**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANTONIO SIEMSEN MUNHOZ**

# UM MODELO PARA CRIAÇÃO, USO E ARMAZENAMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM FLEXÍVEIS

Tese de Doutorado

Florianópolis

2007

ANTONIO SIEMSEN MUNHOZ

# UM MODELO PARA CRIAÇÃO, USO E ARMAZENAMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM FLEXIVEIS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Engenharia de produção.

Orientadora: Profª Alice Theresinha Cybis Pereira, PhD.

Florianópolis, SC

2007

Antonio Siemsen Munhoz

Um modelo para criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis

Esta tese foi julgada e aprovada para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção.

Florianópolis, 12 de Julho de 2007

_____

Professor Antonio Sérgio Coelho, Dr.

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**Banca Examinadora:**

_____

Alice Theresinha Cybis Pereira, PhD. Orientadora

_____

Professor Tarcisio Vanzin, Doutor. Universidade Federal de Santa Catarina

_____

Professor Ricardo Triska, Doutor. Universidade Federal de Santa Catarina

_____

Professor Marília Matos Gonçalves, Doutor. Universidade Federal de Santa Catarina

_____

Professor Francisco A. Pereira Fialho, Doutor. Universidade Federal de Santa Catarina

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao profissional docente que se vê colocado sob o imperativo da formação continuada e permanente. Um processo de qualificação no qual, a aquisição do conhecimento se processa como a comprovação da capacidade de auto-aprendizagem do ser humano.

## AGRADECIMENTOS

Registro o meu agradecimento pessoal a muitas pessoas que colaboraram para o bom termo deste trabalho de pesquisa. A compreensão de minha orientadora com os impedimentos de saúde foi um dos fatores determinantes para sua conclusão. O apoio dos familiares foi decisivo. As conversas acadêmicas permeadas pela amizade e desprendimento de muitos outros professores completaram um quadro de superação.

**SUMÁRIO**

LISTA DE FIGURAS ..... 12

LISTA DE TABELAS ..... 14

LISTA DE SIGLAS ..... 16

RESUMO ..... 18

1 CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO ..... 20

1.1 Motivação para o estudo e Tema da Pesquisa ..... 20

1.2 Questões da pesquisa ..... 21

1.3 Objetivos ..... 22

1.4 Procedimentos Metodológicos ..... 22

1.5 Delimitação da pesquisa ..... 23

1.6 Justificativa, Relevância e Ineditismo ..... 24

1.7 Estrutura do trabalho ..... 26

2 CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA ..... 27

2.1 Definição dos objetos de aprendizagem ..... 27

2.2 Os grupos de estudo ..... 28

2.3 O estado da arte ..... 29

2.4 Fundamentos dos objetos de aprendizagem ..... 30

2.5 Tecnologia subjacente aos objetos de aprendizagem ..... 32

2.6 Metadados ..... 34

2.7 Repositórios de objetos de aprendizagem (ROA) ..... 35

2.8 Interoperabilidade ..... 36

2.9 Projeto de objetos de aprendizagem ..... 36
2.10 Procura e recuperação de objetos de aprendizagem ..... 41
2.11 Reutilização de objetos de aprendizagem ..... 46
2.12 Granularidade ..... 47
2.13 Uso dos objetos de aprendizagem ..... 48
2.14 Benefícios no uso dos objetos de aprendizagem ..... 50
2.15 Tipos de objetos de aprendizagem ..... 51
2.16 Perspectivas futuras ..... 53
2.17 Síntese do capítulo ..... 55
3 CAPÍTULO 3 – O FERRAMENTAL UTILIZADO ..... 56
3.1 Banco de dados como meio de armazenamento ..... 56
3.2 O uso da plataforma de *software* livre ..... 57
3.3 O desenvolvimento de um SGDB ..... 59
3.4 A indicação do SGDB ..... 60
3.5 Escopo da aplicação ..... 62
3.6 O projeto lógico ou esquema conceitual ..... 64
3.7 O projeto físico ..... 66
3.8 Questões de interface ..... 67
3.9 Usabilidade ..... 68
3.10 Síntese do capítulo ..... 71
4 CAPÍTULO 4 – O MODELO PROPOSTO ..... 72
4.1 O esquema conceitual do repositório de objetos de aprendizagem ..... 72

4.2 Formas de uso ..... 77
4.3 Pesquisas ..... 77
4.4 A tecnologia wiki ..... 77
4.5 Rotas de aprendizagem nos sistemas LCMS ..... 78
4.6 Exemplo das modificações ..... 79
4.7 O esquema conceitual da base de dados ..... 81
4.8 Diagramas MER e DER ..... 82
4.9 Relacionamentos ..... 83
4.10 Chaves primárias ..... 88
4.11 Chaves secundárias únicas ..... 89
4.12 Chaves secundárias com múltiplos valores ..... 89
4.13 Atributos das entidades de dados do sistema ..... 90
4.13.1 Atributos da entidade Instituição ..... 91
4.13.2 Atributos da entidade Usuários ..... 92
4.13.3 Atributos da entidade Repositório ..... 93
4.13.4 Atributos da entidade áreas do conhecimento ..... 94
4.13.5 Atributos da entidade subáreas do conhecimento ..... 95
4.13.6 Atributos da tabela de atividades ..... 96
4.13.7 Atributo da tabela de mídias ..... 96
4.13.8 Atributos da tabela de propriedades ..... 97
4.13.9 Atributos da entidade objetos ..... 98
4.13.10 Atributos da entidade instâncias ..... 100
4.13.11 Atributos da entidade rota da aprendizagem ..... 101

4.14 Os Atributos da entidade metadados do sistema ..... 102
4.15 Rotinas de manutenção ..... 104
4.16 Detalhamento das rotinas de manutenção ..... 104
4.16.1 Rotinas de manutenção ..... 105
4.16.2 Tabela modelo para atividades de manutenção ..... 106
4.16.3 Modalidade transação e integridade referencial ..... 106
4.17 Manutenção de dados da instituição ..... 107
4.18 Manutenção de usuários ..... 108
4.19 Manutenção de repositório ..... 110
4.20 Manutenção de areas do conhecimento ..... 112
4.21 Manutenção de subárea do conhecimento ..... 113
4.22 Manutenção de atividades ..... 114
4.23 Manutenção de midias ..... 115
4.24 Manutenção de propriedades ..... 116
4.25 Manutenção de objetos ..... 117
4.26 Inclusão de novos objetos ..... 118
4.26.1 Procedimentos de inclusão ..... 119
4.26.2 Procedimentos pós-inclusão do objeto ..... 120
4.27 Exclusão de objetos ..... 123
4.28 Alteracao ou derivação (inclusão) de objetos ..... 123
4.29 Atualização dos dados lom-i3e ..... 125
4.30 Consultas ..... 126

4.30.1 Tipos de consulta ..... 126
4.30.2 Consulta a entidades particulares ..... 127
4.30.3 Consulta aos dados LOM-I3E ..... 128
4.31 Consulta expandida ..... 131
4.32 Síntese do Capitulo ..... 133
5 CAPITULO 5 - APLICACOES DO MODELO ..... 134
5.1 Introdução ..... 134
5.2 Programa de qualificação / ava ..... 134
5.2.1 A proposta ..... 134
5.2.2 O plano de qualificação docente ..... 136
5.2.3 O detalhamento do módulo TRE001 ..... 139
5.2.4 O detalhamento do módulo TRE002 ..... 139
5.2.5 O detalhamento do módulo tre003 ..... 140
5.2.6 Detalhamento do módulo tre004 - projeto instrucional ..... 141
5.2.7 Apresentação da estrutura do primeiro módulo ..... 145
5.2.8 Apresentação da estrutura do segundo módulo ..... 150
5.2.9 Perspectivas futuras ..... 153
5.3 Portal comunitário para acesso ao repositório ..... 156
5.3.1 Entrada de usuários associados ..... 158
5.3.2 Pesquisas para não associados ..... 158
5.4 Ampliação da aplicacão hiperlivro ..... 159
5.5 Conclusões do capítulo ..... 161
6 CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES ..... 162

6.1 Considerações Finais ..... 162

6.2 Trabalhos futuros ..... 169

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 171

ANEXO 01 – PADRÃO LOM – LEARNING OBJECT METADATA ..... 178

ANEXO 02 – PADRÃO SCORM - SHARABLE CONTENT OBJECT REFERENCE MODEL ..... 184

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa conceitual Metodologia, Formatação, citação. 38

Figura 2 - Site do projeto RIVED 42

Figura 3 - Resultado de pesquisa no projeto RIVED 43

Figura 4 - Tela de entrada do projeto LABVIRT 44

Figura 5 - Extrato tela entrada site EDUSOURCE 44

Figura 6 - Tela de entrada do projeto LEARNING NETWORKS 45

Figura 7 - Repositório com objetos de aprendizagem 73

Figura 8 - Expansão de um objeto individual 74

Figura 9 – O objeto, suas características e instâncias 75

Figura 10 – conteúdo de uma propriedade particular 76

Figura 11 – Versão original do objeto 79

Figura 12 – Visão de uma instância particular 80

Figura 13 – Visão de uma instância particular com uma nova propriedade 81

Figura 14 - Modelo E-R 86

Figura 15 - Representação de atributos (notação em círculos) 87

Figura 16 - Representação de atributos (diagrama retangular) 88

Figura 17 - Atributos entidade instituição 91

Figura 18 – Atributos da entidade usuários 92

Figura 19 - Atributos da entidade repositório 93

Figura 20 - Atributos da entidade áreas do conhecimento 94

Figura 21 - Atributos da entidade subáreas do conhecimento 95

Figura 22 - Atributos da entidade atividades 96

Figura 23 - Atributos da entidade Mídias 97

Figura 24 - Atributos da entidade propriedades ..... 98
Figura 25 - Atributos da entidade objetos de aprendizagem ..... 99
Figura 26 - Atributos entidade instâncias ..... 100
Figura 27 - Atributos da entidade rota de aprendizagem ..... 102
Figura 28 - modelo para atividades de manutenção de entidades ..... 106
Figura 29 - Criação dos diretórios de propriedades de um objeto ..... 120
Figura 30 - Chamado aos professores ..... 143
Figura 31 - Área de cursos ..... 146
Figura 32 - TRE001 ..... 146
Figura 33 - Rota de aprendizagem ..... 147
Figura 34 - Entrada no TRE001 ..... 148
Figura 35 - Navegação TRE001 ..... 149
Figura 36 - Interface básica TRE001 ..... 149
Figura 37 - Objetos de aprendizagem do TRE001 ..... 150
Figura 38 - Entrada TRE002 ..... 151
Figura 39 - Rotas de Aprendizagem TRE002 ..... 151
Figura 40 - Rota de aprendizagem TRE002 ..... 152
Figura 41 - Metodologia da pesquisa ..... 154
Figura 42 - Aula 4 – Metodologia ..... 155
Figura 43 - Aula 04 - Metodologia - Material de leitura ..... 156
Figura 44 - Exemplo de uso de um repositório ..... 157
Figura 45 - Resultado da consulta ao portal ..... 159
Figura 46 - conteúdo de curso TRE002 ..... 167

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Benefícios dos objetos de aprendizagem ..... 50

Tabela 2 - Tipos de Objetos de Aprendizagem ..... 52

Tabela 3 - Entidades - Relacionamentos ..... 85

Tabela 4 - Chaves primárias dos arquivos ..... 89

Tabela 5 - Chaves secundárias com valores únicos ..... 89

Tabela 6 - Chaves secundárias com valores múltiplos ..... 90

Tabela 7 - Manutenção de Instituição ..... 107

Tabela 8 – Manutenção de usuários ..... 109

Tabela 9 - Manutenção de instituição ..... 111

Tabela 10 - Manutenção de áreas ..... 113

Tabela 11 - Manutenção de subáreas ..... 113

Tabela 12 – Manutenção de atividades ..... 114

Tabela 13 – Manutenção de atividades ..... 115

Tabela 14 - Manutenção de propriedades ..... 116

Tabela 15- Criação de objetos ..... 119

Tabela 16- Envio dos arquivos das propriedades do objeto ..... 121

Tabela 17 – Inclusão das instâncias ..... 122

Tabela 18 - Derivação de novos objetos ..... 125

Tabela 19 - Tabela de consulta a entidades ..... 127

Tabela 20 - Tabela de consulta aos dados LOM-I3E ..... 129

Tabela 21 - Apresentação dos objetos consultados ..... 130

Tabela 22 - Tabela para consulta expandida ..... 131

Tabela 23 - Consulta expandida (propriedade) ..... 132

Tabela 24 - Visão do objeto pesquisado ..... 132

Tabela 25 - Detalhamento módulo TRE002 ..... 140

Tabela 26 - Detalhamento módulo TRE003 ..... 141

Tabela 27 - Conteúdos módulo TRE004 ..... 142

## LISTA DE SIGLAS

ADL - Advanced Distributed Learning.

ALF – Australian Learning Federation

API – Application programming interface

ASTD – American Society for Training & Development

AVA – Ambientes Virtuais de Aprendizagem

CMS – Content Management System

COP - Curriculum Online Project

FSF – Free Software Foundation

FSFLA – Free Software Foundation of Latin America

GNU – Projeto iniciado por Richard Stallman em 1984 com a intenção de criar um sistema operacional totalmente livre.

GPL – General Public License

I3E (IEEE) - Institute of Electrical and Electronics Engineers

IMS – Information Management System

IMS Global. IMS – Global Learning Consortium Inc

JOT – Journal of Object Technology

LCMS – Learning and Content Management System

LMS – Learning management system

LOR – Learning objects repository

LOM – Learning objects Metadata

ROA – Repositório de objetos de aprendizagem

SCORM – Sharable Content Object Reference Model

SGDB – Sistemas de Gerenciamento de Bases de Dados

TNF – Terceira Forma Normal

URL – Uniform Resource Locator,

VLDB – Very Large Database

## RESUMO

A pesquisa investiga os objetos de aprendizagem considerados como uma nova tecnologia educacional capaz de proporcionar a produção de materiais didáticos de qualidade, em múltiplos meios, para uso nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem. O estudo do estado da arte destes elementos identifica uma lacuna na sua criação e uso de maneira flexível. Este fato direciona o estudo no sentido de criar um modelo facilitador para atendimento desta necessidade. O compartilhamento de materiais produzidos e constantemente melhorados de forma colaborativa traz a promessa de superar a dificuldade que os docentes têm para produção destes materiais com características diferenciadas que permitam superar a ausência de encontros presenciais. A perspectiva de reutilização destes materiais transformados em objetos de aprendizagem vai diminuir os custos de produção. Nos dias atuais, eles representam grande percentual no montante das despesas totais dos cursos oferecidos no ambiente virtual. O baixo grau de reutilização é creditado à sua contextualização a situações particulares. A individualidade na produção dos materiais coloca dúvidas quanto sua qualidade. A falta de flexibilidade dificulta o seu uso de forma extensiva, como prevê a indústria. A combinação de ferramentas tecnológicas e adequação pedagógica podem permitir que estes problemas sejam superados. A decomposição de idéias complexas em pequenos blocos de informação que sejam reprogramáveis, com apoio de uma metodologia educacional apropriada, é uma das principais propostas desta nova tecnologia. Suas propriedades são a facilidade de acesso, uso *on-line* e *on-demand*, reutilização em contextos diferenciados, flexibilidade para adaptação a contextos individuais e uso polimorfo em situações diferenciadas. O trabalho desenvolvido apresenta um modelo de infra-estrutura para criação e uso flexível desta nova tecnologia que utiliza o produto final de alguma ferramenta pedagógica (por exemplo, os mapas conceituais) para identificar candidatos a objetos de aprendizagem e aplica a orientação a objetos, com a finalidade de lhe conferir as propriedades esperadas e que caracterizam os objetos de aprendizagem. Com os mapas conceituais é possível atingir graus de granularidade variados e independentes de contexto. Com aplicação da orientação a objetos, já aplicada com sucesso nas atividades de programação, a esta nova tecnologia educacional é possível obter graus diversos de flexibilidade. De forma complementar o estudo engloba a investigação sobre questões de padronização (LOM e SCORM) que buscam facilitar a localização e recuperação destes elementos e de forma conseqüente seu uso e disseminação. Um elemento complementar, o projetista instrucional, não apresentado na proposta inicial, se destacou como uma possibilidade de melhoria de qualidade dos materiais produzidos. Verificou-se a importância de sua atuação como elemento de ligação entre os docentes, seus principais usuários, e adequação entre necessidades pedagógicas e possibilidades tecnológicas. Ele identifica atividades e define as formas mais indicadas de apresentação dos conteúdos, respeitando a linguagem dos múltiplos meios de apresentação disponíveis na sociedade da informação e da comunicação. O modelo foi confrontado com proposições de pesquisas diversas e verificada a sua validade confirmando as expectativas previstas A infra-estrutura proposta neste trabalho passa a ser sugerida para a criação de repositórios de objetos de aprendizagem (ROA) em instituições de pesquisa e ensino.



