a href="#">Esquema resumido dos processos de Gestão de projetos, PMTECH</a> : Visão macro das etapas de um projeto.</p> <p><a href="#">Fluxo resumido de processos do gerenciamento de projetos - PMBOK 4, PMTECH</a> : Fluxograma dos processos do gerenciamento de projetos.</p> <p><a href="#">Visão geral dos processos do gerenciamento de projetos - PMBOK 4, PMTECH</a> : Esquema gráfico dos processos de gerenciamento de projetos de acordo com o PMBOK.</p> <p><a href="#">Vídeoaula Gerência de Tempo: Desenvolvimento do Cronograma (Teoria)</a> : Filmagem de uma aula sobre aspectos relacionados ao desenvolvimento do cronograma de um projeto.</p> <p><a href="#">Vídeoaula Gerência de Tempo: Desenvolvimento do Cronograma (Prática)</a> : Filmagem de uma aula sobre aspectos práticos relacionados ao desenvolvimento do cronograma de um projeto.</p> <p><a href="#">[www] PMBOK: Desenvolvimento do Cronograma</a> : Hyperdocumento hospedado nos servidores da UFPE que contém informações sobre Gerenciamento do tempo.</p> <p><a href="#">Gerência do tempo do projeto. Tradução livre do PMBOK V 1.0, PMI MG</a> : Tradução do capítulo 6 do PMBOK sobre Gerência do Tempo do Projeto. 15 páginas.</p>
<b>Ir para:</b>	
<a href="#">A conversa com os analistas da Divisão de Portais para a definição das atividades do projeto</a>	
<a href="#">A reunião com Diretor do DTI para a definição dos recursos do projeto</a>	

Figura 54. Situação problemática inicial.

Em um painel à direita do enunciado, o ambiente recomenda recursos instrucionais contextualizados com a situação problemática. No caso, devido à configuração adotada, são recomendados recursos instrucionais relacionados ao desvio de comportamento “*sistema para programação fornece alocação no tempo insuficiente quando em planejamento*” do *sistema para programação* da instância do modelo de conhecimentos em gestão de projetos. Estes recursos instrucionais podem ser acessados livremente pelo aprendiz assim como as dicas registradas pelo professor.

Na Figura 55 é apresentada a visualização de um recurso instrucional genérico recomendado pelo sistema ao aprendiz.

The screenshot shows a web browser window displaying a document viewer. The document is titled "Gestão do Tempo do Projeto" (Project Time Management) and is structured as a hierarchical diagram with five main sections:

- 6.1 Definição das Atividades**
  - 1.1 Estrutura Analítica do Projeto - EAP
  - 2. Declaração do escopo
  - 3. Informações históricas
  - 4. Restrições
  - 5. Premissas
  - 2. Ferramentas e Técnicas
    - 1. Decomposição
    - 2. Modelos
  - 3. Saídas
    - 1. Lista de atividades
    - 2. Detalhes de suporte
    - 3. Atualizações na EAP
- 6.2 Sequenciamento das Atividades**
  - 1. Entradas
    - 1. Lista de atividades
    - 2. Descrição do produto
    - 3. Dependências mandatórias
    - 4. Dependências arbitrárias
    - 5. Dependências externas
    - 6. Restrições
    - 7. Premissas
  - 2. Ferramentas e Técnicas
    - 1. Método do diagrama de Precedência (Precedence Diagramming Method - PDM)
    - 2. Método do diagrama de flecha (Arrow Diagramming Method - ADM)
    - 3. Método do diagrama condicional (Conditional Diagramming Method)
    - 4. Modelos de rede
  - 3. Saídas
    - 1. Diagrama de rede do projeto
    - 2. Atualizações da lista de atividades
- 6.3 Estimativa da Duração das Atividades**
  - 1. Entradas
    - 1. Lista de atividades
    - 2. Restrições
    - 3. Premissas
    - 4. Recursos requeridos
    - 5. Coeficiente de produtividade
    - 6. Informações históricas
  - 2. Ferramentas e Técnicas
    - 1. Avaliação especializada
    - 2. Estimativas por analogia
    - 3. Simulações
  - 3. Saídas
    - 1. Estimativas da duração da atividade
    - 2. Bases para a estimativa
    - 3. Atualizações da lista de atividades
- 6.4 Desenvolvimento do Cronograma**
  - 1. Entradas
- 6.5 Controle do Cronograma**
  - 1. Entradas

The document viewer interface includes a toolbar with options like "Arquivo", "Editar", "Visualizar", "Janela", and "Ajuda". The document is displayed at 68.6% zoom. The background shows a web portal with a header "A solicitação do cronograma do Portal da Rádio Assembleia" and various navigation links.

Figura 55. Acesso a um recurso instrucional genérico.

A situação problemática relacionada à definição dos recursos do projeto refere-se a uma reunião com o Diretor do DTI para negociar os recursos que estarão alocados ao projeto. A equipe do projeto e os recursos estruturais de informática (servidores, largura de banda disponível, espaço em disco, softwares, etc) destinados ao projeto são definidos pelo diretor, durante a reunião. As atenções se voltam para como utilizar estes recursos para concluir o projeto no menor tempo. Na Figura 56 pode ser observada a interface de apresentação da situação problemática relacionada à definição dos recursos do projeto.

A reunião com Diretor do DTI para a definição dos recursos do projeto	Recursos Recomendados:
<p>A equipe do projeto será formada pelos analistas de sistemas da Divisão de Portais, pois a licitação para a contratação de programadores, testadores e designers está em estágio inicial de construção do edital e a previsão é de que estes recursos humanos só estejam disponíveis no início do próximo ano. O Diretor do DTI deixou bem claro que o Superintendente de Comunicação social não abre mão de lançar o novo portal ainda esse ano, antes da metade de novembro, pois depois inicia um período de desmobilização por conta das festas de final de ano e a repercussão do lançamento não seria a mesma. A Divisão de Internet, Intranet e Portais, além do Coordenador, é formada por 3 Analistas de Sistemas. Um dos analistas possui experiência em programação na linguagem utilizada na Assembleia. Por ser um projeto prioritário do DTI, o Diretor garantiu que a equipe ficará dedicada ao projeto e negociou a alocação de um analista da Divisão de Sistemas com experiência em programação para reforçar a equipe durante o projeto.</p> <p>Quanto aos recursos de infraestrutura, o Diretor o tranquilizou garantindo que já estão disponíveis todos os recursos necessários quanto a espaço em disco, servidores de aplicação, banda de rede, etc., não sendo necessário nenhum processo de aquisição no projeto. Segundo ele, este estudo já havia sido realizado quando o DTI foi consultado pela Superintendência Administrativa e Financeira a respeito do projeto e mencionou que o memorando de resposta, cuja elaboração contou com a participação do Coordenador da Divisão de Redes, se encontra no diretório compartilhado de memorandos do DTI.</p> <p>* <a href="#">20/03/2009 Resposta ao memorando referente ao portal da Rádio Web</a></p>	<p><a href="#">Vídeoaula Gestão de Projetos: Gerência de Custos: Necessidade de Recursos</a> : 8 minutos.</p> <p><a href="#">Vídeoaula Gestão de Projetos - Gerência de Custos: Elaborando a Planilha de Necessidades de Recursos</a> : 5 minutos.</p> <p><a href="#">Como gerenciar projetos utilizando os processos do guia PMBOK: Estimativa de Recursos</a> : Site sobre gerenciamento de projetos.</p>
<b>Ir para:</b>	
<a href="#">A conversa com os analistas de Divisão de Portais para a definição das atividades do projeto</a>	
<a href="#">A solicitação do cronograma do Portal da Rádio Assembleia</a>	

Figura 56. Situação problemática: Definição dos recursos do projeto.

A situação problemática relacionada à definição das atividades do projeto apresenta uma reunião com analistas da Divisão de Internet, Intranet e Portais que se envolveram anteriormente com o tema e trazem informações e documentos úteis para a definição das atividades do projeto. Na Figura 57 pode ser observada a interface de apresentação da situação problemática relacionada à definição das atividades do projeto.

A conversa com os analistas de Divisão de Portais para a definição das atividades do projeto	Recursos Recomendados:
<p>Conversando com os analistas que participaram das primeiras reuniões sobre o assunto, você é informado que não foi produzido um documento formal de declaração de escopo mas existem registros de atas de reuniões, uma proposta de projeto preliminar e diagramas de caso de uso do sistema e do portal produzido a partir das reuniões. Os analistas mais experientes sugerem que grande parte do desenvolvimento do portal da rádio e do sistema de cadastramento de matérias pode ser executada de forma independente, desde que primeiro se defina em detalhes as integrações.</p> <p>Na conversa, foi sugerido dar uma olhada na pasta de projetos da Divisão de Portais, onde você encontrou, além de documentos técnicos, os seguintes documentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* <a href="#">12/04/2009 Documento de visão do projeto do Portal da Rádio Web</a></li> <li>* <a href="#">12/04/2009 Apresentação do projeto do Portal da Rádio Web</a></li> <li>* <a href="#">29/05/2009 Protótipo do sistema de cadastramento das matérias</a></li> <li>* <a href="#">29/05/2009 Pauta da reunião sobre a proposta de interface para o sistema de matérias</a></li> </ul>	<p><a href="#">Livro: Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK), Project Management Institute</a> : Ver capítulo 6, sobre Gerenciamento de Tempo do Projeto, página 123.</p> <p><a href="#">Esquema: O papel da EAP: Do termo de abertura à linha de base, PMTECH</a> : Diagrama resumido das entradas, processos e saídas do planejamento de projetos.</p> <p><a href="#">Vídeoaula: Elaborando a estrutura analítica do projeto (EAP), Ricardo Vargas</a> : Ricardo Vargas ensina a elaborar adequadamente uma EAP.</p> <p><a href="#">Lista de verificação de Avaliação da EAP, PMTECH</a> : Itens para verificar a qualidade formal de uma EAP.</p> <p><a href="#">Decomposição dos pacotes de trabalho, PMTECH</a> : Guia rápido para decidir se um pacote de trabalho deve continuar a ser decomposto.</p> <p><a href="#">Como criar a estrutura analítica do projeto (EAP), PMTECH</a> : Guia prático para a criação de uma EAP. 11 páginas.</p> <p><a href="#">Vídeoaula: Gerenciamento de Projetos: Estrutura Analítica do Projeto, UNISOFT</a> : Aula com Eduardo Moreira, utilizando a construção de uma casa nova como exemplo de projeto. 7 minutos.</p>
<b>Outras perspectivas:</b>	
<a href="#">Opinião dos analistas sobre a estimativa de duração das atividades do projeto</a>	
<a href="#">Opinião dos analistas sobre o planejamento da rede de atividades do projeto</a>	
<b>Ir para:</b>	
<a href="#">A reunião com Diretor do DTI para a definição dos recursos do projeto</a>	
<a href="#">A solicitação do cronograma do Portal da Rádio Assembleia</a>	

Figura 57. Outra Situação problemática: relacionada à definição das atividades.

Na Figura 58 pode ser observada a consulta do aprendiz a um recurso instrucional específico disponível na interface de apresentação da situação problemática relacionada à definição das atividades do projeto.

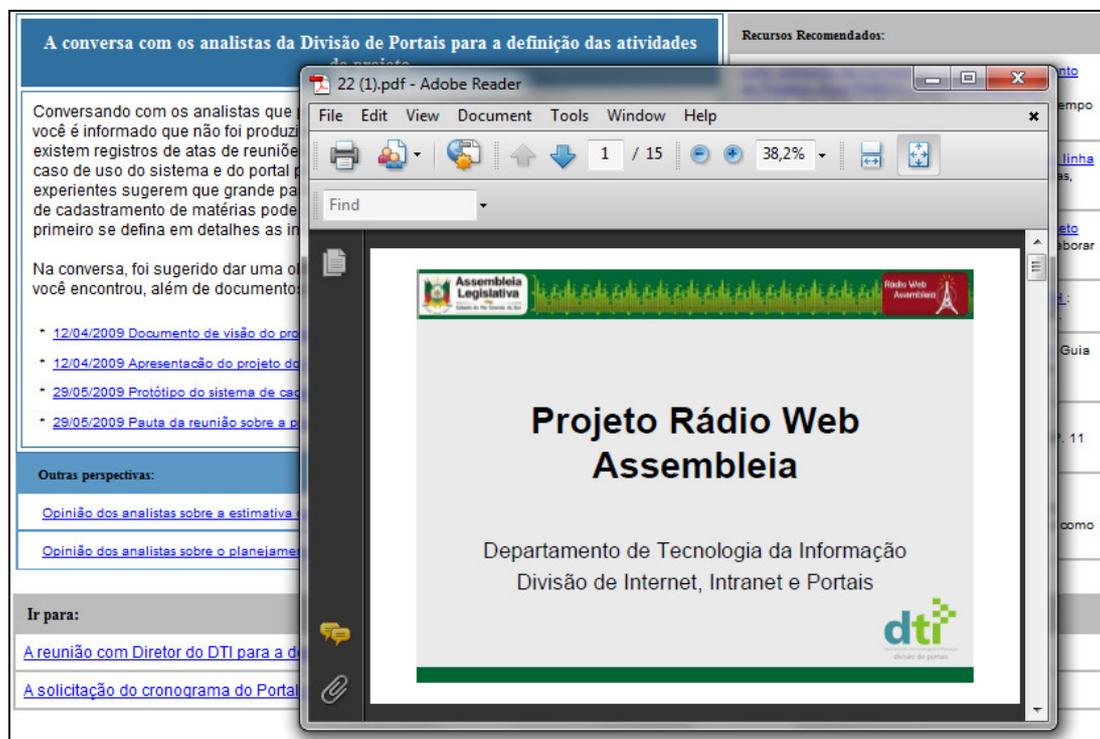


Figura 58. Acesso a recurso instrucional específico.

Adjacentes à situação problemática relacionada à definição das atividades do projeto, foram criadas duas situações problemáticas periféricas: uma relacionada à definição da sequência das atividades e outra relacionada à estimativa de duração das atividades.

Na Figura 59 pode ser observada a interface de apresentação da situação problemática relacionada à estimativa de duração das atividades do projeto. Na Figura 60 pode ser observada a interface de apresentação da situação problemática relacionada à sequência das atividades do projeto.

**A conversa com os analistas de Divisão de Portais para a definição das atividades do projeto**

Conversando com os analistas de Divisão de Portais para a definição das atividades do projeto. O sistema e o portal de Portais, grande parte das integrações pode ser explorada de forma independente.

Na conversa com os analistas de Divisão de Portais, os documentos de caso de uso e outros documentos técnicos disponíveis no diretório do projeto:

- \* 12/04/2009
- \* 12/04/2009
- \* 29/05/2009
- \* 29/05/2009

**Opinião dos analistas sobre a estimativa de duração das atividades do projeto**

Os analistas sugeriram fazer a estimativa de duração por caso de uso, ou seja, analisar cada caso de uso e estimar a sua duração individualmente. Por outro lado, existem atividades além das envolvidas diretamente com o desenvolvimento. Por exemplo, as atividades de implantação do novo portal dependem da atuação da área de operação para atualizar apontamentos e rotas e precisam ser negociadas e estimadas com as demais Divisões do DTI.

De qualquer forma, a estimativa por caso de uso pode ser útil para as etapas de desenvolvimento, teste e homologação do sistema e do portal. Os diagramas de caso de uso e outros documentos técnicos disponíveis no diretório do projeto:

- \* 10/06/2009 Diagrama de casos de uso do sistema da Rádio Web
- \* 10/06/2009 Diagrama Entidade-Relacionamento do sistema de matérias
- \* 10/06/2009 Descrição dos casos de uso
- \* 10/06/2009 Diagrama de casos de uso do portal da Rádio Web

**Recursos Recomendados:**

- [Livro: Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos \(Guia PMBOK\), Project Management Institute](#): Ver capítulo 6.
- [Videaula Ferramentas e técnicas da estimativa de duração das atividades](#): 9 minutos.
- [Videaula Entradas para a Estimativa de Duração das Atividades](#): 7 minutos.
- [Videaula Saídas da Estimativa de Duração das Atividades e Exemplo](#): 7 minutos.
- [Artigo: Metodologia de Estimativa de Prazos, Custos e Orçamentos de Projetos de TI](#): 22 páginas.
- [Apresentação sobre gerenciamento de tempo do projeto](#): 36 slides.
- [Como fazer estimativas em um Projeto de Software?](#): 8 páginas.