PALAVRAS-CHAVE: Objetos de Aprendizagem; Repositórios de dados; Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

**ABSTRACT**

The research goes into the learning objects reputed as a new educational technology able to provide the production of didactics materials of quality, in multiples resources, to use in Virtual Learning Environments. The study of the state of art of these elements identifies a lack of flexibility in its creation and use. This fact conducts this study in the meaning to create a facilitator pattern to attend to this necessity. The sharing of materials produced and constantly improved in a collaboration way brings the promise of overcoming the difficulty that teaching staff has in relation to the production of these materials with differentiated characteristics that allow to overcome the lack of presence meetings. The perspective of reusability of these transformed materials in learning objects is going to reduce the costs of production. Nowadays, they represent great percentage in the amount of total expenses of the courses offered in virtual environments. The low degree of reusability is credited to its contextualization to private situations. The individuality in the production of the materials puts doubts to its quality. The lack of flexibility makes difficult its use in an extensive way, as the industry has anticipated. The combination of technological tools and pedagogical adequacy can allow these problems to be overcome. The decomposition of complexes ideas in small blocks of information that is reprogrammable, with support of an appropriate educational methodology, is one of the main proposals of this new technology. Their properties are the facility of accessing, the use *on-line* and *on-demand*, to be reusable in differentiated contexts, flexibility to adaptation to individual contexts and polymorph use in differentiated situations. The work developed presents an infra-structure model to creation and flexible use of this new technology that uses the final product of any pedagogical tool ( for example, the conceptual maps) to identify candidates to learning objects and apply object orientation programming technique, with the purpose to give desired properties that characterizes the learning objects. With the conceptual maps is possible to reach varied degrees of granularity and context independent. With application of objects orientation, applied already with success in the programming activities, to this new educational technology is possible to get several degrees of flexibility. In a complementary way the study embodies the investigation about standardization questions (LOM and SCORM) that tries to facilitate the localization and recuperation of these elements and, consequently, its use and dissemination. A complementary element, the instructional designer, not presented in the initial proposal, is pointed out as a possibility of quality improvement in the production of didactic materials. It was verified the importance of its performance as a connection element among the teachers, their main users, and the adequacy between pedagogical needs and technological possibilities. The instructional designer identifies activities and defines the most indicated forms of contents presentation, respecting the language of the multiples ways of presentation available in the information and communication society. The model was confronted with propositions of several researches and verified its validity confirming the anticipated expectations. An infra-structure proposal in this work passes to be suggested to the creation of learning objects repositories in research and teaching institutions.

KEY-WORDS: Learning Objects; Data Repositories; Virtual Learning Environments.

# 1 CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivação para o estudo e Tema da Pesquisa

O reconhecimento da Educação a Distância (EAD) no Brasil e a multiplicação da oferta de cursos nesta modalidade tornam freqüente o uso dos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Estes ambientes são controlados por sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (*LCMS - Learning and Content Management System*). Eles combinam os sistemas de gerenciamento de conteúdo (*CMS – Content Management System*), os sistemas de gerenciamento de aprendizagem (*LMS – Learning Management System*) e tendem a serem transformados em sistemas de gerenciamento de informação (*IMS – Information Management System*). Eles simulam a metáfora de um "campus virtual" para atender as necessidades acadêmicas dos alunos.

Apesar do fator resistência característico ao novo, o uso da tecnologia da informação na mediação da comunicação entre alunos e professores tornou-se inevitável. O relacionamento entre atores separados pelo tempo e espaço exige material didático diferenciado e recursos digitais para o ensino e aprendizagem no AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem.

Diversos pesquisadores (FLEMING E COELHO, 2007. WILEY, 2006. SCHAUN, 2002 e outros) consideram que os materiais didáticos produzidos para EAD ainda não apresentam condições de incentivar uma maior participação e colaboração do aluno posta como uma das condições fundamentais para o sucesso das atividades de ensino e aprendizagem nos ambientes virtuais.

No material colocado no ambiente virtual, a insuficiência de metadados dificulta a compreensão dos conteúdos, das tarefas e dos objetivos propostos, uma exigência no processo educativo que têm como característica a ausência parcial ou total de encontros presenciais. Os produtos encontrados no ambiente virtual, de uma forma geral, se mostram pouco eficientes como formas de alterar a linearidade da ação e incentivar a

interatividade do aluno. Estas constatações revelam deficiência no uso das possibilidades de comunicação, trazidas pela convergência de múltiplos meios (multimídia e hipermídia), como auxiliares no processo de ensino e aprendizagem. Um dos desafios nesta mediação é preencher a lacuna observada no uso e reutilização de materiais didáticos de forma compartilhada. De uma forma geral eles se mostram pouco eficientes como formas de alterar a linearidade dos textos e incentivar a interatividade do aluno. A ausência do uso compartilhado e reutilização deste material adicionam a todas as iniciativas um grande diferencial de custo. A ausência de facilidade para acesso e alteração, torna pouco atraente a sua utilização. A convergência destes fatos desperta o interesse imediato pelo estudo de uma nova tecnologia educacional denominada "objetos de aprendizagem" (*Learning Objects*).

Esta pesquisa está centrada na tecnologia educacional denominada "objetos de aprendizagem". Segundo BECK (2007) eles representam uma nova maneira de pensar sobre conteúdos de aprendizagem. Seu uso abre uma nova perspectiva para a produção de materiais didáticos diferenciados para os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA).

## 1.2 Questões da pesquisa

As seguintes questões de pesquisa orientaram o desenvolvimento desta tese:

- Como projetar uma infra-estrutura para criação, edição e armazenamento de materiais didáticos que permita superar a dificuldade observada na reutilização de materiais desenvolvidos e armazenados em meios digitais?
- Como permitir que, sobre esta estrutura, sejam construídos caminhos de aprendizagem com uso de múltiplas mídias, adaptadas a contextos diferenciados, personalizáveis de modo a atender necessidades pedagógicas ou contextos regionais?

- Como orientar para a possibilidade de sua configuração, de acordo com características individuais de aprendizagem dos participantes de cursos ofertados no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)?

## 1.3 Objetivos

O objetivo geral desta tese consiste em propor um modelo para criação e uso de objetos de aprendizagem flexíveis que permita aos docentes, produtores ou não de materiais, e aos estudantes atuantes em cursos ofertados em Ambientes Virtuais de Aprendizagem, a combinação e edição de produtos resultantes do armazenamento de conhecimento especialista sistematizado.

Como objetivos específicos têm-se:

- Modelar uma infra-estrutura que permita a construção de caminhos de aprendizagem diferenciados que visa à adaptação a variados contextos pedagógicos e regionais.
- Modelar uma infra-estrutura que permita o uso de múltiplas mídias interligadas.

## 1.4 Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa é de natureza exploratória e prevê as etapas de:

- Levantamento e análise do estado da arte desta nova área do conhecimento: objetos de aprendizagem.
- Discussão sobre a importância dos objetos de aprendizagem no sentido dos benefícios financeiros e pedagógicos que podem advir de sua utilização.

- Busca sobre a utilidade dos objetos de aprendizagem e como eles podem ser desenvolvidos, armazenados, recuperados e combinados para criar caminhos diferenciados de aprendizagem, que reutiliza conhecimento especialista armazenado sobre diversas formas e com objetivos educacionais específicos.

- Identificação de repositórios de Objetos de aprendizagem existentes para perceber suas características.

- Analisar contextos de criação, armazenamento e uso de objetos de aprendizagem, observados pela ótica da reutilização e da flexibilidade.

- Verificar a adequação da aplicação da técnica de programação de orientação a objetos ao contexto educacional.

Esta pesquisa torna-se de natureza aplicada quando se:

- Seleciona a orientação a objetos como técnica de programação a ser aplicada no modelo.

- Delineia e detalha um modelo para criação, armazenamento e uso destes objetos de aprendizagem.

- Analisa e comprova em um sistema real e implantado a sua aplicabilidade (PQD/AVA).

- Analisa a evolução desta aplicação com a sugestão do uso de um portal (ROA/UFSC).

- Analisa uma aplicação similar (HIPERLIVRO) cuja funcionalidade comprova, via indireta, a utilidade do modelo proposto.

## 1.5 Delimitação da pesquisa

O estudo está delimitado na **criação de uma infra-estrutura flexível para criação e uso dos objetos de aprendizagem**, como pequenos pedaços de

conhecimento, aplicados à disseminação de conteúdos multidisciplinares, em múltiplos meios (hipermídia) e que podem ser relacionados para montagem de processos mais complexos.

As questões de granularidade que definem os melhores candidatos para objetos de aprendizagem, são consideradas como estabelecidas em etapa anterior à fase de cadastramento e recuperação. Elas estão na dependência direta de um projeto instrucional e o uso de ferramentais específicos (mapas mentais, mapas conceituais) que visam transformar idéias complexas em conceitos simplificados, que sejam independentes do contexto e possam ser reunidas para a criação de situações de aprendizagem particulares.

A questão de recuperação via metadados padronizados, ainda é objeto de pesquisas e há nove grupos de trabalho propostos. Neste campo de atuação o trabalho está delimitado na apresentação do resultado dos estudos do grupo LOM – I3E. No modelo proposto vai ser deixado na infra-estrutura condições para o armazenamento, exploração e ampliação do registro de dados, sem que isto exija reconstrução da estrutura, já que há uma separação entre o objeto e os metadados que os compõe em termos de espaço de armazenamento. Esta forma de tratamento dos dados característicos dos objetos pode ensejar que na estrutura sejam inseridos controles mais delineados durante o ciclo de vida do projeto.

A interoperabilidade representa um campo específico de estudo dentro da conceituação das características de um objeto de aprendizagem e também é objeto de pesquisas como uma área nova. Vista desta forma, ela será citada no projeto em seu estado da arte. O cadastramento dos objetos de aprendizagem na infra-estrutura atende esta necessidade, de acordo com as orientações da padronização SCORM em constante evolução e mutação, com intenção de criar de padrões de mercado.

## 1.6 Justificativa, Relevância e Ineditismo

A oferta de cursos na modalidade da educação a distância está em evolução constante. É clara a tendência de uso da Internet como base para a disseminação de

conteúdos. Este fato se deve às possibilidades quase infinitas presentes nas ramificações da rede e que, segundo CARMO (2007), encontra seu limite apenas na imaginação dos professores e alunos que queiram tirar proveito dela. MORAN (2006), um dos especialistas no uso da Internet como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, considera que muitas escolas estão em fase de migração para este ambiente, a exemplo do que se faz em todo o mundo, o que permite dar continuidade ao processo educacional fora da limitação das paredes das salas de aula presenciais.

O material didático é considerado por ARÉTIO (1994) como primeiro elemento utilizado como forma de superar a ausência de encontros presenciais, que procura inovar as formas de comunicação bidirecional entre docente e aluno. NEDER (2003) considera que, por prescindir de relações face a face, a oferta de cursos em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) exige um processo de interlocução permanente, que considera o material didático como o instrumento sobre o qual esse diálogo deve ocorrer. É preciso não esquecer que este material deve contar com toda a infra-estrutura de um curso a distância em termos de tutores e suporte *online*.

LITWIN (2001) postula que o material assim considerado deve apresentar um formato diversificado para incentivar o diálogo e a interação. A autora considera que sua produção consome grande parte dos custos dos cursos ofertados nesta modalidade. ARÉTIO (1994) considera que o seu desenvolvimento exige qualidade e flexibilidade. Estes e outros pesquisadores convergem em considerar a impossibilidade de se utilizar o mesmo material desenvolvido como livro texto para os ambientes presenciais, nos cursos ofertados no ambiente virtual.

A relevância do estudo dos objetos de aprendizagem é apresentada sob dois enfoques diferenciados e que são tradicionalmente conflitantes: o capital e o pedagógico. No que diz respeito ao capital ela se afirma na possibilidade de que uma comunidade que compartilha e reutiliza conhecimentos armazenados em formatos diversos, diminua sensivelmente os custos com a produção de materiais. No que diz respeito ao pedagógico, ela se afirma na possibilidade de que uma comunidade compartilhe e reutilize conhecimentos armazenados.

A partir daí, podem ser criadas novas visões e analisar resultados obtidos em contextos diferenciados. Assim pode-se conseguir dar a um processo de industrialização da educação, que se configura como inevitável, a qualidade que a soma de conhecimentos e ações de especialistas unidos sob objetivos comuns possa trazer ao processo de ensino e aprendizagem no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).

Estas considerações destacam o ineditismo deste estudo que investiga e propõe formas inovadoras de criar e disseminar materiais desenvolvidos com qualidade, colaboração, flexibilidade e facilmente recuperáveis.

## 1.7 Estrutura do trabalho

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica na forma de apresentação do estado da arte dos objetos de aprendizagem na atualidade. O terceiro capítulo apresenta o ferramental utilizado ou de utilização sugerida para que se defina o grau de granularidade de um objeto de aprendizagem, considerado estabelecido quando se opta pela utilização do modelo proposto. No quarto capítulo apresenta o modelo Entidade e Relacionamento proposto (E-R) e o levantamento de atributos e definição das rotinas desenvolvidas e sugeridas para desenvolvimento durante o ciclo de vida do sistema proposto. O quinto capítulo apresenta uma aplicação do modelo desenvolvida para formação de docentes (PQD/AVA) utilizando objetos de aprendizagem, a sua evolução para um vortal de acesso (ROA/UFSC) e a análise de uma aplicação similar, para verificar a aplicabilidade dos conceitos estabelecidos no modelo em uma aplicação específica (hiperlivro). O sexto capítulo apresenta as conclusões sobre os estudos desenvolvidos e sugestões que possam ser utilizadas em pesquisas futuras, tendo em conta que este ramo da ciência é considerado ainda em sua infância.

# 2 CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta conceitos, definições, o estado da arte dos objetos de aprendizagem na atualidade e as suas principais características. São descritos alguns repositórios existentes na atualidade, em nível nacional e internacional que ainda estão em estado embrionário.

## 2.1 Definição dos objetos de aprendizagem

O grupo de estudos LOM - *Learning Object Metadata*, estabelecido pelo IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, considera um objeto de aprendizagem como qualquer entidade digital ou não digital, que pode ser utilizada para aprendizagem, educação ou treinamento. WYLEY (2000) restringe o conceito e considera apenas entidades digitais, fato que é levado em conta no trabalho, visto que ele se aplica aos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA).

McGREAL (2004) amplia este conceito e considera os objetos de aprendizagem como instrumentos tecnológicos que:

1. Permitem e facilitam o uso de conteúdo educacional on-line.
2. Estão sujeitos a especificações internacionais e padrões de operabilidade e reutilização por diferentes aplicações e em contextos de aprendizagem diferenciados.
3. São identificados por metadados que facilitam sua busca e acesso nos repositórios nos quais ficam disponíveis (Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROA) / *Learning Objects Repository* - *LOR*.).
4. Têm um objetivo educacional e um processo de avaliação de seus resultados.

   (Adaptado de McGREAL, 2004).

Para este trabalho, se considera que um objeto de aprendizagem:

- É qualquer **recurso digital** com conteúdo educacional reutilizável em contextos diferenciados.
- É **encapsulado** em uma lição ou um conjunto de lições.
- É **agrupado** em unidades, módulos, cursos.
- Inclui um **propósito** de aprendizagem.
- Inclui um processo de **avaliação**.
- Pode ser composto por **textos, figuras, animações, som, vídeo, simulações, avaliações,** agrupadas sob uma das formas descritas.

## 2.2 Os grupos de estudo

O estudo dos objetos de aprendizagem como área ainda emergente divide-se em nove grupos de interesse em sua padronização:

1. **"categoria geral"** que descrevem as informações gerais dos objetos de aprendizagem como um todo.
2. **"categoria ciclo de vida"** que definem a história e o estado da arte da área do conhecimento.
3. **"categoria meta dados"** que oferecem dados sobre os dados que descrevem os objetos de aprendizagem.
4. **"categoria técnica"** que trabalham sobre os requisitos e características técnicas dos objetos de aprendizagem.
5. **"categoria educacional"** que trabalham sobre as características educacionais e pedagógicas dos objetos de aprendizagem.
6. **"categoria de direitos"** que trabalham sobre questões de propriedade intelectual e condições de uso dos objetos de aprendizagem.
7. **"categoria de relacionamento"** que definem os relacionamentos entre diferentes objetos de aprendizagem.
8. **"categoria anotação"** que providenciam comentários sobre o uso educacional dos objetos de aprendizagem e informações sobre quando e por quem os comentários foram criados.

9. **“categoria classificação”** que descrevem o objeto de aprendizagem em relação a um sistema particular de classificação.

## 2.3 O estado da arte

O desapontamento e frustração com os objetos de aprendizagem são grandes, frente às expectativas criadas de ambos os lados, daqueles que os utilizam e daqueles que os desenvolvem. No Brasil o crescimento dos repositórios de objetos de aprendizagem (ROA) ainda é muito pequeno. RODRIGUES (2007) considera que há um desconhecimento sobre seu conceito e idéias incorretas sobre o que é um objeto de aprendizagem.