**Opinião dos analistas sobre a estimativa de duração das atividades do projeto**

**Opinião dos analistas sobre o planejamento da rede de atividades do projeto**

**Recursos Recomendados:**

- [Livro: Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos \(Guia PMBOK\), Project Management Institute](#): Ver capítulo 6.
- [Videaula Gestão e projetos: Revisão de como fazer um diagrama de rede](#): 1 minuto e 30 segundos.
- [PERT/CPM - Notas de aula - Fernando Nogueira](#): 20 páginas.
- [Gerência e Planejamento de Projeto: aula de Engenharia de Software](#): 52 slides.
- [Videaula Administração de projetos - Como elaborar um Diagrama de Rede](#): 10 minutos.

[Opinião dos analistas sobre a estimativa de duração das atividades do projeto](#)

[Opinião dos analistas sobre o planejamento da rede de atividades do projeto](#)

[A solicitação do cronograma do Portal da Rádio Assembleia](#)

Figura 59. Situação problemática periférica: estimativa de duração das atividades.

**A conversa com os analistas de Divisão de Portais para a definição das atividades do projeto**

Conversando com os analistas de Divisão de Portais para a definição das atividades do projeto. O sistema e o portal de Portais, grande parte das integrações pode ser explorada de forma independente.

Na conversa com os analistas de Divisão de Portais, os documentos de caso de uso e outros documentos técnicos disponíveis no diretório do projeto:

- \* 12/04/2009
- \* 12/04/2009
- \* 29/05/2009
- \* 29/05/2009

**Opinião dos analistas sobre o planejamento da rede de atividades do projeto**

Na conversa foi consenso que o desenvolvimento do portal e do sistema pode se dar em paralelo, se partirem de uma especificação detalhada das integrações. Já para a etapa de testes é importante que ambos estejam prontos. Aprovados na etapa de testes, portal e sistema devem ser homologados pelos solicitantes. Só depois da homologação seriam programadas as atividades de implantação do sistema e do portal. O treinamento dos usuários só poderia ser realizado após a homologação, mas poderia ser feito antes da implantação.

**Recursos Recomendados:**

- [Videaula Gestão e projetos: Revisão de como fazer um diagrama de rede](#): 1 minuto e 30 segundos.
- [PERT/CPM - Notas de aula - Fernando Nogueira](#): 20 páginas.
- [Gerência e Planejamento de Projeto: aula de Engenharia de Software](#): 52 slides.
- [Videaula Administração de projetos - Como elaborar um Diagrama de Rede](#): 10 minutos.

[Opinião dos analistas sobre a estimativa de duração das atividades do projeto](#)

[Opinião dos analistas sobre o planejamento da rede de atividades do projeto](#)

[Videaula Gerenciamento de Projetos: Estrutura Analítica do Projeto, UNISOFT](#): Aula com Eduardo Moreira, utilizando a construção de uma casa nova como exemplo de projeto. 7 minutos.

Figura 60. Situação problemática periférica: planejamento da rede de atividades.

## 7.4 Avaliação do ambiente para aprendizagem construído

A avaliação do ambiente para aprendizagem foi realizada pelos gestores de projetos do Departamento de Tecnologia da Informação (DTI) da Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul. O DTI possui 20 servidores efetivos dos quais 12 atuam como gestores em projetos. Dentre os gestores de projetos, 2 estavam em férias e 1 estava em licença-prêmio durante o período do experimento. Dois outros, que participaram do projeto do Portal da Rádio Assembléia, foram dispensados para que o conhecimento prévio sobre as situações do projeto não influenciasse os resultados. Restaram 7 gestores que participaram da avaliação do ambiente para aprendizagem construído.

Os participantes receberam poucas instruções. Foi dito apenas: (1) que se tratava de uma “experiência de aprendizagem em gestão de projetos”, (2) que eles assumiriam um papel em uma história, (3) que teriam materiais disponíveis para estudar o assunto (4) e que responderiam a um questionário de avaliação ao final. O questionário encontra-se no Anexo II e aborda os requisitos para os ambientes definidos no Capítulo 4. Ao final, os participantes foram estimulados a manifestarem livremente suas impressões e considerações.

A seguir serão apresentados os resultados organizados em (1) requisitos para *ambientes complexos de aprendizagem* relacionados ao conhecimento, (2) requisitos para *ambientes complexos de aprendizagem* relacionados ao aluno, (3) princípios da *aprendizagem baseada na ação* e (4) características perseguidas na pesquisa. Os gráficos trazem no plano horizontal uma escala likert de 5 pontos decrescente onde 5 corresponde à “concordo integralmente” e 1 corresponde a “discordo integralmente”. Foram consideradas “concordância” respostas 4 e 5 e “discordância” respostas 1 e 2.

### *Requisitos para ambientes complexos de aprendizagem relacionados ao conhecimento*

Todos os participantes manifestaram concordância com a afirmação “o sistema proporcionou atividades autênticas”. A grande maioria dos participantes manifestou concordar com as afirmações “o sistema proporcionou contextos autênticos”, “a instrução é organizada através de problemas com significado e objetivos apropriados” e “o sistema vinculou todas as atividades de aprendizagem a uma tarefa ou problema central”.

A Figura 61 apresenta o gráfico das respostas para a afirmação “o sistema proporcionou atividades autênticas” que obteve concordância unânime entre os participantes.

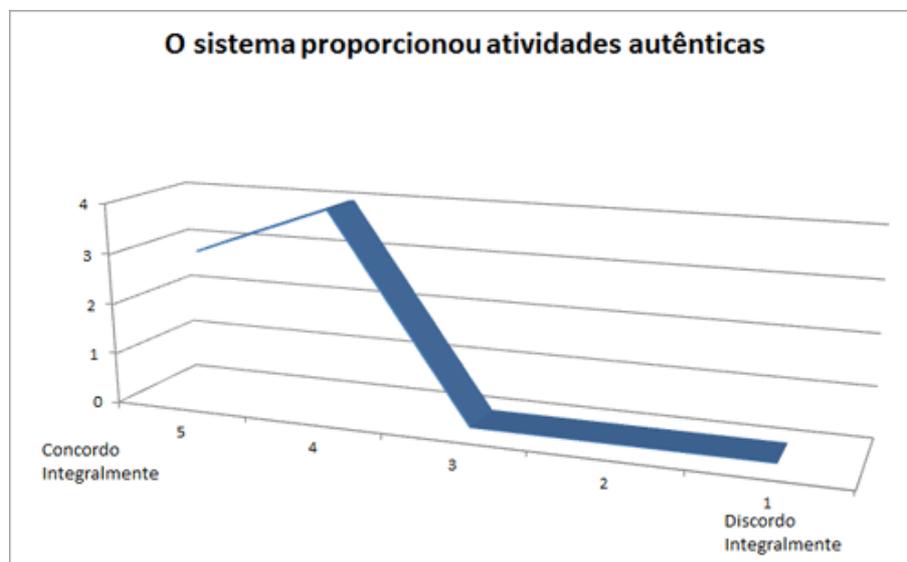


Figura 61. Respostas para a afirmação “o sistema proporcionou atividades autênticas”.

#### *Requisitos para ambientes complexos de aprendizagem relacionados ao aluno*

A grande maioria dos participantes manifestou concordar com as afirmações “o sistema forneceu apoio para resolução de problemas e para o aprendizado com entendimento”, “o sistema proporcionou diferentes perspectivas sobre o problema”, “o sistema fez com que eu “assumisse” a tarefa”, “o sistema proporcionou acesso ao desempenho de especialistas” e “objetos de aprendizagem estavam acessíveis e abertos à experimentação”. Uma pequena parte dos participantes discordou da afirmação “o sistema proporcionou oportunidades de elaboração sobre meus conhecimentos prévios”. Para esta afirmação, alguns participantes se manifestaram de forma neutra, enquanto quase a metade deles concordou.

#### *Princípios da aprendizagem baseada na ação*

Todos os participantes manifestaram concordar com a afirmação “as ações no sistema estão organizadas de forma a despertar a curiosidade”. A grande maioria dos participantes manifestou concordar com as afirmações “o sistema permitiu que eu escolhesse as estratégias para a seleção das informações”, “o sistema permitiu que eu delineasse minhas próprias conclusões” e “o sistema permitiu que eu determinasse

metas explícitas de aprendizagem”. Uma pequena parte dos participantes discordou da afirmação “o sistema permitiu a integração da aprendizagem através da reflexão”. Para esta afirmação, a mesma proporção concordou e os demais se manifestaram de forma neutra. Uma pequena parte dos participantes concordou com a afirmação “o sistema proporcionou oportunidades de elaboração sobre meus conhecimentos prévios”. Para esta afirmação, alguns participantes se manifestaram de forma neutra enquanto a maioria discordou da afirmação.

A Figura 62 apresenta o gráfico das respostas para a afirmação “as ações no sistema estão organizadas de forma a despertar a curiosidade” que obteve unanimidade de concordância entre os participantes.

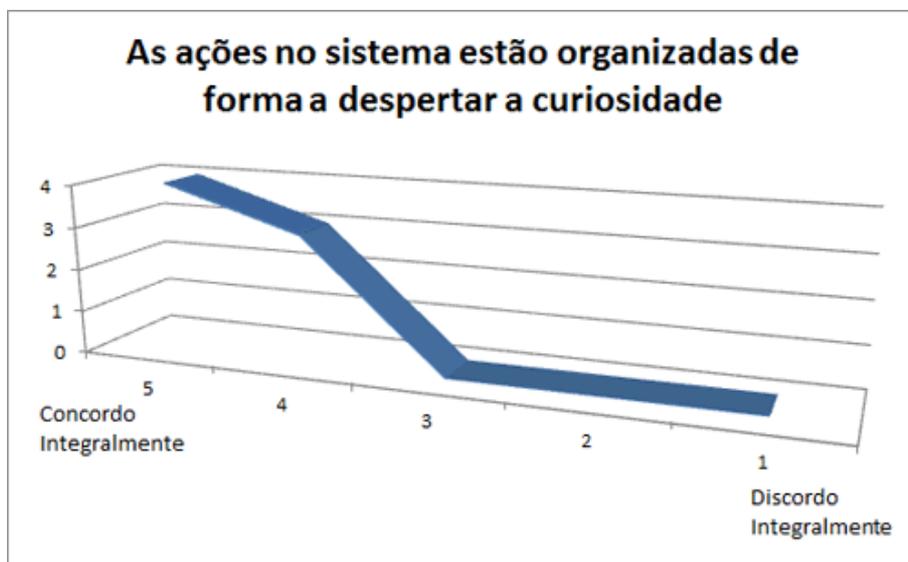


Figura 62. Respostas para a afirmação “as ações no sistema estão organizadas de forma a despertar a curiosidade”.

### *Características perseguidas na pesquisa*

Todos os participantes manifestaram concordar com as afirmações “os recursos instrucionais recomendados pelo sistema estavam contextualizados com a situação problemática” e “os recursos instrucionais recomendados pelo sistema foram úteis no processo de elucidar a situação problemática”. A grande maioria dos participantes manifestou concordar com as afirmações “o sistema proporcionou um ganho de conhecimentos sobre como construir uma EAP”, “eu me sinto mais instrumentado para resolver problemas de gestão de projetos em situações futuras” e “o sistema proporcionou um ganho de conhecimentos sobre gestão de projetos”.

A Figura 63 apresenta o gráfico das respostas para as afirmações “os recursos instrucionais recomendados pelo sistema estavam contextualizados com a situação problemática” e “os recursos instrucionais recomendados pelo sistema foram úteis no processo de elucidar a situação problemática” que obtiveram unanimidade de concordância entre os participantes.

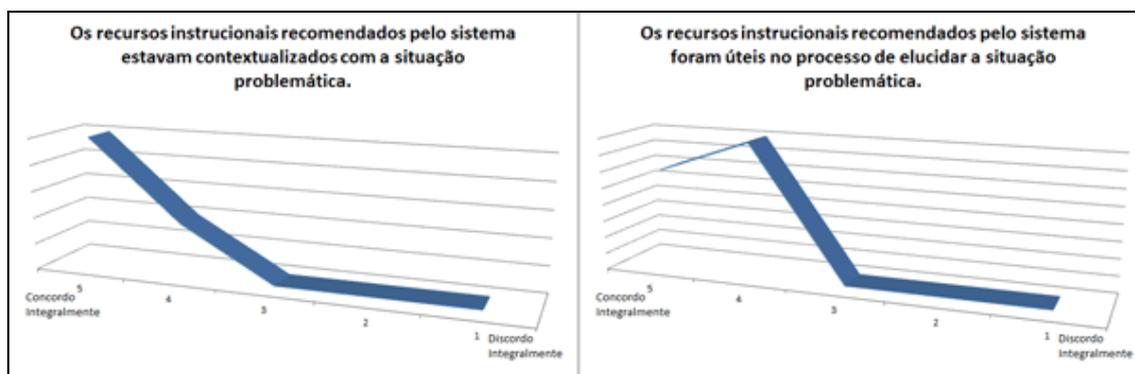


Figura 63. Respostas relativas à recomendação dos recursos instrucionais.

### *Considerações sobre os resultados*

Mesmo que o protótipo avaliado tenha sido um exemplo bastante simplificado das possibilidades da abordagem proposta, as avaliações dos participantes são bastante animadoras. Foi consenso entre os participantes que o sistema proporcionou atividades autênticas, que as ações no sistema estavam organizadas de forma a despertar a curiosidade e que os recursos instrucionais recomendados pelo sistema estavam contextualizados com a situação problemática e foram úteis no processo de elucidá-la. Além disso, a maioria dos participantes concordaram que “*o sistema proporcionou um ganho de conhecimentos sobre gestão de projetos*” e os demais deram respostas neutras, ou seja, não discordaram.

Apesar de não ter sido utilizado nenhum recurso sofisticado e as linhas narrativas serem simples e resumidas, a percepção dos participantes foi de que o contexto e as atividades foram autênticos. Atribui-se esta percepção ao fato de se ter utilizado um projeto real como inspiração para a modelagem didática.

Todos os participantes avaliaram que as ações no sistema estavam organizadas de forma a despertar a curiosidade. Os comentários dos participantes nas entrevistas apresentaram um grau significativo de entusiasmo em relação à atividade realizada. Alguns mencionaram inclusive que gostariam de ter mais tempo para a atividade por ter sido “interessante” e por ainda restarem curiosidades sobre alguns assuntos abordados

no contexto. Estes resultados são sinais de que se acertou na estratégia da abordagem por problemas e que a modelagem didática do ambiente produzido foi bem sucedida.

Nenhuma crítica foi registrada nos comentários dos participantes. Mesmo sendo um grupo que já atua na posição de gestor de projetos, praticamente todos mencionaram terem “aprendido coisas novas” com a atividade realizada.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou evidenciada no transcorrer desta pesquisa a influência da abordagem pedagógica, não só na definição das características das ferramentas para a construção de ambientes para aprendizagem, mas também nos métodos e abordagens para essa construção. Mais do que isso, aparentemente é a combinação das funcionalidades do sistema com a abordagem em sua utilização que determina a obtenção das características desejadas nos ambientes.

O sistema desenvolvido se constitui em um exemplar computacional dos modelos da realidade de Achtenhagen para propósitos instrucionais. A principal dificuldade durante o projeto do software desenvolvido residiu nas questões relacionadas à operacionalização da interface com o aprendiz. A grande questão em aberto era: como criar uma interação sem a utilização de linguagem natural? As situações problemáticas foram a resposta da PBL tanto para estabelecer um mecanismo de interação, quanto para definir a estrutura dos modelos da realidade em uma perspectiva didática.

A proposta de uma recomendação a partir das situações problemáticas, em um primeiro momento, poderia parecer antagônica aos princípios dos mecanismos de recomendação usuais, que em geral estruturam a recomendação a partir de informações dos usuários. Na prática, a recomendação proposta nesta pesquisa operacionaliza a integração entre a arquitetura de modelos da realidade de Achtenhagen e os documentos, vídeos e outros materiais disponíveis, que também constituem conhecimento. Por isso, não só não é antagônica, como pode ser combinada com mecanismos convencionais de recomendação que levem em conta preferências, história de acessos, interesses prévios e outras informações do aprendiz para, por exemplo,

classificar os recursos instrucionais recomendados.

A possibilidade de criar instâncias dos modelos de conhecimentos foi uma contribuição da presente pesquisa. Com as instâncias foi possível utilizar os conceitos estruturais do sistema BIACS para a indexação dos recursos instrucionais genéricos, permitindo a integração do conhecimento com as várias facetas de um problema.