Outro problema destacado por NASH (2006) circunscreve-se no campo da pesquisa por estes objetos. Proliferam denominações que o autor descreve como: *knowledge objects* – objetos de conhecimento; *educational objects* – objetos educacionais; *knowledge chunks* – pedaços de conhecimento; *digital objects* – objetos digitais; *digital educational computer programs* – programas educacionais de computador e assim por diante. Para evitar este problema foram criados os **órgãos padronizadores**. Eles definem regras. Estas regras não interferem neste trabalho, mas se recomenda atenção à necessidade de seu conhecimento e atendimento.

A partir destes fatos é recomendável seguir a orientação de NASH (2006) que considera como **problemas ainda pendentes** na área de criação e uso de objetos de aprendizagem:

1. **Não são reutilizáveis** na medida esperada (granularidade elevada e dependência de contexto).
2. **Não são intercambiáveis** (problema de interoperabilidade).
3. **Não são localizáveis** por problemas de classificação (problemas com os metadados e diversidade de padronizações).
4. Apresentam **qualidade altamente variável** (criação não compartilhada).

Este trabalho inclui como problema a resolver:

5. **Não são utilizados pelo docente** de acordo com as expectativas sugeridas pela indústria de software. Fato que decorre da falta uma infra-estrutura sobre a qual, via uma interface intuitiva entre o homem e a

máquina de alta usabilidade, o docente possa **criar, armazenar, usar, alterar, combinar e reutilizar** estes elementos. Sua existência torna a atividade atraente devido sua elevada **flexibilidade**.

Este último item representa o problema claramente identificável, dentro da limitação do universo da pesquisa e a inovação proposta, com a aplicação dos fundamentos da tecnologia de orientação a objetos aos materiais educacionais.

## 2.4 Fundamentos dos objetos de aprendizagem

A evolução tecnológica coloca novos paradigmas. Um dos principais relaciona-se com o processo de ensino e aprendizagem e diz respeito à forma de desenvolvimento de materiais em multimeios e sua disseminação, que tem em mente facilitar a aprendizagem no ambiente virtual.

Segundo WILEY (2006) a tecnologia que se apresenta como candidata a assumir o papel de facilitar a produção de materiais altamente flexíveis, denomina-se “objetos de aprendizagem”. Eles são elementos com alto potencial de reutilização, geração, adaptabilidade e escalabilidade (GIBBONS, NELSON E RICHARDS, 2006). O autor pontua esta tecnologia como um novo tipo de instrução baseada em computadores fundamentada no paradigma da orientação a objeto, que segundo DAHAL e NYGAARD (2005) consiste na criação de objetos que podem ser reutilizados em múltiplos contextos.

Ainda hoje, os projetistas instrucionais trabalham na perspectiva da montagem de materiais lineares ou com baixa interatividade. Eles são fixos e exigem consideráveis atividades de manutenção ou adaptação ou o uso de materiais complementares, quando aplicados a diferentes contextos ou utilizados por um docente diferente. Com este novo aparato os projetistas instrucionais podem desenvolver pequenos “pedaços” de informação a partir de áreas de conhecimento específicas. Eles podem ser reutilizados tantas vezes quantas forem consideradas necessárias em diferentes contextos de aprendizagem, o que facilita a adaptação às características particulares e ritmos de

aprendizagem individuais. Eles podem ser acessados por qualquer número de pessoas simultaneamente, sempre em sua última versão.

Ao representar o conceito de “pequenos pedaços de informação”, fica implícita a sugestão de sua divisão ou agrupamento de vários elementos em um só, segundo necessidades particulares. Os objetos de aprendizagem apresentam como propriedades:

- **Estão disponíveis para acesso *just-in-time***.
- **São adaptáveis às características individuais dos usuários**.
- **São acessáveis *on-demand***.
- **São desenvolvidos com as características da tecnologia da orientação a objetos, inicialmente voltada para o desenvolvimento de sistemas e agora inserida no contexto educacional**.

As definições emanadas a partir de um grupo de pesquisadores sobre o assunto na Universidade de *Wisconsin*, em seu centro de recursos on-line (*Wisc-Online Resource Center*) consideram estes elementos como:

- Uma nova forma de pensar sobre os conteúdos de aprendizagem como pequenos “**pedaços de informação**”, menores que cursos, módulos ou unidades. Objetos interativos que exigem de 2 a 15 minutos para serem completados.
- **Pequenos e independentes** “pedaços” de conhecimento para interações armazenadas em um grande banco de dados (repositórios de dados), que podem ser apresentados como componentes de aprendizagem ou referenciados como informações a partir das quais podem ser criados novos conhecimentos.
- Utilizadores de uma **estratégia instrucional** clara, que tem a intenção de ocasionar a aprendizagem por meio de um processo interno ou uma ação de resposta a um incentivo.
- Elementos **auto contidos**, ou seja, cada objeto de aprendizagem pode ser completado de forma independente.
- **Elementos interativos**. Eles exigem que os estudantes olhem, escutem, respondam ou interajam com o conteúdo de alguma maneira.

- Elementos que podem ser utilizados de forma não interativa, no sentido que podem ser **projetados para leitura em salas de aula** e discussões lideradas por um instrutor, usados como referências adicionais e/ou para revisão de componentes da aprendizagem de conteúdos específicos.
- **Reutilizáveis**, o que significa que eles podem ser utilizados em contextos diversificados e com múltiplos propósitos.
- Formado por partes que podem se tornar obsoletas assim que novas informações ou conhecimento mudem o conteúdo do conhecimento que representam e **serem trocadas** e imediatamente colocadas à disposição da comunidade.
- Partes capazes de serem agregadas. Alguns destes objetos de aprendizagem podem ser **agrupados** em volumes maiores, e formam estruturas completas de cursos tradicionais. Para isto deve-se efetuar balanceamento custo / benefício em relação ao seu tamanho.
  (Fonte: http://www.wisc-online.com/Info/FIPSE%20-%20What%20is%20a%20Learning%20Object.htm)

## 2.5 Tecnologia subjacente aos objetos de aprendizagem

As interfaces amigáveis e de alta usabilidade ocultam a complexidade tecnológica da orientação a objetos. Segundo WILEY (2006) os objetos de aprendizagem apresentam as seguintes características:

- Eles representam uma entidade educacional. Um pedaço de **informação atômica e auto contida** ou composta de partes menores, unidas para formar um todo significante. São utilizadas variáveis e métodos que proporcionam a funcionalidade desejada. Ela é identificada de forma clara por seu comportamento ou responsabilidade e apresenta um estado e identidade própria.

- A um grupo de objetos de aprendizagem similares é associado o conceito de **classe**, que representa uma determinada instância de um objeto, que contém um conjunto de variáveis que é o mesmo para todas as suas instâncias.
- Ele é chamado por uma **mensagem** que invoca um de seus métodos, que ativa um comportamento descrito por sua classe. Esta mensagem pode também ser direcionada diretamente a uma classe (através de uma invocação a um método dinâmico).
- A uma hierarquia de classes aplica-se o conceito de **herança**, isto é, se todos os telefones incluem a propriedade discagem, todos os telefones, sejam móveis, celulares, de mesa, com secretárias eletrônicas, etc. incluem esta propriedade.
- Os objetos podem utilizar um mecanismo de **Associação** pelo qual um objeto utiliza os recursos de outro. Pode tratar-se de uma associação simples "usa um" ou de um acoplamento "parte de". Por exemplo: Um humano usa um telefone. A tecla "1" é parte de um telefone.
- Ao optar por uma linguagem de programação que utilize orientação a objetos, os objetos podem ser criados como **entidades autônomas**, que segregam a parte interna do objeto, escondendo-a do mundo externo, propriedade que se denomina **encapsulamento**.
- O fato de diferentes objetos responderem de seu modo particular à mesma mensagem, ou seja, um mesmo objeto poder ser utilizado em contextos diferentes, denomina-se **polimorfismo** e esta propriedade será uma das mais utilizadas no desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, juntamente com a propriedade de herança.

AMBLER (2006) considera o paradigma da orientação a objetos como uma estratégia baseada no conceito que os sistemas podem ser construídos a partir de uma **coleção de objetos reutilizáveis**. Segundo o autor, os termos utilizados como jargão provém da engenharia de software. Em muitos pontos da pesquisa estes conceitos vão ser utilizados ou citados. Eles serão utilizados no meio educacional, com a palavra sistema trocada pelo termo conhecimento. Estas propriedades serão citadas em partes específicas do texto.

## 2.6 Metadados

Os metadados são dados sobre outros dados. Nos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), onde há uma grande multiplicidade de elementos, informações que permitam identificá-los unicamente, eles são uma necessidade. Sem informações sobre os dados armazenados, o recurso pode se tornar irrecuperável, não identificável ou não utilizável. Os metadados são elementos descritivos. Os consórcios que mantém dados nos ambientes digitais criam estruturas de metadados para identificar os elementos armazenados em grandes bancos de dados. No caso dos objetos de aprendizagem são conhecidos como repositórios de objetos de aprendizagem (ROA).

Estas estruturas são padrões, pois uniformizam por meio de uma série de elementos, formas de localizar estes dados, em uma base de dados específica ou de forma genérica em qualquer base de dados que siga aquele padrão. HIGGINS (2006) considera como exemplo um padrão de metadados que suporte as seguintes funções:

- **Metadados descritivos** que permitem identificação, localização e recuperação de recursos de informações por usuários, com inserção do uso de vocábulos para classificação, indexação e ligação a recursos relacionados.
- **Metadados técnicos** que descrevem o processo técnico usado para produzir ou solicitar o uso do objeto.
- **Metadados administrativos** utilizados para gerenciar aspectos administrativos do objeto digital, tais como, direitos de propriedade intelectual. Eles também documentam informações concernentes à criação, alteração e versão, e assim permitem o controle do metadado a si próprio.
- **Metadados de usuários** que gerenciam o seu acesso, acompanhamento e disponibilidade de múltiplas versões.
- **Metadados de preservação**, que entre outras coisas, documentam ações que foram tomadas para preservação do recurso digital, tais como movimentações e cálculo de dígitos de verificação.

Este trabalho referencia, durante o processo de criação, o padrão LOM – *Learning Object Metadada* e durante o processo de recuperação e disponibilização o

padrão SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*), devido ao uso dos sistemas LCMS – *Learning and Content Management System* para definição de rotas de aprendizagem. As características destes padrões são colocadas de modo informativo (apresentados nos anexos 1 e 2) devido à variação que podem sofrer, na dependência de quem constrói a infra-estrutura e da indefinição de uma área ainda em processo de pesquisas extensivas.

## 2.7 Repositórios de objetos de aprendizagem (ROA)

É necessario armazenar os metadados e os próprios objetos de aprendizagem em algum local no qual eles estejam sujeitos a algum padrão que permita sua recuperação por formas diversas, via interfaces de alta usabilidade.

O consórcio COL – *Commonwhealth of learning (*2007) considera que os objetos de aprendizagem são colocados em um número de grandes bases de dados compartilhadas que contém recursos educacionais.

Assim, estes locais são criados como grandes bancos de dados (*VLDB – Very Large Data Bases*), com linguagens de pesquisa e recuperação (*SQL – Search and Queries Languages*) onde os objetos de aprendizagem são colocados à disposição da comunidade educacional em vários níveis. Estas grandes bases de dados são conhecidas como repositórios de objetos de aprendizagem (ROA).

O consórcio COL (2007) congrega diversas instituições que recomendam que os dados colocados nos repositórios representem não apenas recursos para o docente, mas recursos para aprendizagem independente, que permitam o desenvolvimento facilitado da atividade de ensino e aprendizagem nos ambientes virtuais.

Como regra geral são materiais e recursos disponíveis ao docente e ao aluno e que podem apresentar elevado grau de flexibilidade, obtido via alteração de propriedades específicas. Todos os repositórios conhecidos até o momento são baseados na WEB e não exigem nenhuma tecnologia especial para serem desenvolvidos ou armazenados. Em sua recuperação, se bem que desejável, ele pode não apresentar

interoperabilidade total e exigir do mecanismo de busca (Browser) algum plugin para que se torne acessível.

## 2.8 Interoperabilidade

Na WIKIPÉDIA (2006) encontram-se várias conceituações sobre o termo de interoperabilidade. É um conceito importante, quando se pretende criar uma estrutura flexível para os objetos de aprendizagem. Ele se refere à habilidade de um sistema ou um produto em trabalhar com outros sistemas ou produtos, sem que sejam necessários esforços especiais por parte do usuário para conseguir desenvolver esta atividade. Por exemplo, a interoperabilidade pode ser verificada e exigida em um aparelho de televisão digital, para conectar-se a um VCR, ligado por cabos. Todos os componentes funcionam de forma conjunta.

Mais especificamente no meio digital, onde existem "plataformas" diversificadas, esta definição pode ser alterada e afirmar que a interoperabilidade consiste na capacidade de um produto em rodar em qualquer plataforma de *software* ou *hardware* sem exigir esforços adicionais do usuário.

Este estudo envolve objetos de aprendizagem, logo deve-se poder acessá-los a partir de qualquer sistema LMS ou LCMS que necessite do recurso que ele oferece, ou a partir de portais disponiveis na Internet. Pode ser que esta interoperabilidade exija algum programa que faça a interface entre sistemas diferenciados, Mas, a partir daí, se perde o objetivo inicial, que é fazer com que os objetos de aprendizagem tenham a propriedade da interoperabilidade na integralidade do conceito.

## 2.9 Projeto de objetos de aprendizagem

Para desenvolver o projeto de objetos de aprendizagem podem ser utilizadas diversas técnicas. Uma destas técnicas - os mapas conceituais - permite a divisão do conhecimento em conceitos menores, em partes "pequenas" e que, se "apresentadas" ao

aluno em determinada seqüência, podem facilitar a aquisição do conhecimento em uma escalada do “mais simples” para o “mais complexo”. Segundo NAVARRO (2005) os mapas conceituais são uma das ferramentas utilizadas com mais freqüência para o gerenciamento de aprendizagem e definição dos candidatos a objetos de aprendizagem.

Nesta fase, o principal problema não é pertencente ao domínio tecnológico. É pedagógico por excelência. Consiste em determinar o que pode ser escolhido como um elemento atômico em nível de conhecimento e que possa ser reutilizado em contextos diferenciados. Na criação do modelo objeto deste estudo e em sua utilização sugerida, parte-se do principio que esta etapa já foi completada. Segundo DUMITRU (2007) o processo de aprendizagem e a criação do cenário educacional devem estar submetidos a objetivos pedagógicos que devem ser avaliados e seus resultados apresentados ao final do desenvolvimento da atividade.

Primeiramente, objetos de aprendizagem são trabalhados como objetos simples, pequenos e que representam uma idéia, com alta granularidade, o que lhes dá possibilidades de reutilização. Em uma segunda etapa estes pequenos objetos podem ser reunidos em uma seqüência determinada e formar uma aula, uma disciplina ou um curso completo. Neste ponto entram em ação os LCMS – *Learning and Content Management Systems*.

Parte-se de um conhecimento unificado em uma determinada área do saber que é dividido em conceitos considerados como pequenos pedaços de informação ou pequenas unidades de conhecimento. Neste momento, na dependência da padronização adotada, deve ser preenchido o formulário que capta os metadados e indica o uso instrucional que se vai fazer deste objeto.

Em alguns casos estes sistemas exigem o grau no qual o objeto de aprendizagem se propõe a atuar dentro do sistema educacional, para evitar que usuários utilizem conceitos que superam o nível cognitivo ou estão abaixo do nível cognitivo de algum nível educacional específico. Neste momento define-se para quem ele se destina.

O caso em que uma página Web desenvolvida de acordo com padrão de usabilidade aceitável, que contenha o ensinamento referente sobre como efetuar citações em um trabalho científico, pode ser citado como exemplo. Este conhecimento é

utilizado em diversas áreas do conhecimento. Ele representa como unidade atômica, uma única idéia. A figura 1 apresenta o extrato de um mapa conceitual completo. Ele é parte de outra unidade de nível superior, que diz respeito à formatação do trabalho científico e assim sucessivamente em ascensão hierárquica.