O ambiente para aprendizagem em gestão de projetos construído na presente pesquisa se tratou de um primeiro teste para avaliar as possibilidades do ferramental desenvolvido. Para uma utilização em currículos de Administração de Empresas seriam necessárias expansões e melhorias na modelagem didática a fim de deixar o ambiente mais rico de possibilidades e desafios. A utilização de melhores recursos de produção como, por exemplo, vídeos para a apresentação das situações problemáticas, poderiam contribuir para o ambiente ficar mais atraente e realístico. Ainda, a integração com repositórios de bibliotecas digitais podem simplificar as atividades de modelagem didática, através da disponibilidade instantânea de recursos instrucionais já selecionados e catalogados.

Seria, também, necessário desenvolver junto ao sistema os fatores sociais e relacionados à avaliação. Uma forma poderia ser desenvolver atividades em grupo utilizando as situações problemáticas como referência, realizando avaliações sobre resultados produzidos pelos aprendizes a partir das instruções dos ambientes. Ferramentas de comunicação também poderiam ser incorporadas, permitindo aos grupos de aprendizes discussões sobre o tema e compartilhamento de idéias ou informações com tutores e colegas.

Neste cenário, uma nova avaliação se faria necessária, em uma escala maior: por grupos maiores e em prazos mais longos, integrado ao currículo da disciplina.

A busca por um ferramental capaz de dar suporte à construção de ambientes para aprendizagem que proporcionem ganho de conhecimento para aprendizes em Administração não se encerra aqui. Mas um firme passo foi dado no sentido de se propor a adoção de modelos de aprendizagem onde o aprendiz seja o sujeito do processo de aprendizagem e a aprendizagem desenvolvida seja, tanto quanto possível, durável, flexível, funcional, significativa, generalizável e aplicável aos contextos para os quais se supõe que os aprendizes devam ser preparados para enfrentar.

## REFERÊNCIAS

ACHTENHAGEN, F. Criteria for the development of complex teaching-learning environments. **Instructional Science**, v. 29, p. 361-380, 2001.

ADDA, M.; VALTCHEV, P.; MISSAOUI, R.; DJERABA, C. Toward Recommendation Based on Ontology- Powered Web-Usage Mining. **IEEE, Internet Computing**. 2007.

ADOMAVICIUS, G.; TUZHILIN, A. Toward the Next Generation of Recommender Systems: A Survey of the State-of-the-Art and Possible Extensions. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering** vol. 17, no. 6, p. 734-749, 2005.

AFFELDT, F. S. – **Desenvolvimento e aplicação de um modelo construtivista para o ensino de administração**. 2011. 264f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração. Porto Alegre (2011).

BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In W. H. Gijsselaers (Ed.), **New directions for teaching and learning** (Vol. 68, (pp. 3–11)). San Francisco: Jossey-Bass, 1996.

BORGO, S.; CARRARA, M.; GARBACZ, P.; VERMAAS, P. A formal ontological perspective on the behaviors and functions of technical artifacts. **Proceedings of the Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing (AIEDAM)**, Vol. 23, pp. 3-21, 2009.

CANALES A, et al. Adaptive and intelligent web based education system: Toward an integral architecture and framework. **Expert Systems with Applications** n 33 p. 1076 - 1089, 2007

CHECKLAND, P. Systems Thinking, Systems Practice. **John Wiley**, Chinchester, 1981.

CLARK, R; NGUYEN, F.; SWELLER, J. Efficiency in Learning: Evidence-based Guidelines to Manage Cognitive Load. **Pfeiffer**, San Francisco, 2006.

FEINBERG, S.; MURPHY, M. Applying cognitive load theory to the design of web-based instruction. **Proceedings of the 18<sup>th</sup> Annual ACM international Conference on Computer Documentation: Technology & Teamwork**. Cambridge, Massachusetts, 2000.

FERREIRA-SATLER, M.; ROMERO, F.; MENENDEZ-DOMINGUEZ, V.; ZAPATA, A.; PRIETO, M. Fuzzy ontologies-based user profiles applied to enhance e-learning activities. **Springer Soft Comput.** V. 16, p. 1129-1141, 2012.

FREEMAN, M.A.; CAPPER, J.M. Obstacles and opportunities for technological innovation in business teaching and learning. **The International Journal of Management Education**, 2000.

FROES, M. F. - **Sistema para construção de ambientes de aprendizagem com instrução centrada em modelos.** 2007. 57f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração. Porto Alegre, (2007).

GIJBELS, D.; VAN DE WATERING, G.; DOCHY, F.; VAN DEN BOSSCHE, P. New learning environments and constructivism: The students' perspective. **Instructional Science**, vol. 34, p. 213–226, 2006.

HENDRY, G.D., FROMMER, M., WALKER, R.A. Constructivism and problem-based learning. **Journal of Further and Higher Education** 23(3): 359–371, 1999.

IEEE Learning Technology Standards Committee. IEEE Computer Society. Standard for Learning Technology – Learning Technology Systems Architecture (LTSA) – **IEEE Std. 1484.1-2003.**

IMS Global Learning Consortium. IMS Abstract Framework: White Paper, **IMS**, July 2003.

JONASSEN, D. H.; IONAS, I. G. Designing effective supports for causal reasoning. **Education Tech Research Dev.** n. 56, p. 287-308, 2008.

KANELLOPOULOS, D.; KOTSIANTIS, S.; PINTELAS, P. Ontology-Based Learning Applications: a development methodology. **Proceedings of the 24<sup>th</sup> IASTED International Multi-Conference of Software Engineering**, 2006.

KARAGIORGI, Y.; SYMEOU, L. Translating constructivism into instructional design: potential and limitations. **Educational Technology & Society**, vol. 8, no. 1, p. 17-27, 2005.

KLOPPENBORG, T.; BAUCUS, S. Project Management in Local Nonprofit Organizations: Engaging Students in Problem-Based Learning. **Journal of Management Education**, vol. 28, no. 5, p. 610-629, 2004.

LIAO, S.; KAO, K.; LIAO, I.; CHEN, H.; HUANG, S. PORE: a personal ontology recommender system for digital libraries. **The Electronic Library.** V. 27, n. 3, p. 496-508, 2009.

LIAO, I.; HSU, W.; CHENG, M.; CHEN, L. A library recommender system based on a personal ontology model and collaborative filtering technique for English collections. **The Electronic Library.** V. 28, n. 3, p. 386-400, 2010.

LÓPEZ-NORES, M.; BLANCO-FERNÁNDEZ, Y.; PAZOS-ARIAS, J. J.; GIL-SOLLA, A. Property-based collaborative filtering for health-aware recommender systems. **Expert Systems with Applications**, vol.39, p. 7451–7457, 2012.

LOYENS, S. M. M.; GIJBELS, D. Understanding the effects of constructivist learning environments: introducing a multi-directional approach. **Instructional Science** vol. 36, no. 1, p. 351-357, 2008.

LOYENS, S. M. M.; MAGDA, J.; RIKERS, R. Self-Directed Learning in Problem-Based Learning and its Relationships with Self-Regulated Learning. **Educ Psychol Rev**, vol. 20, p. 411–427, 2008.

MAIDEL, V.; SHOVAL, P.; SHAPIRA, B.; TAIEB-MAIMON, M. Ontological content-based filtering for personalized newspapers: A method and its evaluation. **Online Information Review**. V. 34, n. 5, p. 729-756, 2010.

MARTINEZ, L.; PEREZ, L.; BARRANCO, M.; ESPINILLA, M. Improving the effectiveness of knowledge based recommender systems using incomplete linguistic preference relations. **International Journal of Uncertainty**. V. 16, n. 2, p. 33-56, 2008.

MIDDLETON, S.; DE ROURE, D.; SHADBOLT, N. Capturing knowledge of user preferences: ontologies in recommender systems. **Proceedings of the 1st International Conference on Knowledge Capture**, Victoria, British Columbia, Canada, ACM, New York, NY, pp. 100-7, 2001.

MIDDLETON, S.; SHADBOLT, N.; DE ROURE, D. Ontological user profiling in recommender systems. **ACM Transactions on Information Systems**, Vol. 22 No. 1, pp. 54-88, 2004.

MILLER, G. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. **The Psychological Review**. V. 63, p. 81-97, 1956.

MONDADORI, M. G.; SANTOS, E. R. . Uma proposta de princípios para a construção de ambientes de aprendizagem com orientação construtivista para o ensino em administração. **RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 4, p. 1, 2006.

MONDADORI, M. G. – **Desenvolvimento de ambientes complexos de aprendizagem baseados em computador aplicados à Administração**. 2006. 94f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração. Porto Alegre, (2006).

NARAYANAN, S.; KOPPAKA, L.; EDALA, N.; LORITZ, D.; DALEY, R. Adaptive Interface for Personalizing Information Seeking. **Cyberpsychology & Behavior**. V. 7, n. 6, p. 683-688, 2004.

O'DROMA M.; GANCHEV I.; MCDONNELL F.; Architectural and functional design and evaluation of e-learning VUIS based on the proposed IEEE LTSA reference model. **Internet and Higher Education** n. 6 p. 263 – 276, 2003.

PARIS A. et al. Developing an Architecture for the Software Subsystem of a Learning Technology System – an Engineering Approach. **0-7695-1013-2 IEEE**, 2001.

PELLEGRINO, J. Complex learning environments: Connecting learning theory, Instructional Design, and Technology. In: SEEL, N.; DIJKSTRA, S. Curriculum, Plans, and Process in Instructional Design – International Perspectives. **Lawrence Erlbaum Associates**, p. 25-49, 2004.

PIANEZZOLA, T. – **Representação de conhecimentos para instrução centrada em modelos em ambientes complexos de aprendizagem**. 2007. 73f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração. Porto Alegre, (2007).

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBok). 4. Ed. PMI Standard – ANSI, 2008.

PRAWAT, R.S. Promoting access to knowledge, strategy, and dispositions in students: a research synthesis. **Review of Educational Research**, 59, 1-41, 1989.

REVANS, R. Action learning. Chartwell-Bratt: **Bromley**, 1982.

RUSSELL, A.L., CREEDY, D., DAVIS, J. The use of contract learning in PBL. In S.E. Chen, S.E. Cowdroy, A.J. Kingsland and M.J. Ostwald, (eds), **Reflections on problem based learning**, pp. 57–72, Sydney: Australian Problem Based Network, 1994.

SAVERY, J.; DUFFY, T. The Problem based learning: an instructional model and its constructivist framework. In: WILSON, B., **Designing constructivist learning environments**, Englewood Cliffs: Educational Technology Publications, p. 135-148, 1995.

SAVIA, E.; KOSKINEN, T.; JOKELA, S. Metadata based matching of documents and user profiles. **Proceedings of the 8th Finnish Artificial Intelligence Conference, STeP'98**, University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland. 1998.

SEEL, N.; DIJKSTRA, S. Curriculum, Plans, and Processes in Instructional Design. **International Perspectives, Lawrence Erlbaum Associates**, London, p. 385, 2004.

SENDHILKUMAR, S.; GEETHA, T. Personalized ontology for web search personalization. **Proceedings of the 1st Bangalore Annual Compute Conference**, Bangalore, India, 18-20 January 2008, Compute '08, ACM, New York, NY, pp. 1-7, 2008.

SHERWOOD, A. Problem-Based Learning in Management Education: A Framework for Designing Context. **Journal of Management Education**. V. 28, n. 5, p. 536-557, 2004.

SIAU K., ERICKSON J, YUNN L. Theoretical vs. Practical Complexity: The Case of UML. **Journal of Database Management**. Hershey: Jul-Sep 2005. Vol.16, Num. 3; pg. 40, 18 pgs, 2005.

SIMONS, P.R.J. Constructive learning: The role of the learner. In T.M. Duffy, J. Lowyck, D.H. Jonassen (Eds.), **Designing environments for constructive learning** (pp. 291-313). Berlin: Springer, 1993.

SIMONS, R. J., VAN DER LINDER, J., & DUFFY, T. New learning: Three ways to learn in a new balance. In R. J. Simons, J. van der Linden & T. Duffy (Eds.), **New learning** (pp. 1–20). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

TSAI, K.; CHIU, T.; LEE, M.; WANG, T. A learning objects recommendation model based on the preference and ontological approaches. In: **Proceedings of the sixth IEEE international conference on advanced learning technologies, ICALT '06**. IEEE Computer Society, Washington, DC, pp 36–40, 2006.

WEE, L; KEK, M; KELLEY, C. Transforming the marketing curriculum using problem-based learning: a case study. **Journal of Marketing Education**, vol. 25, no. 2, p. 150-162, 2003.

WINKEL, W.; RIKERS, R.; LOYENS, S.; SCHMIDT, H. Influence of Learning Resources on Study Time and Achievement Scores in a Problem-based Curriculum. **Advances in Health Sciences Education**. 11:381–389, 2006.

WINN, W. Current trends in educational technology research: the study of learning environments. **Educational Psychology Review**, vol. 14, no. 2, p. 331-251, 2002.

WISUTTIKUL, T.; BOONMEE C.; A study of coaching assisted system using learning object value model, 0-7803-8560-8. **IEEE**, 2004.

YLI-KOIVISTO, J.; PUUSTJARVI, J CoMet: an electronic newspaper prototype, Workshop on XML in Digital Media. **Proceedings of the 8th International Conference on Distributed Multimedia Systems (DMS'2002)**, pp. 703-7, 2002.

## Anexo I – Questionário de Avaliação do Ambiente para Aprendizagem

Questionário	Concordo integralmente			Discordo integralmente	
	5	4	3	2	1
1.1 O sistema permitiu testes e expansões	5	4	3	2	1
1.2 O sistema permitiu a integração da aprendizagem através da reflexão	5	4	3	2	1
1.3 O sistema permitiu que eu delineasse minhas próprias conclusões	5	4	3	2	1
1.4 As ações no sistema estão organizadas de forma a despertar a curiosidade	5	4	3	2	1
1.5 O sistema permitiu que eu determinasse metas explícitas de aprendizagem	5	4	3	2	1
1.6 O sistema permitiu que eu escolhesse as estratégias para a seleção das informações	5	4	3	2	1
2.1 A instrução é organizada através de problemas com significado e objetivos apropriados	5	4	3	2	1
2.2 O sistema proporcionou contextos autênticos	5	4	3	2	1
2.3 O sistema proporcionou atividades autênticas	5	4	3	2	1
2.4 O sistema vinculou todas as atividades de aprendizagem a uma tarefa ou problema central	5	4	3	2	1
3.1 O sistema forneceu apoio para resolução de problemas e para o aprendizado com entendimento	5	4	3	2	1
3.2 O sistema proporcionou acesso ao desempenho de especialistas	5	4	3	2	1
3.3 O sistema proporcionou diferentes perspectivas sobre o problema	5	4	3	2	1
3.4 Objetos de aprendizagem estavam acessíveis e abertos à experimentação por parte dos estudantes	5	4	3	2	1
3.5 O sistema proporcionou oportunidades de elaboração sobre meus conhecimentos prévios	5	4	3	2	1
3.6 O sistema fez com que eu “assumisse” a tarefa	5	4	3	2	1
4.1 O sistema proporcionou um ganho de conhecimentos sobre gestão de projetos.	5	4	3	2	1
4.2 O sistema proporcionou um ganho de conhecimentos sobre como construir uma EAP.	5	4	3	2	1
4.3 Os recursos instrucionais recomendados pelo sistema estavam contextualizados com a situação problemática.	5	4	3	2	1
4.4 Os recursos instrucionais recomendados pelo sistema foram úteis no processo de elucidar a situação problemática.	5	4	3	2	1
4.5 Eu me sinto mais instrumentado para resolver problemas de gestão de projetos em situações futuras	5	4	3	2	1

## Anexo II – Descrição dos procedimentos para diagnóstico

### Início

Evento topo recebe DC em mãos  
 Se evento topo recebe desvio de comportamento  
 Então  
 Nó de partida recebe DC em mãos  
 Nó gerador recebe DC em mãos  
 Marca o nó de partida como já pesquisado  
 Valora o Nó-Gerador  
 Senão (se evento-topo = comportamento normal de um dispositivo de segurança com DC como CO então)  
 Nó de partida recebe condição de operação do comportamento normal em mãos  
 Nó gerador recebe condição de operação do comportamento normal em mãos  
 Marca o nó de partida como já pesquisado  
 Valora o Nó Gerador