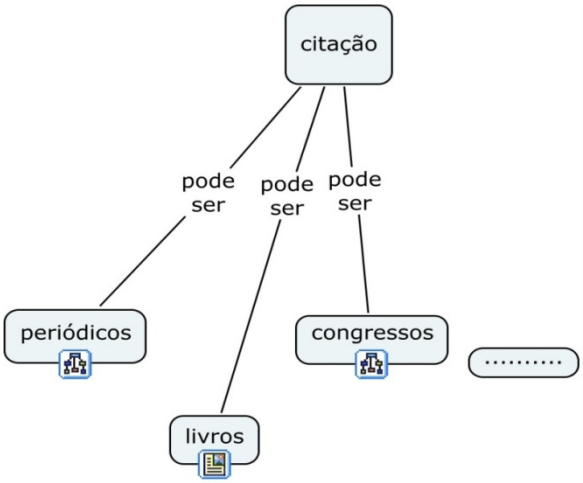



**Figura 1 – Mapa conceitual Metodologia, Formatação, citação.**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Este fragmento indica que, a partir de uma linha temporal, o aprendente chegou ao ponto que ensina como fazer citação direta. Ele pode ser acessado a partir da disciplina “metodologia da pesquisa científica” ou a partir de qualquer outra disciplina. Esta informação está disponível no exato momento (*just-in-time*) em que um docente precise explicar como o aluno vai fazer uma citação, ou quando o aluno em atividade de estudo independente precisar desta informação. O mapa conceitual de partida é composto por diversos níveis e montado a partir do conhecimento especialista e das normas que regem a apresentação de um trabalho científico.

A rota de aprendizagem para esta disciplina é composta por diversas atividades em uma seqüência pré-determinada (que pode estar contida no LCMS) e que apresenta em uma de suas etapas os tipos de citação. No caso de periódicos, aponta-se para outro mapa conceitual com tipos de periódicos que podem ser citados, o mesmo acontece com congressos. Já a citação de livros, aponta para um endereço web com uma figura, um áudio e um texto dividido em diversas partes, que orienta como fazer citação de livros, com um autor, dois autores, mais de três autores, e outras formas de citação de livros.

Ela está no último nível em que o conhecimento base foi dividido que é composto por objetos simples e pela concatenação entre eles em tempo real ou via criação de novos objetos.

Os Objetos de Aprendizagem (OA) são utilizados com alguma intenção instrucional de forma programada e fazem parte de uma seqüência pré-determinada (por exemplo, em um curso de metodologia da pesquisa cientifica) ou são usados de forma isolada (quando, por exemplo, um aluno desenvolve um trabalho no qual necessita fazer uma citação). No primeiro caso esta seqüência pode estar armazenada em algum sistema LCMS (*Learning and Content Management System*). No segundo caso, o aluno pode acessar de forma independente o repositório de dados, que contém a última versão sobre como uma citação pode ser efetivada.

A atividade de padronização pertence a outro grupo de estudos sobre objetos de aprendizagem, incluídos na categoria 1 – categoria geral, que registra os dados que permitem saber como um objeto de aprendizagem vai ser acessado. Como registro, este objeto de aprendizagem de pequena granularidade é parte de um conceito em nível superior no mapa conceitual, denominado no sistema com a identificação de "formatação", este por sua vez faz parte de outro conceito de maior nível denominado no sistema com a identificação "metodologia". O processo é hierárquico. Ele é desenvolvido na visão *top-down*. Não há uma regra geral para escolha do que deve ser colocado como um objeto de aprendizagem.

A partir dos trabalhos desenvolvidos por TEJADA, KNOBLOCK e MINTON (2001), ALONSO e SICILIA (2007) e LYTRAS e SICILIA (2005) que analisam aspectos que permitem definir candidatos a objetos de aprendizagem, pode-se montar uma lista de verificação. Quanto mais respostas positivas forem indicadas, maior é a possibilidade de o elemento estudado ser utilizado como um objeto de aprendizagem:

1. Verificar se a idéia é **reutilizável** em grande número de contextos e em diferentes áreas do conhecimento. (Geralmente associado ao conceito de granularidade, ou seja, seu tamanho).
2. Verificar se a idéia permite **exposição por meios diversos e** aproveitar as vantagens da sua linguagem (texto, vídeo, áudio, etc.).

3. Verificar se estas formas são **intercambiáveis**, na dependência de características particulares de um contexto diverso.
4. Verificar a **estabilidade** do conhecimento em relação ao custo / benefício. Levar em conta o tempo de utilização previsto. (Em alguns casos há elevado custo de desenvolvimento e manutenção da informação disponível e acessível de forma simultânea. Isto deve ser balanceado, junto com o custo de transmissão e sua recuperação).
5. Verificar a capacidade de estar em uma **cadeia ordenada** de forma lógica e concatenada, que varia do mais simples ao mais complexo.
6. Verificar a possibilidade de **interação** entre o conteúdo e o usuário que visa à construção individual do conhecimento contido no objeto. (Evitar objetos de aprendizagem textuais na forma de conhecimento acabado). Lembrar a relação entre a interatividade e o papel ativo do aluno.
7. Verificar se o conteúdo do objeto pode ser **apropriado**, pode ser utilizado e inserido em outros objetos ou em trabalhos dos usuários. Neste caso, a aprendizagem torna-se significativa para o aluno. Ele relaciona este objeto com outros contextos.
8. Verificar o **uso de forma isolada**, sem dependência a conhecimentos anteriores ou posteriores no mesmo nível educacional.
   (Adaptado dos autores citados).

Respostas positivas a estes aspectos indicam um possível candidato a objeto de aprendizagem dentro do contexto universal ou particular de algum curso ou disciplina.

Não são colocadas restrições ao uso dos objetos de aprendizagem, nem no contexto de nível de conhecimento, nem com relação à área do conhecimento. Recomenda-se apenas que eles não estejam isolados, mas relacionados com alguma atividade como recomenda NUNES (2005), um dos especialistas que tem desenvolvido trabalhos na área.

Segundo SINGH (2006), um objeto de aprendizagem deve apresentar informações adicionais, que são descritas na fase de escolha dos metadados que vão identificá-lo:

1. Objetivos: Deixar explicita de forma clara ao usuário o que ele pode aprender a partir do estudo desse objeto, com lista de pré-requisitos (conhecimentos anteriores necessários) e uma provável seqüência de conhecimentos relacionados em áreas correlatas ou não, com a permissão que outros objetos sejam procurados, na continuidade de algum roteiro de aprendizagem.
2. Informações: Relacionar nas informações disponíveis sobre o objeto todo o material didático que ele vai utilizar para atingir os objetivos sugeridos, com grau de liberdade suficiente para que o usuário possa buscar por si mesmo, dados complementares.
3. Prática: A partir da própria idéia do uso dos mapas conceituais proposta por NOVAK (2000) e da teoria subjacente da aprendizagem significativa de AUSUBEL (1980), o trabalho com objetos de aprendizagem pressupõe o "aprender fazendo". O que permite que o usuário possa avaliar por si próprio o grau de aprendizagem (o processo de auto-avaliação formativa).
4. Retorno: Durante a etapa de auto-avaliação, o sistema deve prover preferencialmente de forma automática o retorno ao aluno e sempre de forma positiva.

Outras características dependem do padrão que vai ser utilizado, cada um com regras específicas para indexação e busca como foi visto anteriormente.

## 2.10 Procura e recuperação de objetos de aprendizagem

Uma das principais razões para o elevado volume de estudos e experiências de padronização, diz respeito à busca de uma forma "universal" para recuperação e relacionamento entre objetos de aprendizagem. Em nosso país, esta procura e localização são restritas, devido ao baixo número de repositórios de dados. Podem ser citados dois projetos de destaque em andamento. O projeto RIVED apresentado na figura 2 pode ser acessado diretamente em http://rived.proinfo.mec.gov.br/.

Seu objetivo principal é o desenvolvimento de módulos de ensino e aprendizagem para a utilização em ambientes escolares, em projeto colaborativo. Segundo especificações contidas no site indicado ele visa oferecer a alunos e professores, atividades pedagógicas em multimídia que possibilitem a interatividade para o desenvolvimento do pensamento científico e raciocínio crítico. As atividades são fornecidas na modalidade de objetos de aprendizagem e aproveitam a evolução das tecnologias de comunicação. (RIVED, 2007).

Figura 2 - Site do projeto RIVED
(Fonte: rived.proinfo.mec.gov.br)

A procura e recuperação são efetivadas por meio de um “portal educacional” de utilização simples. A partir do momento em que se encontra o elemento desejado ele pode ser acessado. A única restrição é que se recuperam objetos que não podem ser alterados, e devem ser utilizados como foram originalmente projetados. Há pouca orientação sobre alguma seqüência educacional o que evidencia o seu caráter ainda experimental. A atividade de pesquisa pode tornar-se extensa, na medida em que novos objetos de aprendizagem sejam inseridos. A Figura 3 mostra um resultado de uma pesquisa neste ambiente.

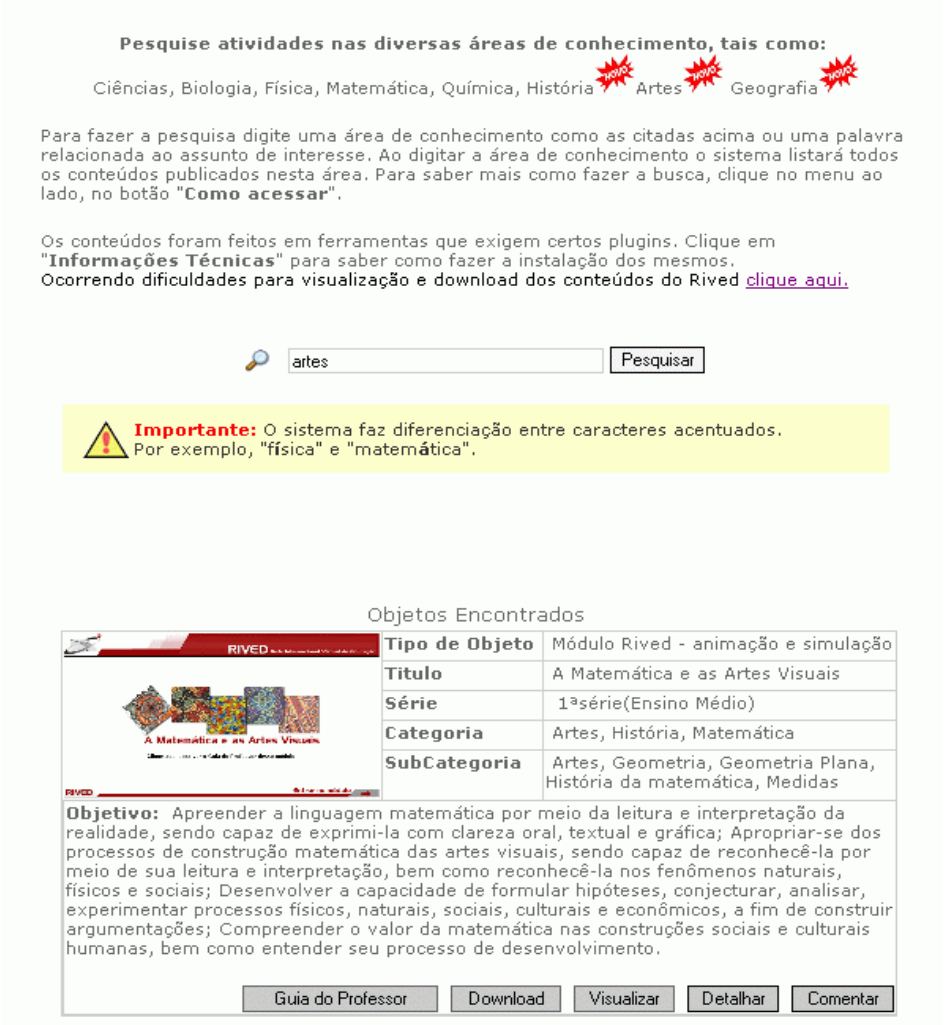



**Figura 3 - Resultado de pesquisa no projeto RIVED**
(Fonte: rived.proinfo.mec.gov.br)

Outras iniciativas isoladas de algumas instituições de ensino superior internacional encontram-se esparsas e se observa a tentativa de atuação conjunta para produção destes elementos.

Outro projeto nacional em destaque pode ser observado na Figura 4 de entrada do LABVIRT em http://www.labvirt.futuro.usp.br/ e os exemplos de objetos de aprendizagem desenvolvidos, que representa ainda uma tentativa isolada. Segundo seus criadores, ele tem como principal objetivo construir uma infra-estrutura pedagógica e tecnológica, para facilitar o desenvolvimento de projetos nas escolas, ponto em que estes objetivos tornam-se confluentes com o propósito da proposta de um modelo para criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis. Esta convergência vai ser observada quase em todos os projetos analisados.

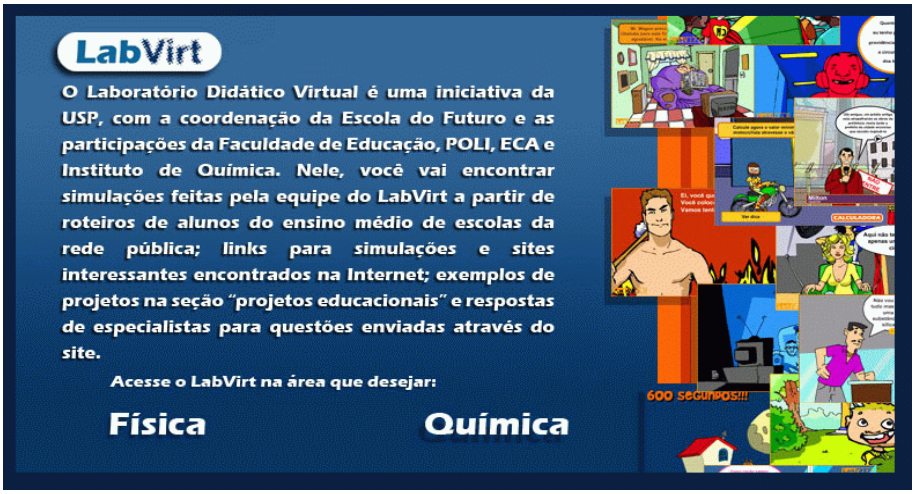



**Figura 4 - Tela de entrada do projeto LABVIRT**
(Fonte: www.labvirt.futuro.usp.br)

Na Figura 5 é apresentado o projeto ***EDUSOURCE*** desenvolvido no Canadá, uns dos países que mais tem investido nesta área. Ele é composto por um consórcio de universidades que desenvolvem trabalhos e avaliações de forma simultânea. Ele é proposto como um repositório diferenciado de materiais nos padrões encontrados na WEB, que apresenta informações sobre como ele está estruturado e organizado para facilitar a localização e uso de materiais para os ambientes virtuais.

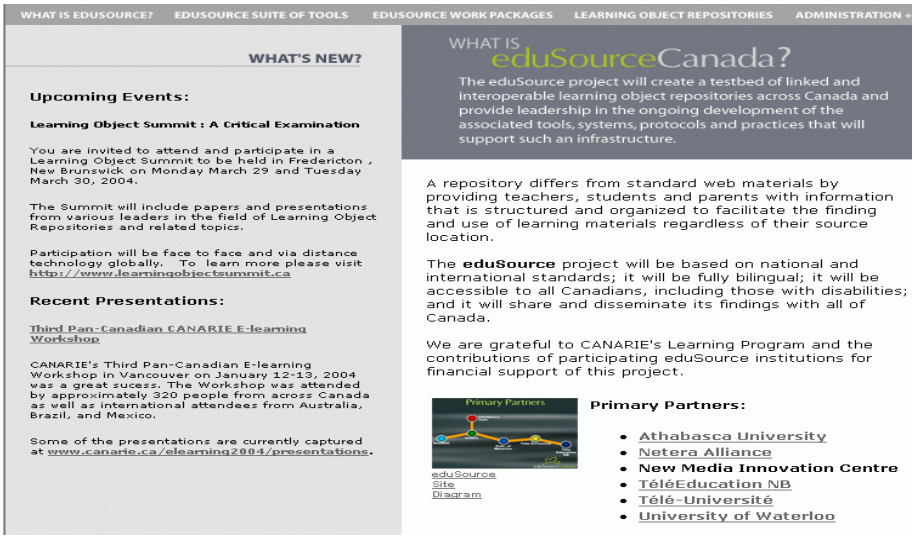



**Figura 5 - Extrato tela entrada site EDUSOURCE**
(Fonte: www.edusource.ca/english/home_eng.html)

Em nível Europeu está em desenvolvimento o projeto *Learning Networks* acessado em http://learningnetworks.org/. Ele representa da mesma forma, o resultado de atividades colaborativas, voltadas para criação de repositório de objetos de aprendizagem (ver Figura 6).

**Figura 6 - Tela de entrada do projeto LEARNING NETWORKS**
(Fonte: http://learningnetworks.org/)

Algumas escolas inglesas estão envolvidas no projeto "*COP - Curriculum Online Project*" ao qual está destinada a soma de 500 milhões de dólares. A *ALF – Australian Learning Federation*, tem um projeto similar com custos em torno de 30 milhões. No Canadá, além do projeto *Edusource* há o projeto *Schoolnet* e nos Estados Unidos os projetos HEAL (2003) e Ilumina (2003). (FRIESEN, 2006).

A tendência é o crescimento destas grandes bases de dados, a partir do momento em que as empresas começarem a investir mais diretamente na criação destes recursos para as suas universidades corporativas, quando se oferecer maior aporte financeiro. Estas instituições surgem com a promessa de formação profissional diferenciada, de acordo com as necessidades do mercado e tendem a apresentar currículos flexíveis e mais atualizados em seus programas de treinamento, que aqueles encontrados no ambiente de educação formal.

Para o docente é importante saber que vai recuperar grande quantidade de objetos de aprendizagem, baseado em interfaces amigáveis e de elevada usabilidade e escolher aqueles que se mostrem interessantes. Desta forma, ele estará capacitado a aprender formas de desenvolvimento de um novo aparato tecnológico. Em todos os casos citados recupera-se apenas o objeto como ele está armazenado. Não há possibilidade de alterações em suas partes ou recombinação para recriação de um novo objeto. O direcionamento é de percurso externo.

## 2.11 Reutilização de objetos de aprendizagem

O processo de reutilização tem dois aspectos importantes. O primeiro deles é financeiro. Um determinado conhecimento armazenado, acessível pela comunidade, que represente a colaboração de múltiplas pessoas, que pode ser alterado para adaptação a contextos particulares ou formas individuais de aprendizagem e desenvolvidos uma única vez, certamente trazem economia se utilizados extensivamente. Hoje se vê disseminado pela rede mundial, o mesmo conhecimento colocado sob diversas formas e maneiras, algumas conflitantes em sua visão, fato que tende a desaparecer caso esta tecnologia venha a ter o sucesso esperado.

O segundo aspecto diz respeito à sua produção e validação por muitas pessoas, em contextos diversificados, o que tende a garantir uma maior confiabilidade à informação que é obtida, principalmente em algumas áreas do conhecimento, tal como a área de saúde, onde a existência de informações inverídicas ou desencontradas pode produzir graves problemas.

Como o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem se apóia nos fundamentos da orientação a objetos, eles podem ter pequenas características alteradas, copiadas e novamente armazenadas e criar novas instâncias para um determinado objeto de aprendizagem. A soma das instâncias passa a ser considerada como uma classe. O conceito considera que o aproveitamento destes recursos vai ser totalmente obtenível quando a ubiqüidade venha a ser uma de suas principais características, ou seja, que ele esteja disponível ao mesmo tempo em todos os lugares (a rede), de forma intercomunicada, o que encapsula toda a tecnologia envolvida em sua criação, armazenamento e recuperação.

PENALVO e GUSMAN (2006) consideram a existência de uma nova semântica para a WEB, com a qual se pretende formar uma infra-estrutura comum e de cooperação que permita compartilhar e reutilizar dados por meio de aplicações, empresas e comunidades. Esta visão amplia o conceito de interoperabilidade para além de seu significado atual. Esta é a finalidade da “tecnologia wiki” cujo conceito aplicado aos objetos de aprendizagem será analisado adiante.

## 2.12 Granularidade

O conceito de granularidade tem relação estreita com os conceitos de reutilização, coesão e acoplamento. Sempre que um objeto de aprendizagem expressa diversas idéias (é composto), torna-se mais difícil a sua reutilização em contextos diversificados. Na literatura é extensiva a utilização dos mesmos termos utilizado neste trabalho "**unidades atômicas**" e "**pequenos pedaços de informação**". Fato que dá significado à conclusão que, quanto menores e mais granulares (coesos), mais reutilizáveis eles se tornam. Esta generalização nem sempre é aplicável, mas pode ser utilizada como ponto de partida. A divisão dos conteúdos com o uso de **mapas conceituais** permite atingir um elevado grau de granularidade. Segundo NOVAK (2000) eles são utilizados para estimular a geração de idéias e o autor converge com o posicionamento de outros pesquisadores que consideram a ferramenta como um potente auxiliar no processo de ajuda no desenvolvimento da criatividade.

Um conceito complexo, que compreende uma composição de idéias pode ser desmembrado até atingir o que pode ser considerado como "unidade atômica" do conhecimento e então, a partir daí, ser construído o *storyboard*, que orienta os projetistas em sua transformação em um objeto de aprendizagem. Segundo o autor e criador da ferramenta, um dos produtos esperados do uso dos mapas conceituais é a criação de novos conhecimentos, transformados em um recurso educacional e disseminados para a comunidade acadêmica.

Outro produto marginal, considerado importante, é a possibilidade de modelagem de conhecimento de forma colaborativa, com transferência do conhecimento especialista, entre os participantes do grupo. Isto cabe integralmente dentro da proposta apresentada ao final das discussões desta tese. Seu uso específico nos projetos instrucionais, parte da idéia de AUSUBEL (1980) com o conceito de aprendizagem significativa, e cria um contexto inicial a partir do qual se evolui para a inclusão de informações subseqüentes e auxílio nas atividades de aprendizagem. Estes dados partem da experiência de algum especialista e representam atividades do dia-a-dia da área do conhecimento a qual o objeto se circunscreve. Assim decorre, para o profissional da área, a significância do conhecimento adquirido.

O detalhamento estrutural proposto pelos mapas conceituais representa uma possibilidade de aumentar a compreensão dos conteúdos. Isto ocorre devido à significância da aprendizagem adquirida e da possibilidade da comunicação de idéias e argumentos complexos, em divisões menores, detalhadas no interior da estrutura da idéia.

A metacognição (aprender a aprender e pensar sobre o conhecimento) corresponde a uma das vantagens a serem citadas na parte didática e pedagógica do uso dos mapas conceituais na fase de projetos e identificação dos possíveis candidatos a objetos de aprendizagem. RISCHBIETER (2006) considera o conceito uma das últimas novidades do jargão da pedagogia, considerando-o muito útil e que pode trazer com o uso de outras abordagens (aprendizagem baseada em problemas, por exemplo), um grande auxílio a alunos com "dificuldades" de aprendizagem em algum tópico específico. É importante observar que o autor considera que "... Nos próximos anos, esse conceito deverá se tornar cada vez mais importante para aqueles que se preocupam em desenvolver estratégias não apenas para que seus alunos aprendam, mas também aprendam a aprender".

## 2.13 Uso dos objetos de aprendizagem

O uso dos objetos de aprendizagem pelos alunos em algum programa educacional, a partir do aumento significativo do uso de LCMS (*Learning and Content Management Systems*) tende a ser orientado e seqüenciado dentro deste ambiente. Eles estão diretamente integrados com ferramentas de busca e estão apoiados na propriedade da interoperabilidade que um objeto de aprendizagem deve ter, para ser reconhecido como tal. Mesmo que na instituição não haja um sistema de gerenciamento de conteúdos e aprendizagem (LCMS) estes objetos podem ser pesquisados com uso de algum dos sistemas de padronização existentes.

Um destes consórcios, *IMS – Global Learning Consortium Inc.* (www.imsglobal.org) desenvolve serviços intensivos no sentido de padronizar o armazenamento e distribuição de objetos de aprendizagem desenvolvidos com o

conceito de interoperabilidade. Na maior parte das iniciativas os objetos de aprendizagem são agrupados, para efeito de pesquisa, por área do conhecimento (história, geografia, matemática, etc.) e na forma de portal. Isto pode tanto ajudar como tornar complexa a busca de algum objeto específico.

NIELSEN (2005) um dos lançadores do conceito de "usabilidade" coloca que é muito difícil, ao utilizar algum mecanismo de busca, ir de forma direta a um objeto de aprendizagem. Mas, sempre existe uma **"porta da frente"** como colocado por ORRIL (2006) que direciona o usuário para uma biblioteca de objetos (repositório de dados). Não há sentido na tentativa impor alguma seqüência. Ela tende a limitar o acesso a estes objetos a formas específicas. Em geral não se sabe as formas como os usuários (docentes e alunos) vão chegar até o objeto de aprendizagem desejado. A criação de vortais (portais desenvolvidos para uma audiência específica) e estudos sobre pesquisas verticais (ENGE, 2006) voltadas para recuperação facilitada de objetos de aprendizagem são os estudos mais recentes.

Nos repositórios livres, o usuário tem acesso completo a toda a biblioteca. Há repositórios parcialmente livres ou acessados via subscrição, o que pode exigir a participação na criação de novos conhecimentos. É uma área em que, no exterior, se observam elevados investimentos, muitos deles financiados por iniciativas governamentais, o que representa um retorno em termos de benefícios sociais inegáveis. Ao acessar um destes repositórios é normal encontrar um glossário. Ele indica todos os objetos cadastrados. De acordo com o sistema de padronização adotado, os metadados são colocados à disposição do usuário em forma variável de clareza e volume.

Procura-se prever pesquisas em níveis simplificados para usuários iniciantes, mas também liberar a possibilidade de pesquisas mais complexas, para usuários mais experientes. Como não se pode conhecer de antemão o uso do repositório criado, existem vários níveis de interação, todos eles sujeitos aos parâmetros de usabilidade para o usuário final. A previsão de uso do repositório pode ser retirada de uma seqüência histórica, conferindo ao sistema algum grau de inteligência para que ele possa trabalhar com esta informação, fazendo com que o sistema "aprenda" com o uso que dele é feito, apoiando melhorias de funções baseado nas estatísticas baseadas nas formas de acesso.

## 2.14 Benefícios no uso dos objetos de aprendizagem

O crescimento da base instalada de objetos de aprendizagem cria um conceito convergente na comunidade acadêmica sobre seus benefícios. SHEPERD (2006) considera que eles podem ser classificados para três segmentos específicos de forma diferenciada: para os alunos, para os administradores e para os desenvolvedores (os docentes ou projetistas instrucionais). As pessoas em cada uma destas áreas têm interesses específicos e diferenciados. Estes interesses podem estar apoiados em estratégias pessoais ou objetivos determinados pela instituição de ensino, associada a algum consórcio voltado para sua distribuição. Eles estão resumidos na tabela 1 – Benefícios dos objetos de aprendizagem.

| **Benefícios dos objetos de aprendizagem** | | |
|---|---|---|
| **Para alunos** | **Para administradores** | **Para desenvolvedores** |
| Personalização: Os cursos podem ser desenvolvidos para atender necessidades pessoais. | Os cursos podem ser customizados para atender a necessidade de audiências específicas. | Os objetos podem ser construídos ou modificados com o uso de diversas ferramentas de autoria. |
| A aprendizagem pode ser desenvolvida por pequenas partes "digeríveis" de conhecimento. | Os cursos podem ser construídos e usar componentes a partir de uma grande variedade de fontes. | O mesmo objeto pode ser empregado por uma grande variedade plataformas de hardware e software. |
| A aprendizagem está disponível em uma base *just-in-time*. | Os componentes podem ser reutilizados para atenderem a uma grande variedade de necessidades de aprendizagem. | |

**Tabela 1 - Benefícios dos objetos de aprendizagem**
(Fonte: SHEPERD, 2006).

O uso mais freqüente dos *LCMS – Learning and Content Management Systems* pelas instituições de ensino superior brasileiras é ensejado pela oferta de muitos destes *softwares* (DOCEBO, AULANET, TELEDUC, MOODLE, DOKEOS, ILIAS, BAZAR, etc.) na forma de *open source*, o que tem ampliado seu uso. O fato de seguirem uma padronização (SCORM) pode facilitar a formação de uma base instalada de objetos de aprendizagem nos próximos anos. A partir daí, se ainda existirem barreiras, elas não serão mais tecnológicas ou financeiras, fatores suficientemente cobertos, mas somente culturais ou psicológicas, que derivam mais do uso que se faça dos múltiplos materiais e

tecnologias até os dias atuais, ou seja, de forma linear e sem incentivo à interação com os conteúdos, que não representa a característica dos objetos de aprendizagem.

## 2.15 Tipos de objetos de aprendizagem

Os objetos de aprendizagem podem ser compostos por vídeos, tutoriais, procedimentos, pequenas histórias, testes, simulações, casos de estudo e pequenos jogos. WYLEY (2006) utiliza uma metáfora que os considera como aqueles pequenos blocos de um jogo denominado LEGO que são peças com as quais as crianças "constroem castelos". Esta é a idéia principal do seu desenvolvimento. Visto desta forma, parte-se para a construção de recursos de aprendizagem como componentes reutilizáveis. Este enfoque tende a criar objetos que podem auxiliar as pessoas interessadas em aprender, a desenvolver suas atividades de aprendizagem de forma independente, desde que eles estejam em uma seqüência didática e pedagogicamente estabelecida pelo docente. O seu pequeno tamanho visa não provocar sobrecarga cognitiva e o encadeamento com outros objetos, na esteira da sugestão de algum orientador, ou inferido pelo próprio aluno, pode possibilitar a criação de um caminho consistente de aprendizagem adequado às necessidades do aprendente. A flexibilidade proposta pode permitir a personalização e levar em consideração a pedagogia diferenciada e atender a necessidades individuais (tanto docentes quanto discentes).

Estes conteúdos estão armazenados em grandes bases de dados disponíveis em nível geral ou restrito, devido ao elevado valor do conhecimento que eles possibilitam em áreas estratégicas. Eles serão rastreados pelos sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem *(LCMS – Learning and content management system*s). SHEPERD (2006) considera que estes objetos podem ser tipificados de acordo com sua finalidade. Ele propõe uma classificação que será adotada como válida em nosso trabalho. Esta divisão é quase que intuitiva e já utilizada hoje por muitos dos docentes que preparam materiais muito aproximados dos atuais objetos de aprendizagem, ainda que não o entendam como tal. Eles apenas diferem quanto sua finalidade, forma de armazenamento e propósitos, o que se pode depreender da leitura do texto.

| Tipos de objetos de aprendizagem | | |
|---|---|---|
| Integrados | Informativos | Prática |
| • Mini-tutoriais<br>• Mini-casos de estudo<br>• Simulações<br>• Informação de suporte | • Visão geral / Sumários<br>• Descrições/definições<br>• Demonstrações/modelos<br>• Exemplos trabalhados<br>• Cases/Histórias<br>• Pesquisas/Artigos<br>• Tomadas de decisões | • Problemas/casos de estudo<br>• Jogos/simulações<br>• Exercícios e práticas<br>• Exercícios de revisão<br>• Testes/avaliações |

**Tabela 2 - Tipos de Objetos de Aprendizagem**
(Fonte: SHEPERD, 2006)

A este estudo pode ser agregada a taxonomia proposta por WILLEY (2006) e que tem sido considerada como um complemento ao trabalho de estabelecer metadados e enxerga os objetos de aprendizagem como:

- *Fundamentais* – Por exemplo, uma imagem JPEG de uma mão que toca um piano.
- *Combinado-fechado* – Por exemplo, um vídeo de uma mão que toca com acompanhamento de áudio.
- *Combinado-aberto* – Por exemplo, uma página WEB que dinamicamente combine os arquivos JPEG e *Quick Time* juntos, com a leitura de um material textual.
- *Generativo-apresentação* – Por exemplo, um *applet* Java capaz de graficamente gerar um conjunto de notas cujo posicionamento possa ser apresentado como um problema para o estudante.
- *Generativo-instrucional* – Por exemplo, uma transação com instrução e prática para qualquer tipo de procedimento a ser desenvolvido com os elementos anteriormente citados.

Esta forma resumida tem sido utilizada em estudos de composição de objetos mais simples em que se parte dos objetos de aprendizagem fundamentais para o esclarecimento de idéias ou procedimentos mais complexos, e acompanha o processo de evolução no desenvolvimento dos conteúdos e objetivos propostos. O processo de reconstrução utiliza o caminho contrário *bottom-up* ao que foi utilizado para a determinação de quais elementos seriam estabelecidos como objetos de aprendizagem, em um processo *top-down*.

## 2.16 Perspectivas futuras

Há um extenso referencial teórico que sustenta as iniciativas em desenvolvimento. DODANI (2007) um dos pesquisadores do JOT – *Journal of Object Technology* (http://www.jot.fm), considera que o "estado da arte" dos objetos de aprendizagem, mostra que ele está, na melhor das hipóteses, em sua infância. Isto exige, em vários aspectos, um trabalho substancial, para tornar-se uma tecnologia efetiva. (DODANI, 2007) aponta que a efetividade dos objetos de aprendizagem deve superar os mitos:

- *Construídos uma vez, utilizados em qualquer lugar*: Fato que não se observa na prática e é considerada uma atividade complexa e não atendida
- *Eu faço o meu próprio caminho*: Fato que pressupõe conhecimento sofisticado dos aprendizes e capacidade de articulação de objetos de aprendizagem de forma significativa, outro aspecto não observado na prática e que quando transportado para a realidade brasileira, se mostra inviável pelo menos na atualidade.
- *Seu projeto e disponibilidade farão com que sejam utilizados:* O autor considera que nada garante que uma multiplicidade de escolhas venha a atrair mais aprendentes, que os suportes atuais que apresentam variedade de escolha.
- *Estabelecimento de tamanho*: Considera o autor um erro partir do princípio que um bom caminho para dividir e estabelecer o tamanho de um objeto de aprendizagem seja por tempo, como se observa colocado por algumas universidades e adotado como definição (tempos variáveis entre 2 e 15 minutos). Coloca-se que não importa o tamanho do objeto de aprendizagem, mas sim seu desenvolvimento de modo que eles sejam independentes, tenham interfaces bem definidas, possam minimizar o impacto e custo de mudanças e saber como trabalhar efetivamente com outros componentes para atingir os objetivos propostos.