### Fim

### Procedimento VALORA O NÓ GERADOR

#### Início

Se o nó gerador tem um DC como condição de operação  
 Então  
 DC em análise recebe condição de operação (do nó gerador)  
 Decide quanto à valoração de DCs (procedimento)  
 Se o nó-gerador for o nó de partida  
 Então  
 Interpreta e imprime a solução  
 Sai do bloco  
 Senão  
 Nó gerador recebe nó gerador anterior do nó gerador atual  
 Valora o Nó gerador

#### Senão

Se o nó gerador tem falhas associadas ou tem DCs, como causas  
 Então  
 Valora o conjunto das Falhas e DCs (procedimento)  
 Se o nó gerador for o nó de partida  
 Então  
 Interpreta e imprime a solução  
 Sai do bloco  
 Senão  
 Nó gerador recebe nó gerador anterior do nó gerador atual  
 Valora o Nó-Gerador

Senão (o nó gerador não tem falhas associadas nem DC como causas, nem DC como CO)

Se o nó gerador for o nó de partida  
 Então  
 Interpreta e imprime a solução quando não há causas  
 Sai do bloco  
 Senão  
 Nó gerador recebe no gerador anterior do nó gerador atual  
 Valora o Nó Gerador

### Fim

### Procedimento DECIDE QUANTO À VALORAÇÃO DE DCs

#### Início

Se o DC em análise ainda não está valorado  
 Então  
 Se o DC em análise ainda não foi pesquisado  
 Então  
 Dá valor para pesquisa (procedimento)  
 Se o valor para pesquisa do DC for igual a Falso  
 Então  
 Marca o DC em análise como já pesquisado  
 Senão  
 Nó gerador recebe DC em análise  
 Valora o Nó Gerador

#### Senão

Se o DC em análise tem como CO um DC  
 Então  
 Sai do bloco  
 Senão  
 Toma-se o próximo DC com Portão = Portão em mãos para exame  
 Se não há mais DCs  
 Então  
 Se valor for diferente de não é possível saber  
 Então  
 Valor recebe Sem Valor  
 Sai do bloco  
 Senão  
 Sai do bloco  
 Senão  
 Decide quanto à valoração de DCs  
 Senão {se o DC em mãos tem valor é porque já foi pesquisado}  
 Fim

#### **Procedimento VALORA O CONJUNTO DAS FALHAS E DCs**

Início  
 Se o nó-gerador tem falhas {no mínimo 1 falha associada} e tem DCs como Causas {pelo menos 1}  
 Então  
 Valora o Conjunto das Falhas (procedimento)  
 Se o valor do conjunto das falhas não for Verdadeiro  
 Então  
 Valora o conjunto dos DCs (procedimento)  
 Dá valor ao conjunto das falhas e DCs (procedimento)  
 Senão  
 Se o nó gerador tem falhas {no mínimo 1 Falha associada}  
 Então  
 Valora o conjunto das falhas (procedimento)  
 Senão  
 Valora o Conjunto dos DCs  
 Fim

#### **Procedimento VALORA O CONJUNTO DOS DCs**

Início  
 Toma o primeiro DC do conjunto das causas do nó gerador  
 Faça Enquanto houver DCs do conjunto a serem valorados  
 Caso do portão do DC em mãos:  
 Início  
 I: pesquisa e testa com procedimento para portão “ou”  
 II: pesquisa e testa com procedimento para portão “e”  
 III: pesquisa e testa com procedimento para portão “k de n”  
 IV: pesquisa e testa com procedimento para portão “de segurança”  
 Fim  
 Se valor do conjunto dos DCs deste portão for verdadeiro  
 Então  
 Sai do bloco  
 Senão  
 Verifica se há algum DC ainda não valorado no conjunto de DCs que são causas do nó-gerador  
 Se há  
 Então  
 Portão do DC em mãos = portão do primeiro DC escolhido acima  
 Senão  
 Sai do bloco  
 Obtém o valor do conjunto dos DCs  
 Fim

#### **Procedimento VALORA O CONJUNTO DE FALHAS**

Início  
 Repete  
 Dá valor à Falha em Mãos (procedimento)  
 Se a falha em análise for verdadeira  
 Então  
 O valor do conjunto das falhas recebe o valor Verdadeiro  
 Sai do bloco de repetição

Senão  
 Se valor da falha em análise for Suposto Verdadeiro  
 Então  
 O valor provisório do conjunto das falhas recebe valor provisório Suposto Verdadeiro  
 Senão  
 Se valor da falha em análise for não é possível saber  
 Então  
 Se o valor provisório do conjunto das falhas não é Suposto Verdadeiro  
 Então  
 O conjunto das falhas recebe valor provisório não é possível saber  
 Senão  
 Se o valor provisório do conjunto das falhas não é Suposto Verdadeiro nem não é possível saber  
 Então  
 O conjunto das falhas recebe valor provisório falso  
 Toma-se a próxima falha associada  
 Até (Falha em análise for Verdadeiro) ou (não há mais falhas)  
 Se Falha em análise não for Verdadeiro  
 Então  
 Valor do conjunto das falhas recebe valor provisório do conjunto das falhas  
 Fim

### **Procedimento DÁ VALOR PARA PESQUISA (para o DC em análise)**

Início  
 Toma como consequência o primeiro DC do DC em análise  
 Enquanto há mais uma consequência e valor do DC para pesquisa for falso  
 Início  
 Se verbo indica for falso ou consequência for nó-gerador ou equivalente for falso  
 Então  
 Se não há próxima consequência  
 Então  
 Sai do bloco  
 Senão  
 Busca em mãos a próxima consequência  
 Senão { verbo indica é verdadeiro }  
 Busca valor da consequência  
 Se valor for Falso  
 Então  
 Valor para pesquisa do DC recebe valor Verdadeiro  
 Senão  
 Se valor for Verdadeiro  
 Então  
 Valor provisório recebe Verdadeiro  
 Se não há próxima consequência  
 Então  
 Sai do bloco  
 Senão  
 Busca em mãos a próxima consequência  
 Senão  
 Se valor for não é possível saber  
 Então  
 Se valor provisório não for Verdadeiro  
 Então  
 Valor provisório recebe não é possível saber  
 Senão  
 Se não há próxima consequência  
 Então  
 Sai do bloco  
 Senão  
 Busca em mãos a próxima consequência  
 Fim  
 Se (equivalente = falso) ou ((valor para pesquisa do DC for falso) e (valor provisório for não é possível saber))  
 Então  
 Busca em mãos a próxima consequência  
 Enquanto há mais uma consequência DC e valor para pesquisa do DC for falso  
 Início  
 Se verbo indica da consequência DC for falso ou a consequência DC for o nó gerador  
 Então

Se não tem próxima consequência DC  
Então  
  Sai do bloco  
Senão  
  Toma a próxima consequência DC  
Senão { verbo indica é verdadeiro }  
  Busca o valor da consequência DC  
  Se valor for Falso  
  Então  
    Valor para pesquisa do DC recebe valor Verdadeiro  
  Senão  
    Se não tem próxima consequência DC  
    Então  
      Sai do bloco  
    Senão  
      Toma a próxima consequência DC  
Fim  
Se Valor para pesquisa do DC for Verdadeiro  
Então  
  Valor para pesquisa do DC em análise recebe valor  
Senão  
  Valor para pesquisa do DC em análise = Sem Valor  
Fim

## Anexo III – Dicionário de Dados

Acionamento			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idAcionamento	INTEGER	NOT NULL	identificador do acionamento
Acionado	INTEGER	NOT NULL	identificador do dispositivo acionado
Acionador	INTEGER	NOT NULL	identificador do dispositivo acionador
Tipo	INTEGER	NOT NULL	normal com falha normal com falha

Adjacente			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idAdjacente	INTEGER	NOT NULL	identificador da relacao de adjascencia
idSituacaoProblematicaDestino	INTEGER	NOT NULL	identificador da primeira situacao problematica selecionada
idSituacaoProblematicaOrigem	INTEGER	NOT NULL	identificador da segunda situacao problematica selecionada