  (Adaptado de DODANI, 2007).

Assim, esses mitos devem ser trabalhados com o objetivo de melhorar a qualidade dos objetos de aprendizagem e a sua aproximação dos modelos teóricos construídos nas iniciativas inovadoras tomadas até o momento. Os principais desafios postos para o sucesso da tecnologia “objetos de aprendizagem” estão na recuperação, combinação e reutilização destes elementos nos grandes ROA – Repositórios de Objetos de Aprendizagem. Isto ficou demonstrado no levantamento bibliográfico que apontou o seu estado da arte. Este desafio centra-se nas instituições de ensino, nos aspectos culturais da educação brasileira e em aspectos técnicos em fase de superação acelerada.

A amarração de alguns materiais a uma teoria de aprendizagem específica, não os torna independentes do contexto, isto faz com que alguns docentes, aleguem incompatibilidade de sua ação e prática docente e não cogitem seu uso. O que eles desconhecem é que, se as teorias de aprendizagem não são utilizadas na criação dos objetos, a sua utilização está intimamente interligada com uma estratégia educacional específica, caracterizada geralmente pelo uso de alguma teoria de aprendizagem específica. O uso da aprendizagem baseada em problemas, por exemplo, tem se demonstrado como uma abordagem interessante, e capaz de manter o interesse do aluno. A estratégia para solução do problema pode estar apoiada em um conjunto de objetos de aprendizagem.

A ausência de interfaces intuitivas para o docente e aluno também causam problemas para a disseminação e utilização dos objetos de aprendizagem. Mas, um dos grandes problemas observados, segundo os principais pesquisadores da área (WILLEY, 2006. DAHAL & NYGAARD 2005. DODANI, 2007, HODGINS, 2000) é uma transposição dos materiais projetados sem levar em consideração a evolução tecnológica. Eles ainda são lineares e fixos, sem flexibilidade para que os docentes possam adaptar à sua ação e prática docente a necessidades particulares de um contexto específico ou às necessidades de grupos ou indivíduos, com formas próprias de desenvolver suas atividades de aprendizagem. Os grandes desafios técnicos centrados em espaço para armazenagem e velocidade de recuperação, estão em fase de superação, quando o valor de cada byte armazenado despenca e os processadores tornam-se cada vez mais velozes e múltiplos.

## 2.17 Síntese do capítulo

Este referencial de estudo dá a sustentação teórica necessária ao modelo que vai ser apresentado, como resultado deste extensivo trabalho de pesquisa bibliográfica. Ele está fundamentado no estado da arte dos objetos de aprendizagem. A urgência é estabelecida no volume de investimentos colocados com a intenção de reduzir de forma significativa o custo da produção repetida de materiais similares utilizados de forma pontual, sem que sua reutilização permita atingir este objetivo. A criação das grandes bases de dados (ROA) para o armazenamento do resultado do estudo desenvolvido e sua disponibilidade em grande escala para acesso via múltiplos critérios, direciona a escolha do ferramental a ser utilizado para atingir os objetivos propostos e preencher as lacunas observadas.

# 3 CAPÍTULO 3 – O FERRAMENTAL UTILIZADO

Este capítulo aponta para o uso de bancos de dados como meio de armazenamento, para o uso de uma plataforma de *software* livre como ferramenta de desenvolvimento e, a partir destas escolhas, orienta para a criação de grandes sistemas de bancos de dados. Inicia-se a construção da estrutura a partir dos requisitos de armazenamento e recuperação e dos levantamentos efetuados que orientam a construção do projeto lógico. Criado o modelo E-R (Entidade – Relacionamento), dele se deriva o projeto físico e as considerações finais sobre as questões de interface e fator usabilidade, como requisitos para o sucesso do projeto.

## 3.1 Banco de dados como meio de armazenamento

DATE (2004) apresenta algumas características de aplicações para as quais o uso de bancos de dados é o caminho mais indicado. O seu uso é recomendado para aplicações que:

- Necessitam armazenar um grande número de registros de forma eficiente.
- Exijam facilidades e rapidez na localização de informações.
- Exijam facilidades para inserção, alteração e exclusão de novos dados.
- Necessitam utilizar visões diversas sobre um mesmo registro, com intenção de atender a necessidades diferenciadas dos usuários.
- Exijam classificações e filtros diferenciados para recuperação dos dados.
- Tenham seus dados utilizados em aplicações diversas que necessitam compartilhamento em tempo real.

- Permitam que diversas pessoas possam acessar o mesmo banco de dados ao mesmo tempo, na forma de acessos múltiplos.

- Exijam segurança e confidencialidade dos dados via rotinas de segurança eficazes.

(Adaptado de DATE, 2004)

Assim o ROA - Repositório de Objetos de Aprendizagem dados vai utilizar um sistema VLDB – *Very Large Data Base*, por apresentar todas as características desejáveis para sua utilização. O modelo proposto prevê local para armazenamento e recuperação altamente seletiva de informações armazenadas em formato digital, sua recombinação e novo armazenamento. Seu crescimento é dinâmico e constante. A segurança e confidencialidade são características mandatórias. Estas exigências são colocadas como características que dão menor ou maior qualidade a um sistema de gerenciamento de bases de dados em particular.

## 3.2 O uso da plataforma de *software* livre

Quais os aspectos que indicam a preferência pelo uso de uma plataforma de *software* livre com relação a uma plataforma de *software* proprietário? Segundo a WIKIPÉDIA (2007) um ***Software* proprietário** é aquele cuja cópia, redistribuição ou modificação são em alguma medida proibidos pelo seu criador ou distribuidor. A expressão foi cunhada em oposição à idéia de *software* livre. Normalmente, a fim de que se possa utilizar, copiar, ter acesso ao código-fonte ou redistribuir, deve-se solicitar permissão ao proprietário, ou pagar para poder fazê-lo: será necessário, portanto, adquirir uma licença, tradicionalmente onerosa, para cada uma destas ações. A falta de recursos disponíveis para as IES – Instituições de Ensino Superior, têm orientado de forma decisiva nesta direção, enquanto não mudar a política das empresas proprietárias com relação ao sistema educacional. Segundo HEXSEL (2007) e de acordo com o posicionamento da FSF – *Free Software Fundation* um software livre pode ser definido como:

> *Software* livre é o *software* disponível com a permissão para qualquer um usá-lo, copiá-lo, e distribuí-lo, seja na sua forma original ou com modificações, seja gratuitamente ou com custo. Em especial, a possibilidade de modificações implica em que o código fonte esteja disponível. Se um programa é livre, potencialmente ele pode ser incluído em um sistema operacional também livre. E importante não confundir *software* livre com *software* grátis porque a liberdade associada ao *software* livre de copiar, modificar e redistribuir independe de gratuidade. Existem programas que podem ser obtidos gratuitamente, mas que não podem ser modificados, nem redistribuídos. Por outro lado, existe a possibilidade de uso não-gratuito em todas as categorias listadas no que segue. (HEXSEL, 2007)

Os sistemas desenvolvidos sob esta plataforma apresentam características de interoperabilidade com outras plataformas, pelo menos com relação às mais utilizadas. A relação custo x benefício é decisiva para esta escolha. Ela leva em consideração o baixo volume de recursos destinados à inovação tecnológica nas instituições de ensino de uma forma geral. Outro aspecto que pesa de forma significativa é o fato de haver uma comunidade atuante no sentido de proporcionar a melhoria constante da funcionalidade e da possibilidade de participação ativa da instituição junto a este grupo.

Há incentivos e recomendações governamentais para uso do *software* livre e uma fundação FSF – *Free Software Foundation* que visa garantir o uso sem custos de direitos autorais aos usuários interessados. Como irmãs desta fundação se têm no continente latino americano a FSFLA – *Free Software Foundation of Latin America* que deixa claro seus objetivos de promover e defender a liberdade e os direitos dos usuários e programadores com relação ao *software*, especialmente liberdade de desenvolver, usar, redistribuir e modificar todo o *software* que usam (FSFLA, 2007). Não é apenas a gratuidade das licenças que orienta no sentido de utilizar uma plataforma *open source*. LEITE (2007) especialista nestas plataformas considera como vantagens complementares:

- O usuário não fica preso a determinado fornecedor.
- Novas funcionalidades podem ser desenvolvidas por equipes internas.
- Submetido a uma comunidade, a sua evolução é mais rápida.

- O acesso ao código fonte faz com que estes produtos sejam mais seguros.
- Em geral eles apresentam melhor performance, devido à existência de um extenso número de colaboradores em P & D – Pesquisa e Desenvolvimento.

(Adaptado de LEITE, 2007).

Estas considerações justificam o uso de uma plataforma ***open source*** nas instituições de ensino, principalmente devido ao desenvolvimento deste trabalho de pesquisa estar empenhado em criar uma infra-estrutura que venha a ser utilizada por outras instituições de ensino. Neste momento ainda não importa definir qual a plataforma escolhida, para armazenamento da base de dados que vai suportar o ROA – Repositório de objetos de aprendizagem, com a definição e as características definidas neste trabalho.

## 3.3 O desenvolvimento de um SGDB

Para que ele possa ter a funcionalidade desejada, um projeto de banco de dados exige o desenvolvimento de uma série de etapas. Antes que se inicie a proposta de análise que defina os seus componentes é necessário se conhecer como o projeto é desenvolvido. Para chegar ao projeto físico de armazenamento capaz de atender as especificações levantadas até o momento vai ser adotado o modelo sugerido por KORTH (1998) para o desenvolvimento de projetos de bancos de dados que adota os seguintes passos:

- Indicação do SGDB – Sistema de Gerenciamento de Bases de dados que vai ser utilizado.
- Uma breve descrição do escopo da aplicação onde constam os principais requisitos de armazenamento e recuperação.
- Projeto lógico.

- O projeto físico.
- Questões de interface
- O fator usabilidade.

Adaptado de KORTH (1998).

A indicação do SGDB vai apontar qual será a plataforma utilizada. Serão levadas em consideração as recomendações para uso de *softwares* livres, anteriormente questionadas e que foi definida como base para desenvolvimento do projeto. O escopo da aplicação, neste momento, restringe-se ao atendimento das necessidades de armazenamento e recuperação seletiva. O projeto lógico representa a visão que os usuários têm da infra-estrutura que vai ser implantada de uma forma macro. O projeto físico define as características internas de estrutura e indexação para que sejam atendidas as necessidades dos usuários e deixa transparente a complexidade tecnológica envolvida, para se obter os resultados esperados. As questões de interface e usabilidade definem as facilidades de acesso.

## 3.4 A indicação do SGDB

Até o momento foram colocadas as justificativas para o uso de sistemas de gerenciamento de bases de dados e, além disso, a recomendação para o uso de plataformas de *software* livre, por diversas razões que não são apenas econômicas.

A consideração de ser um *software* ofertado para a comunidade na forma de *software* livre (*Open Source*) e da compatibilidade com outras aplicações que utilizam a mesma plataforma sugere o uso da plataforma LAMP (Linux, Apache, MySQL e PHP). Assim, a base de dados escolhida para definir o modelo de armazenamento será a base de dados MySQL. Esta opção não atua como restrição ao uso de outras plataformas, já que esta é uma indicação na forma de sugestão devido a características particulares da instituição.

Segundo SUDRÉ (2007), esta plataforma oferece alta qualidade para aplicações WEB (característica principal dos objetos de aprendizagem). Segundo o autor, apesar de não terem sido ferramentas projetadas para trabalhar em conjunto, a ação da comunidade proporcionou elevada integração entre os aplicativos que a compõe (Linux, Apache, MySQL e PHP). Ela é flexível, segura, ativa e farta em documentação.

Desta forma, para o modelo de infra-estrutura a ser criado será utilizada esta plataforma, ou seja, o sistema gerenciador de bases de dados MySQL.

Segundo o seu manual de utilização na versão 4.1 (MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO MYSQL 4.1, 2006) são apontadas como vantagens internas e que são de interesse a um repositório que vai conter objetos de aprendizagem:

- Elevado grau de portabilidade.
- Testado com ampla faixa de compiladores diversos.
- Funciona em diversas plataformas.
- Utiliza o GNU/GPL.
- Apresenta diversas APIs disponíveis que desenvolvem interfaces específicas com plataformas diferenciadas.
- Uso compartilhado sem limites.
- Suporte a multiprocessamento.
- Recuperação extremamente rápida.
- Acoplamentos rápidos para desenvolvimento de pesquisas ótimas.
- Ampla biblioteca de classes voltada para dotar o sistema de elevado desempenho.
- Elevado grau de segurança via sistema de privilégios e senhas flexível, seguro e que permite verificação baseada em diversas estações. As senhas são criptografadas o que aumenta a segurança e confidencialidade.

- É uma estrutura de elevada escalabilidade, que cria bases de dados de grande tamanho.
- Apresenta elevado grau de conectividade.
- Apresenta rotinas para localização facilitada.
- Tem suporte a ferramentas SQL que verificam, aperfeiçoam e reparam tabelas.

Estas caracteristicas justificam o uso da plataforma como base de apoio para o desenvolvimento da infra-estrutura que vai suportar os objetos de aprendizagem de acordo com as propostas adotadas para este trabalho. A estrutura proposta é altamente flexível e tem facilidades de uso que podem ser comprovadas pelo elevado e crescente número de usuários que utilizam esta plataforma como base para desenvolvimento de suas aplicações. O aumento paulatino desta comunidade assegura a continuidade desejada para o projeto. Ele apresenta como amplitude o registro de conhecimento especialista contínuo e crescente no tratamento do processo de ensino e aprendizagem. As caracteristicas apresentadas garantem a permanência no tempo e um grau de escalabilidade que assegura o seu crescimento.

## 3.5 Escopo da aplicação

O modelo de Repositório de Objetos de Aprendizagem (ROA) descrito no capítulo 4 é considerado uma aplicação cujo uso mais indicado é a criação de uma base de dados, que deve apresentar grande capacidade de armazenamento e recuperação. Ela deve apresentar uso de filtros diversos, para permitir visões diferenciadas do conteúdo armazenado, que são objetos de aprendizagem com as características definidas até o momento.

Seu escopo deve conter:

- Metadados sobre objetos de aprendizagem.
- Conteúdo multimídia.

- Conteúdo instrucional.
- Objetivos de aprendizagem.
- Rotas de aprendizagem.
- Envolvimento de pessoas, organizações e eventos.
- Interações pedagógicas.
- Estrutura de comunicação multidirecional.

Seus propósitos serão:

- Permitir que docentes, discentes e outras pessoas interessadas (usuários gerais) pesquisem, avaliem, adquiram e utilizem objetos de aprendizagem.
- Armazenar, compartilhar e desenvolver alterações com criação de novos objetos de aprendizagem.
- Decomposição de objetos para criação derivações menores.
- Compartilhamento de objetos para criação de derivações maiores.
- Alteração de características individuais, o que permite criar “instâncias” dos objetos, considerados como “classes.
- Composição de lições e avaliações personalizadas.
- Incentivo à padronização dos objetos de aprendizagem.
- Acompanhar a evolução na produção de materiais em múltiplos meios.
- Recuperar materiais por diversas classificações.
- Identificar o uso de mídias particulares (vídeo, animações, textos, etc.)
- Dar suporte às intenções de economia de recursos na produção de materiais diferenciados para uso nos AVA – Ambientes Virtuais de Aprendizagem.
- Simplificar os processos de consulta e aquisição de materiais didáticos para uso em aplicações diversas, o que leva em conta reutilização de conhecimentos já testados em contextos semelhantes.
- Apresentar extensibilidade (suportar grandes objetos combinados).
- Apresentar escalabilidade (permitir crescimento da base instalada).

A aplicação “ROA – Repositório de Objetos de Aprendizagem” assim estabelecida vai permitir:

- A descrição de conteúdos de cursos.
- A organização de lições de um curso.
- A divisão dos cursos em pequenas unidades.
- A comunicação como facilitadora do processo de integração.
- Troca de conteúdos entre instituições de ensino diversificadas, o que permite a criação de conteúdos enriquecidos com visões acadêmicas especialistas diferenciadas.
- Personalização de conteúdos para atender a questões específicas das teorias de aprendizagem modernas, que colocam o aluno como centro do processo de ensino e aprendizagem e visam dar ao mesmo atendimento personalizado e diferenciado de acordo com seu grau de educabilidade cognitiva.

## 3.6 O projeto lógico ou esquema conceitual

O projeto lógico parte do levantamento de dados, que vai ser proposto na forma gráfica para facilitar a visualização da estrutura, é desenhado de forma independente do sistema de gerenciamento de banco de dados a ser utilizado (apesar de o mesmo já estar definido devido a características particulares da instalação). Esta primeira visão identifica os componentes básicos do esquema, que são determinados na seqüência imediata ao modelo conceitual. São levantados:

- O número de entidades envolvidas no processo. Este levantamento parte da situação pretendida. Elas vão ser definidas a partir de um texto que apresenta as necessidades do processo.
- O conjunto dos relacionamentos entre estas entidades. Diversos relacionamentos possíveis não serão utilizados, devido não apresentarem interesse nas atividades de recuperação propostas. No entanto, a estrutura será criada de forma flexível de modo a permitir o estabelecimento

posterior destes relacionamentos, sem que haja a necessidade de reestruturação.

- A cardinalidade do relacionamento entre as entidades, vai buscar o estabelecimento de relacionamentos 1:1 e 1:N e levar todas as entidades à sua TFN – Terceira Forma Normal que, segundo a WIKIPÉDIA (2007) é o resultado de uma série de passos que se segue no projeto de um banco de dados e que permite um armazenamento consistente e um eficiente acesso aos dados em um banco de dados relacional. Esses passos reduzem a redundância de dados e as chances dos dados se tornarem inconsistentes.
- A apresentação dos atributos das entidades, para levantar campos necessários para identificação inequívoca de cada elemento no interior da base de dados será efetuado de forma gráfica, para facilitar a compreensão do conteúdo do layout proposto para cada entidade, em termos de tabelas planas a serem criadas.

Adaptado de KORTH (1998).

Vai ser projetada em separado uma estrutura particular que define metadados de acordo com a padronização LOM-I3E. A separação destes dados decorre de dois fatores significantes: o volume dos dados envolvidos que serão separados da estrutura dos objetos, ainda que intrinsecamente a eles interligados e o estado ainda embrionário em termos de padronização. Os usos de padrões, anteriormente sujeitos a grande capacidade de armazenamento exigida e processo demorado, mudam de foco devido ao barateamento destes elementos. Na atualidade as questões de recuperação estão relacionadas ao conceito de WEB Semântica, que trata da forma como os computadores e os seres humanos vão trabalhar juntos. Neste momento adquirem destaque as questões de estruturas padronizadas. Elas vão estar voltadas para interligação de significados e palavras que tem como objetivo atribuir um significado aos conteúdos publicados na internet de modo que seja perceptível tanto pelo humano quanto pelo computador, fato que cria expectativas e define uma nova área de pesquisa, principalmente dos efeitos de sua adoção, e das formas como ela vai ser implantada. Sabe-se apenas que ela representa uma idéia complexa, ainda não bem compreendida (WIKIPÉDIA, 2007).

## 3.7 O projeto físico

O projeto físico de um sistema de gerenciamento de bases de dados (SGDB) é o processo de escolha de estruturas e formas de armazenamento e acesso para seus arquivos, de modo a se obter o melhor desempenho para as aplicações que sejam projetadas para recuperação dos dados armazenados.

Segundo DATE (2004) algumas características determinam a escolha do projeto físico:

- O tempo de resposta desejado leva em consideração o tempo de acesso como parâmetro de usabilidade que deve ser prioritário com relação ao espaço de armazenamento.
- A alocação de espaço, no caso dos objetos de aprendizagem não vai ser colocada como fator determinante, ele é preterido com intenção de dotar a estrutura do melhor tempo de resposta possível.
- A estrutura também é afetada pelo número médio de transações que podem ser processadas por unidade de tempo. Para o caso específico dos objetos de aprendizagem, a alocação de servidor especial e largura de banda variável de acordo com a demanda tornam este fator não crítico, mas que deve ser mensurado durante o ciclo de vida do sistema.
- As consultas e atualizações na base de dados, o privilégio de escolha é dado ao atendimento rápido das consultas, com um volume de atualizações considerado baixo, quando comparado com as consultas efetuadas na base de dados.
- Não vai ser estabelecida delimitação de tempo para o atendimento de consultas.
- Vai ser dada preferência a criação de índices e combinação deles, para tornar o acesso da base de dados mais rápido, ignorando o "*overhead*" que esta opção vai ocasionar nas atividades de inclusão, alteração e exclusão.

Ao levar em consideração os parâmetros estabelecidos na lista acima, o projeto físico estuda as estrutura de armazenamento para privilegiar a recuperação seletiva e rápida das informações, para definir os caminhos de acesso e tipos de indexação e ordenação que privilegiam rápido tempo de resposta, grande espaço para armazenamento e suporte a elevado volume de transações. Neste momento vão ser definidas as chaves primárias, as chaves secundárias e chaves estrangeiras que permitem um relacionamento expandido no sistema. Na parte em que são definidos os metadados, estrutura de maior volume no sistema, o trabalho está apoiado na construção de visões usuárias sobre um grande volume de dados, com a intenção principal de diminuir tempo de pesquisa.

## 3.8 Questões de interface

No desenho da base de dados não é suficiente providenciar que o projeto físico seja desenvolvido de modo a permitir as melhores condições de acesso. Existe uma preocupação posterior, na etapa de implantação do projeto físico que diz respeito ao relacionamento do homem com a máquina, aspecto relacionado com a interface escolhida para a aplicação. Segundo BORGES (2000) para que o relacionamento do homem com a máquina ocorra é indispensável o uso das interfaces e da interatividade, sem o que é impossível que este relacionamento venha a acontecer na forma desejada. NIELSEN (2000) afirma que a ação do usuário na frente da máquina deve ocorrer de forma agradável e divertida, sem provocar situações de estresse devido à demora e paradas, o que força o usuário a abandonar o seu intento, e faz com que todo o investimento no projeto físico, para dar melhores condições de acesso, tenha sido gasto em vão. JOHNSON (2001) considera a interface com o usuário fundamental para a comunicação. O autor considera que as interfaces acessíveis são novas tecnologias que se disseminam rapidamente em todo o mundo. O autor considera que elas são as responsáveis para que as pessoas possam aproveitar todo o poder dos computadores. Seu desenvolvimento depende de fatores psicológicos e devem ser sensíveis às capacidades e necessidades humanas.

O desenvolvimento do repositório de dados leva em consideração estes aspectos, já que a proposta envolve a criação de um portal, cujos indexadores principais serão a área do conhecimento e a subárea do conhecimento, conforme preconizadas pelo CNPq e que vão orientar a estratificação dos objetos de aprendizagem. Sobre este portal serão aplicados os conceitos sobre o desenvolvimento de interfaces amigáveis com o usuário. A importância deste parâmetro leva a outro conceito, objeto de discussão no parágrafo seguinte: o nível de usabilidade da interface. Ele é um parâmetro importante, apesar de somente poder ser levantado de forma heurística durante o ciclo de vida do sistema. Porém, devem-se levar em consideração as recomendações emanadas do conhecimento especialista e de pesquisas desenvolvidas na área.

O desenvolvimento de um portal que esteja estratificado como previsto por área e subárea do conhecimento tende a diminuir em percentuais elevados o tempo que o usuário levaria para desenvolver as consultas sobre a base de dados. Ele normalmente já sabe a área e a subárea do conhecimento onde se localiza o objeto desejado. Assim, se esta divisão for implantada, podem ser obtidos melhores resultados em termos de satisfação do usuário com o sistema de suporte. Este portal vai ser desenvolvido de forma livre, sem restrições para acesso. Já a liberação de inserções, alterações, recombinação de objetos e a manutenção do ambiente vão estar sujeitas a uma rotina de segurança efetivada por meio de um login e senha de autorização.

O projeto proposto leva em consideração que o acesso preferencial vai ser desenvolvido pelo meio acadêmico, independente de ser utilizado por professores ou alunos, o que direciona a linguagem utilizada no portal, sujeita a termos do jargão científico das áreas acessadas.

## 3.9 Usabilidade

NIELSEN (2007) considera que, nos dias atuais, o conceito de usabilidade é o mais utilizado, como mensuração da qualidade de uma interface gráfica entre o homem e a máquina. Segundo o autor, ele se torna ainda mais importante quando se trata de acesso a portais corporativos ou acadêmicos como é o caso do portal que orienta a

pesquisa dos objetos de aprendizagem. Isto parte do fato que o conteúdo disponível para os usuários aumenta exponencialmente e o tempo disponível para consultas diminui ou no mínimo permanece como uma constante na equação que permite a obtenção de elevada usabilidade no ambiente. NIELSEN (2007) considera que a usabilidade pode ser vista e sentida como a medida da qualidade das experiências dos usuários da interface no momento em que interagem com algum produto ou sistema (neste caso com objetos de aprendizagem), para influenciar o grau de satisfação. Outros pesquisadores e estudiosos da usabilidade dentre os quais se destaca TERRA (2007) consideram que um dos aspectos mais importantes é a integração perfeita entre conteúdo, design, serviços e interatividade na busca da satisfação do usuário final. A linguagem é considerada importante e deve estar apta a atender diferentes públicos, apesar de o destaque ser dado ao jargão específico de cada área do conhecimento e subárea do conhecimento inserida no ambiente. Outro aspecto que define a qualidade e usabilidade de uma interface diz respeito à estruturação da navegação pelo conteúdo deixado disponível para o usuário final. TERRA (207) considera que para ter uma boa usabilidade, um projeto deve obedecer a algumas características básicas:

- Ter uma clara definição de design para atender a diferentes públicos alvo, na busca da segmentação.
- A navegação deve ser lógica e intuitiva, com o projeto estruturado de forma a atender diferentes demandas de públicos diferenciados, o que pode ser considerado um dos principais desafios para o projetista.
- A busca deve ser eficiente, ou seja, trazer o resultado desejado pelo usuário de forma consistente e rápida.
- A manutenção deve ser adequada para obter relevância e confiabilidade ao conteúdo, trazendo-o sempre atualizado.
- Os textos devem ser adequados para o ambiente da rede (WEB), curtos e objetivos e apresentados de forma clara para o usuário. O aprofundamento desejado pode ser obtido de forma mais completa com ampliação da consulta e navegação por outros espaços onde esta informação esteja detalhada.

- O portal deve apresentar mapas que identifiquem como o usuário pode explorar o seu conteúdo. Eles devem ser de fácil acesso e rapidamente localizáveis, a partir de qualquer ponto onde o usuário se encontre.
- O tempo de carregamento das páginas é um fator crítico a ser analisado e mensurado constantemente, com intenção que ele seja o mais rápido possível. É convergente a conclusão que o usuário não espera por uma pagina que não consegue visualizar em um tempo rápido.

Ao propor a criação de um repositório de dados, os estudos desenvolvidos sobre o uso de sistema de banco de dados, o consideram como a ferramenta ideal para os objetivos da aplicação. A partir desta consideração, a existência no mercado de produtos proprietários e de produtos ofertados na modalidade de s*oftware* livre, leva ao estudo de qual das opções é de interesse para o usuário, ao levar em consideração não apenas fatores e aspectos econômicos, mas a verificação sobre a aplicabilidade da plataforma a ser escolhida. Em paralelo, com a consideração do uso de um sistema de gerenciamento de bases de dados de grande porte, interessa levar em conta no levantamento do ferramental, as recomendações de especialistas e que consideram que um projeto completo deve ser composto de etapas. Neste estudo foram levados em consideração o projeto físico e o projeto lógico da aplicação, desenvolvidos em função da obtenção de rapidez e eficiência na recuperação. Além de apresentar elevado grau de flexibilidade, deve permitir a inclusão, alteração, exclusão, divisão, soma e reaproveitamento de objetos nas formas desejadas pelo usuário. A definição do modelo como uma infra-estrutura eficiente para o usuário final não permite prescindir de considerações sobre o aspecto lúdico e de eficiência na pesquisa apresentada pela interface.

A opção foi escolher um portal como forma de aperfeiçoar o acesso e aplicar conceitos de usabilidade que tem em mente tornar o projeto o mais eficaz possível. Estes fatores são considerados internos ao aspecto tecnológico da aplicação que vai ser desenvolvida com o objetivo de criação de um ROA – Repositório de Objetos de Aprendizagem. Eles apresentam um seqüenciamento lógico no qual as fases são subseqüentes e o inicio do desenvolvimento de cada fase, depende de forma direta do término da fase anterior.

## 3.10 Síntese do capítulo

Sobre o ferramental escolhido vai ser implantado o modelo proposto. Este ferramental vai ser completado com o estudo detalhado do modelo E-R (entidade e relacionamento). Cada entidade envolvida será apresentada de forma gráfica (levantamento de atributos de interesse ao sistema e tela de entrada dos dados). As rotinas que representam a troca de mensagens entre os objetos são especificadas junto com este detalhamento gráfico.

# 4 CAPÍTULO 4 – O MODELO PROPOSTO

Este capítulo apresenta o esquema conceitual do ROA pretendido do qual deriva o modelo E-R (Entidade – Relacionamento) escolhido para a aplicação. A partir da estrutura vão ser apresentados os esquemas (visões do usuário) de cada entidade e as atividades que sobre elas podem ser desenvolvidas. Essas atividades determinam a flexibilidade como direcionador do processo de criação, uso, combinação e reutilização dos objetos de aprendizagem, conforme o modelo sugerido.

## 4.1 O esquema conceitual do repositório de objetos de aprendizagem

A figura 7 é o esquema conceitual do Repositório de Objetos de Aprendizagem, denominado aleatoriamente de ROA – UFSC. Ele representa o servidor que vai conter os arquivos (cuja localização é providenciada por *links* para os diretórios) e a base de dados que armazena os objetos e as visões usuárias do conteúdo. Ele vai conter a estrutura de diretórios e subdiretórios onde vão ser armazenados os arquivos em formato multimídia, que representam as características consideradas necessárias para que o aluno aprenda um conteúdo programado.

Esta estrutura é hierárquica e flexível. Ela permite exclusões lógicas (marcadas por indicadores) e inclusões físicas de novas propriedades ou de instancias diversificadas de objetos de aprendizagem e as alterações de atributos que forem necessárias.

Ela foi projetada e desenvolvida com a idéia de tornarem possível a definição de um esquema conceitual integrado, com dados relevantes, sem duplicidades de registros (redundância) e com elevado nível de segurança. Sua apresentação gráfica permite uma primeira visão (macro) sobre seu conteúdo e o relacionamento dos objetos com diretórios que vão conter as suas propriedades, conforme se pode observar na figura 7.

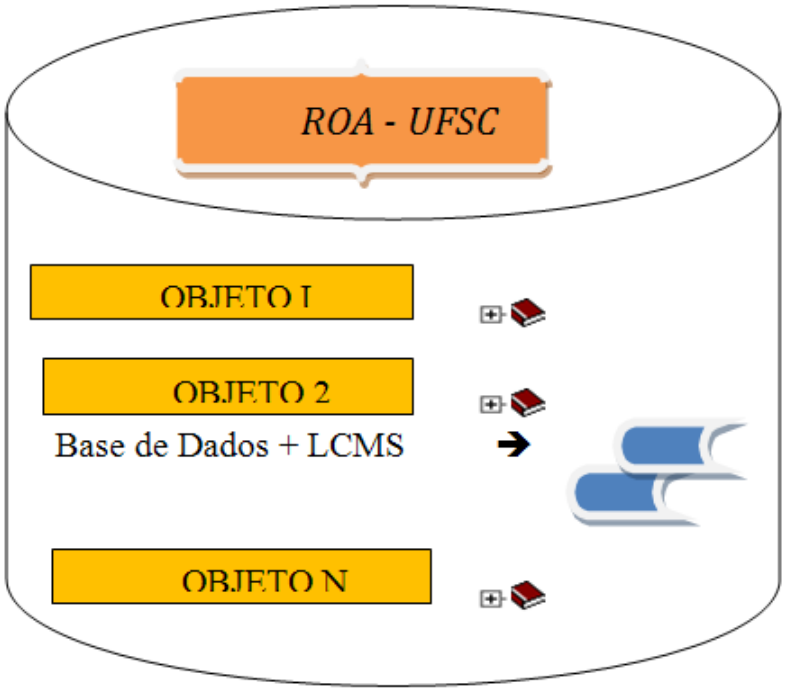



**Figura 7 - Repositório com objetos de aprendizagem**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz).

O esquema apresentado representa um servidor individual que centraliza a base de dados, o sistema de gerenciamento da aprendizagem (*LCMS – Learning and Content Management System*) que vai apresentar as rotas desenhadas com a inclusão dos objetos de aprendizagem subdivididos, isolados ou combinados e os diretórios para armazenamento das diversas características (formas de apresentação dos conteúdos previstos). Nesta estrutura de diretórios na possibilidade de modificar, incluir, excluir logicamente as propriedades, reside o fator flexibilidade, que torna a proposta inovadora, em relação ao que pode ser observado instalado no mercado atual. Esta estrutura está fisicamente limitada apenas à capacidade de *hardware* em termos de armazenamento físico. Este fator não é crítico para a aplicação, devido o barateamento de cada *byte* de informação armazenado e o aumento constante da capacidade de armazenamento dos dispositivos (*hard disk*) e a possibilidade de sua combinação. Na figura 8 é apresentada a expansão das características armazenadas. A estrutura de diretórios é criada para cada objeto incluído no ambiente, e para cada visão usuária, novos arquivos são adicionados aos subdiretórios. O caminho de pesquisa que leva até

ele é armazenado como instância do objeto original. De forma isolada dos dados e das propriedades, são armazenados os metadados que permitem a localização dos objetos.