Associacao			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idAssociacao	INTEGER	NOT NULL	identificador da associacao
idConsequencia	INTEGER	NOT NULL	identificador da propriedade consequencia
idCausa	INTEGER	NOT NULL	identificador da propriedade causa
Tipo	INTEGER	NOT NULL	1 - condicao de operacao 2 - desvio de comportamento de um mesmo dispositivo desde que ambos não sejam relativos ao mesmo comportamento normal 3 - desvio de comportamento de dispositivos distintos 4 - desvio de comportamento e uma falha do mesmo dispositivo 5 - desvio de comportamento e uma falha de um outro dispositivo 6 - é condicao de (desvio de comportamento de um dispositivo é a condicao para a ocorrencia do comportamento normal de outro dispositivo)
tipoPortao	INTEGER	NULL	1 - serie 2 - paralelo 3 - k de n
K	INTEGER	NULL	numero K
N	INTEGER	NULL	numero N

ComportamentoNormal			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idPropriedade	INTEGER	NOT NULL	identificador do comportamento normal
idParametro	INTEGER	NULL	identificador do parametro
idCondicaoDeOperacao	INTEGER	NULL	identificador da condicao de operacao
idDesvioDeComportamento	INTEGER	NULL	identificador do desvio de comportamento

<b>CondicaoDeOperacao</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idCondicaoDeOperacao	INTEGER	NOT NULL	identificador da condicao de operacao
Descricao	VARCHAR(500)	NOT NULL	texto descritivo da condicao de operacao

<b>Configuracao</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idConfiguracao	INTEGER	NOT NULL	identificador da configuracao
idSituacaoProblematica	INTEGER	NOT NULL	identificador da situacao problematica
idPropriedade	INTEGER	NOT NULL	identificador da propriedade
Tipo	INTEGER	NOT NULL	0 - simulacao 1 - diagnostico 2 - lista

<b>DesvioDeComportamento</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idPropriedade	INTEGER	NOT NULL	identificador do desvio de comportamento
idComportamentoNormal	INTEGER	NOT NULL	identificador do comportamento normal
idQuantificador	INTEGER	NULL	identificador do quantificador

<b>Dispositivo</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idDispositivo	INTEGER	NOT NULL	identificador do dispositivo
Pai	INTEGER	NULL	identificador do dispositivo imediatamente superior na hierarquia de dispositivos
Nome	VARCHAR(500)	NOT NULL	Texto que nomina o dispositivo
Verbo	VARCHAR(1)	NULL	fornece ou indica: identifica a acao do dispositivo
Configuracao	VARCHAR(20)	NULL	1 - serie 2 - paralelo ativo 3 - kn
DeSeguranca	VARCHAR(1)	NULL	Flag que indica se o dispositivo trata-se de um dispositivo de seguranca
Situacao	INTEGER	NULL	1 - Ativo 2 - Inoperante
K	INTEGER	NULL	numero do K
N	INTEGER	NULL	numero do N
idModelo	INTEGER	NOT NULL	identificador do modelo

<b>Dominio</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idDominio	INTEGER	NOT NULL	identificador do dominio
Nome	VARCHAR(200)	NOT NULL	texto descritivo do dominio

<b>Falha</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idPropriedade	INTEGER	NOT NULL	identificador da falha
idParametroDeProjeto	INTEGER	NOT NULL	identificador do parametro de projeto
idQuantificador	INTEGER	NULL	identificador do quantificador

<b>IndiceInstancia</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idIndiceInstancia	INTEGER	NOT NULL	identificador do indice da instancia
idRecursoInstrucional	INTEGER	NOT NULL	identificador do recurso instrucional
idInstancia	INTEGER	NOT NULL	identificador da instancia
Descricao	TEXT	NULL	descricao do indice
Ordem	INTEGER	NULL	ordem do indice

<b>IndiceModelo</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idIndiceModelo	INTEGER	NOT NULL	identificador do indice de modelo
idRecursoInstrucional	INTEGER	NOT NULL	identificador do recurso instrucional
idPropriedade	INTEGER	NOT NULL	identificador da propriedade
Descricao	TEXT	NULL	texto descritivo do indice
Ordem	INTEGER	NULL	ordem dos recursos no indice da propriedade

<b>IndiceSituacao</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idIndiceSituacao	INTEGER	NOT NULL	identificador do indice de situacao problematica
idRecursoInstrucional	INTEGER	NOT NULL	identificador do recurso instrucional
idSituacaoProblematica	INTEGER	NOT NULL	identificador da situacao problematica
Descricao	TEXT	NULL	texto descritivo do indice
Ordem	INTEGER	NULL	ordem de exibicao dos recursos na situacao problematica

<b>Instancia</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idInstancia	INTEGER	NOT NULL	identificador da instancia
Nome	VARCHAR(500)	NOT NULL	nome da instancia
idModelo	INTEGER	NOT NULL	identificador do modelo

<b>InstanciaDispositivo</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idInstanciaDispositivo	INTEGER	NOT NULL	identificador da relacao de um dispositivo com uma instancia
idInstancia	INTEGER	NOT NULL	identificador da instancia
idDispositivo	INTEGER	NOT NULL	identificador do dispositivo
Situacao	INTEGER	NOT NULL	0 - dispositivo nao esta na instancia 1 - dispositivo esta na instancia

<b>InstanciaPropriedade</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idInstanciaPropriedade	INTEGER	NOT NULL	identificador da relacao de uma propriedade com uma instancia
idInstancia	INTEGER	NOT NULL	identificador da instancia
idPropriedade	INTEGER	NOT NULL	identificador da propriedade
Situacao	INTEGER	NOT NULL	0 - propriedade nao esta na instancia 1 - propriedade esta na instancia

<b>Modelo</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idModelo	INTEGER	NOT NULL	identificador do modelo
Descricao	VARCHAR(500)	NOT NULL	Texto descritivo do modelo

<b>Parametro</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idParametro	INTEGER	NOT NULL	identificador do parametro
Descricao	VARCHAR(500)	NOT NULL	texto descritivo do parametro

<b>ParametroDeProjeto</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idPropriedade	INTEGER	NOT NULL	identificador do parametro de projeto
idParametro	INTEGER	NULL	identificador do parametro

<b>Propriedade</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idPropriedade	INTEGER	NOT NULL	identificador da propriedade
idDispositivo	INTEGER	NOT NULL	identificador do dispositivo
Tipo	INTEGER	NOT NULL	1 - Desvio de Comportamento 2 - Comportamento Normal 3 - Parametro de Projeto 4 - Falha
Descricao	VARCHAR(500)	NULL	texto descritivo da propriedade
ValorMaximo	INTEGER	NULL	valor maximo da propriedade
ValorMinimo	INTEGER	NULL	valor mínimo da propriedade
idUnidade	INTEGER	NULL	identificador da unidade

<b>Quantificador</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idQuantificador	INTEGER	NOT NULL	identificador do quantificador
Descricao	VARCHAR(500)	NOT NULL	nulo(a) não nulo(a) normal insuficiente excessivo(a) inadequado(a)

<b>RecursoInstrucional</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idRecursoInstrucional	INTEGER	NOT NULL	identificador do recurso instrucional
Titulo	VARCHAR(500)	NOT NULL	título descritivo do recurso instrucional
Tipo	INTEGER	NOT NULL	0 - Arquivo 1 - Link 2 - Texto
Caminho	VARCHAR(500)	NULL	endereço do recurso instrucional
Descricao	TEXT	NULL	texto descritivo do recurso instrucional
Categoria	INTEGER	NOT NULL	0 - generico (conhecimentos genericos, relacionados aos modelos dos conhecimentos)  1 - especifico (conhecimentos relacionados as situacoes problematicas)
Formato	INTEGER	NOT NULL	0 - Texto 1 - Video 2 - Apresentacao 3 - Audio 4 - Imagem 5 - Animacao 6 - Outro

<b>SituacaoProblematica</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idSituacaoProblematica	INTEGER	NOT NULL	identificador da situacao problematica
idDominio	INTEGER	NOT NULL	identificador do dominio
Titulo	VARCHAR(500)	NOT NULL	texto do titulo da situacao problematica
Descricao	TEXT	NULL	texto descritivo da situacao problematica
flagInicio	INTEGER	NOT NULL	0 - nao inicial 1 - inicial
Tipo	INTEGER	NOT NULL	0 - normal 1 - periferica

<b>Unidade</b>			
Nome	Tipo	Null	Descricao
idUnidade	INTEGER	NOT NULL	identificador da unidade
Descricao	VARCHAR(500)	NOT NULL	texto descritivo da unidade