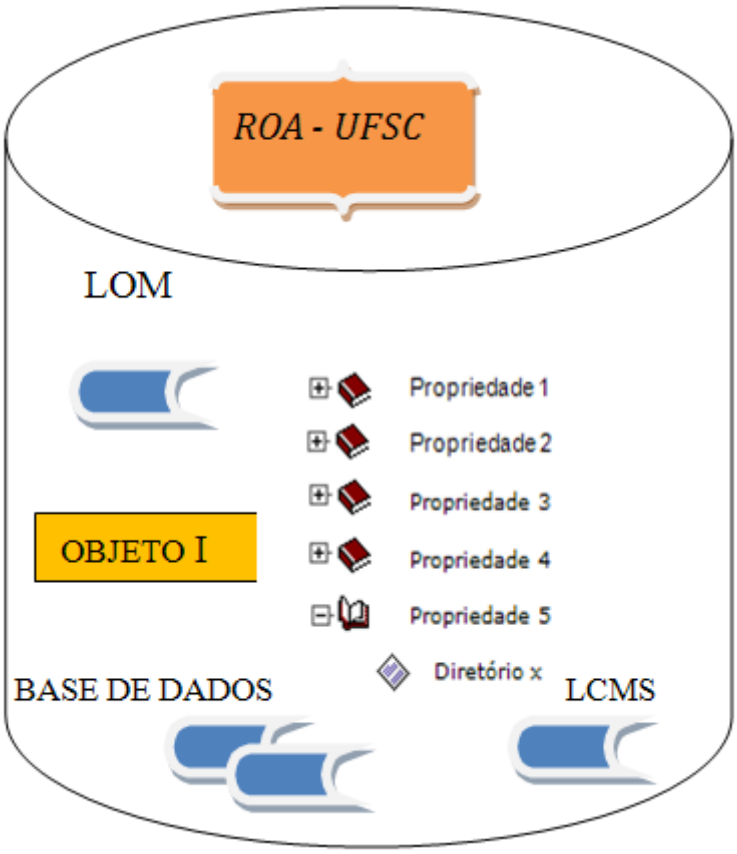



**Figura 8 - Expansão de um objeto individual**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Este é o "espaço de dados" que vai conter os identificadores (*LOM - Learning object metadata*), a base de dados dos objetos de aprendizagem e as visões usuárias sobre o conteúdo. Ele é mantido no mesmo servidor e orienta a composição de rotas de aprendizagem é anexado o sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (*LCMS – Learning and Content Management System*). A comunicação deste sistema com as outras entidades seque a padronização SCORM. As propriedades dos objetos de aprendizagem que representam textos, mídias, animações, testes, etc. vão ser armazenados em um VLDB – *Very Large Database* com as características definidas no capítulo 3.4. O esquema conceitual de cada objeto é representado como na figura 9 abaixo.

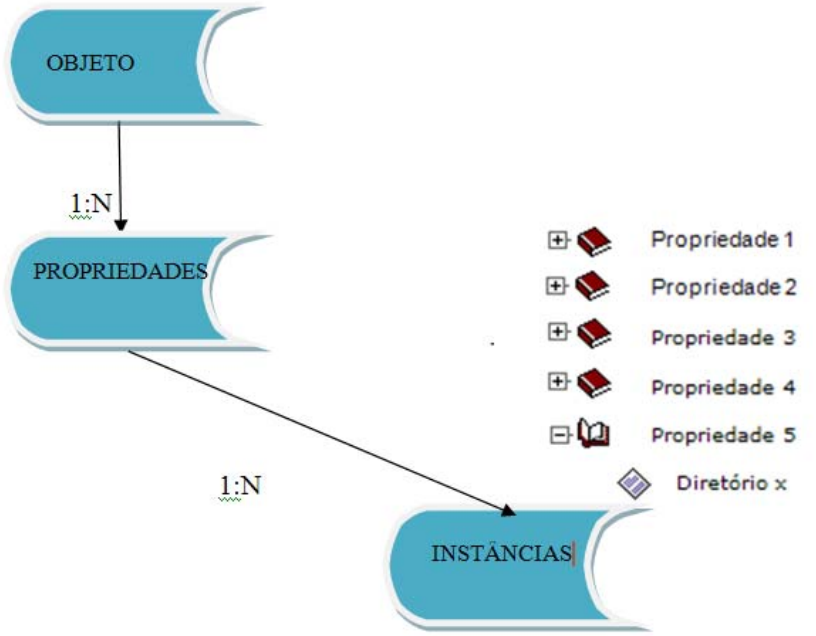



**Figura 9 – O objeto, suas características e instâncias**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Este esquema conceitual é representado pelos diretórios criados e pela base de dados que permite a navegação entre estes diretórios para proporcionar a recuperação das propriedades dos objetos, que são arquivos que estão nestes diretórios. A inserção de um novo arquivo representa uma nova instância criada. Cada propriedade representa um apontamento interno (arquivo de conteúdo no mesmo servidor) ou um apontamento externo, ambos na forma de links no formato URL – *Uniform Resource Locator (*utilizado para identificar endereços na WEB). Ele indica onde está armazenado determinado arquivo de conteúdo. Os apontamentos indicam "arquivos de conteúdo" desenvolvidos por um especialista na área do conhecimento e que buscam descrever de "forma completa" no meio escolhido o objeto em estudo. Os arquivos de conteúdo podem representar:

1. Um texto.
2. Uma imagem.
3. Uma animação.
4. Uma apresentação PowerPoint.

5. Uma planilha Excel (completa ou para completar).
6. Uma simulação.
7. Um áudio.
8. Um vídeo (de conferência ou situação).
9. Uma atividade a ser desenvolvida (interação).
10. Uma auto-avaliação (geralmente um teste interativo ou não).
11. Uma avaliação (geralmente um processo final, que libera a continuidade em outro processo).
12. Qualquer combinação possível das anteriores.

Com a flexibilidade proposta para o sistema, outros elementos podem vir a compor o objeto tais como uma apresentação 3D, uma apresentação de imersão em realidade virtual, etc.. A escalabilidade se obtém por meio da inclusão de uma nova propriedade. O objeto pode ser novamente armazenado ou ter uma nova versão que "herda" todas as propriedades do original. Uma propriedade pode ser um tipo qualquer de arquivo (ver Figura 10), e conta com a restrição da interoperabilidade, imposta como condição.

Propriedade n... Outros

**Figura 10 – conteúdo de uma propriedade particular**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

A atividade de coleta ou montagem dos arquivos, áudios, vídeos, etc., se inicia após a tomada da decisão de criar o repositório e é independente do desenvolvimento do banco de dados que vai indexar os caminhos de localização desses elementos, como característicos de uma determinada instância do objeto. O elemento que vai ser inserido na base de dados é um caminho de pesquisa para que o recurso (mídia) que representa uma propriedade possa ser acessado e recuperado na hora em que for necessário.

## 4.2 Formas de uso

A utilização desta estrutura conceitual apresenta como atividades:

1. O uso do repositório para cadastramento de novos objetos ou alteração de outros já existentes de forma transiente ou definitiva.
2. O uso de algum objeto na forma como ele está no interior do repositório.
3. O uso do objeto com alteração de suas propriedades de forma transiente ou salvo como novo objeto.
4. A combinação de objetos na forma como eles estão, com uso de um caminho especificado, por exemplo, no interior de um sistema LCMS – *Learning and Content Management System* de forma transiente ou salvo como novo objeto.

## 4.3 Pesquisas

Para que as atividades de consulta desenvolvidas com os objetos de aprendizagem tenham sucesso, deve-se partir da busca de algum ponto de entrada, que apresente ao usuário as áreas de conhecimento que o mantenedor do repositório pretende englobar (NIELSEN, 2005). Neste ponto, a estrutura segue o caminho adotado pelo projeto MERLOT (*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*). Ele utiliza um vortal com a função única e exclusiva de oferecer para a comunidade, de forma livre ou proprietária, um caminho de acesso ao Repositório de Objetos de Aprendizagem.

## 4.4 A tecnologia wiki

O sistema, de acordo com a estrutura conceitual, permite alterar ou agregar novas visões a conteúdos previamente estabelecidos, também utilizados de forma

transitória ou tornados permanentes. O sistema pode ser utilizado sob a perspectiva da "tecnologia wiki". Segundo WAGNER, CHEUNG, RACHAEL e BOTTCHER (2007) esta tecnologia representa o resultado de um conjunto de páginas Web criadas através de um desenvolvimento incremental por um grupo de usuários colaboradores. Esta tecnologia representa um processo de gestão do conhecimento (*KM – Knowledge Management*) que enfrenta o desafio de registrar milhares de informações divulgadas e acessíveis através de diversos meios (WIKIPÉDIA, 2007). O repositório modelado pode incorporar esta tecnologia, nos casos em que ela venha a ser estabelecida de forma livre. Os autores consideram de acordo com as pesquisas na área, que esta tecnologia apresenta como características:

1. Permite a autoração coletiva de documentos web.
2. Utiliza um esquema "markup" simples (uma HTLM simplificada).
3. Ter o conteúdo não publicado instantaneamente, mas somente quando o autor o submete a um mecanismo wiki.
4. Permite a criação de novas páginas quando os usuários criam um "hiperlink".

A flexibilidade proposta neste trabalho permite a diretiva de criar e acessar alternativas de acordo com visões usuárias diferenciadas, em função das diversas formas de acesso possíveis e da reconstrução de objetos com características diferenciadas, já existentes no repositório.

## 4.5 Rotas de aprendizagem nos sistemas LCMS

No esquema conceitual, apresentado na figura 8 foi inserido um sistema LCMS. Ele será o principal responsável por direcionar o uso dos objetos de aprendizagem conforme necessidades particulares. Este processo é desenvolvido com o uso de rotas de aprendizagem. Uma rota criada por um especialista representa um conhecimento armazenado e permite a gestão do conhecimento criado para o proprietário do repositório de aprendizagem. O uso de um sistema de gerenciamento da aprendizagem

(LCMS) dentro do modelo conceitual criado para o repositório de dados permite a interoperabilidade via uso do padrão SCORM (anexo 02 – padrão SCORM).

## 4.6 Exemplo das modificações

O sistema apresenta flexibilidade que permite a alteração dos objetos, suas propriedades ou instâncias. A seqüência de figuras 11 e 12 mostram como estas mudanças se refletem no esquema conceitual.

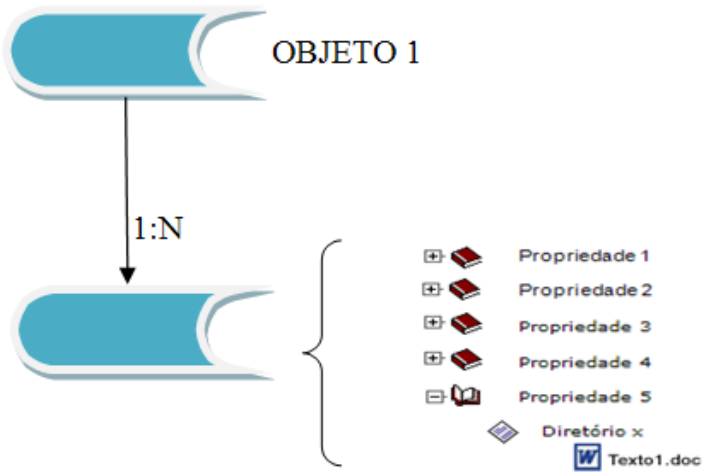



**Figura 11 – Versão original do objeto**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Ao localizar o objeto de aprendizagem o usuário pode na dependência de seu nível de autorização:

1. Visualizar e utilizar a versão conforme ela está implantada.
2. Excluir a visão transitória de determinada propriedade, com a limitação de deixar no mínimo uma delas visível.
3. Alterar o conteúdo da visão transitória com a criação de um novo arquivo que vai ficar armazenado no diretório de propriedade daquele objeto específico.

4. Incluir uma nova propriedade, que vai ser validada e poderá ser incorporada de forma definitiva ao objeto.

A figura 12 reflete a inclusão de um novo arquivo de texto para o objeto, alterando a propriedade 5 e criando uma nova instância do objeto na base de dados. Qualquer outra propriedade pode ser objeto da mesma ação.

**Figura 12 – Visão de uma instância particular**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

O objeto original permanece o mesmo em sua visão inicial, mas contém um segundo texto que pode ser acessado e escolhido por diferentes usuários. As diversas Visões diferenciadas podem ser compostas a partir de arquivos diferentes dos originais para cada propriedade.

Este fato incrementa de forma significativa a flexibilidade da estrutura e tende a proporcionar um crescimento de visões de uma determinada base de conhecimento. Além das alterações de propriedades originais, é possível a criação de novas propriedades. Este processo ocorre com a inclusão de um novo diretório ligado ao objeto principal.

Neste diretório é armazenado o arquivo que representa a nova propriedade criada. O objeto original tem o seu número de propriedades alterado. Todas as utilizações anteriores do objeto passam a enxergar esta nova condição. A mudança é

dinâmica. Da mesma forma, os novos objetos assim criados podem ser transitórios ou tornados definitivos.

A figura mostra a inserção de uma nova propriedade (seis), ao objeto em estudo. Conforme foi ressaltado anteriormente, ele tem o campo número de propriedades alterado, um novo diretório criado e nele colocada a mídia correspondente. Por exemplo, ela pode ser a amostra do conteúdo em realidade virtual imersiva, isto visa tornar mais clara a aplicação do conceito contido em outras propriedades.

**Figura 13 – Visão de uma instância particular com uma nova propriedade**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

## 4.7 O esquema conceitual da base de dados

Para definir as entidades a serem armazenadas e controladas no interior da base de dados a ser criada, parte-se da descrição de uma situação desejada. Uma instituição fictícia qualquer, citada para exemplificar o processo, deseja criar um repositório de dados para armazenar objetos de aprendizagem. Eles vão ser usados para atender a usuários em suas necessidades de obter materiais didáticos. Esses objetos de aprendizagem apresentam propriedades que são identificadas como mídias e sobre elas serão desenvolvidas as atividades previstas em uma rota de aprendizagem manipulada por um sistema de gerenciamento de aprendizagem (LCMS). Uma rota de aprendizagem propõe ao estudante um caminho que orienta o desenvolvimento das atividades

necessárias para aprendizagem de determinado conteúdo. Esses objetos podem ser utilizados de forma nativa ou alterados, seja de forma transiente (novo objeto temporário) ou definitivo (novo objeto permanente). Os objetos de aprendizagem são categorizados pela área do conhecimento e a subárea do conhecimento na qual estão inseridos, de acordo com a classificação proposta pelo CNPQ. A diversidade de enfoques (visões do usuário) para um objeto define as instâncias a serem armazenadas. Esses objetos podem ser pesquisados por meio de uma padronização internacional denominada metadados (LOM – *Learning Objects Metadata*, estabelecida pelo consórcio I3E). Os usuários são categorizados por um nível de acesso ao sistema. Desta forma, vão ser definidos e armazenados atributos de interesse para atingir o resultado proposto, que é fazer com que estes objetos de aprendizagem possam ser criados e utilizados de forma flexível, e utilizar a orientação a objetos e o uso de linguagens de pesquisa de última geração (SQL). A partir desta definição ficam estabelecidas as entidades que têm relevância no processo que estabelece um modelo para criação e uso de objetos de aprendizagem flexíveis.

1. Instituição.
2. Repositório.
3. Objetos de aprendizagem.
4. Usuários.
5. Propriedades.
6. Mídias.
7. Atividades.
8. Rotas de aprendizagem.
9. Área do conhecimento.
10. Subárea do conhecimento.
11. Instâncias.
12. Metadados.

## 4.8 Diagramas MER e DER

A apresentação do modelo proposto utiliza os modelos e diagramas de entidade e relacionamento (MER e DER). A notação utilizada é uma simplificação da “Notação

Chen" proposta Peter Chen (CHEN in HEUSER. 2001). Ela é considerada um formalismo para o desenho de esquemas de bases de dados. Esta notação permite verificar a forma como os dados serão organizados e armazenados em uma base de dados. Não existe uma padronização para sua utilização, mas uma forma geral que sofre algumas variações. Após terem sido identificadas as entidades de interesse, a partir da situação do mundo real que se deseja informatizar, se analisam os relacionamentos entre estas entidades, apoiado na tabela 3. Ela contém as entidades e os relacionamentos de interesse para o sistema, com uso da notação proposta apresentamos as entidades e seus relacionamentos. As figuras de número 14, 15 e 16 apresentam de forma gráfica como vão ser identificadas, as entidades, os relacionamentos entre elas e os atributos de cada uma das entidades relacionadas. Na figura 15, a identificação de atributos é apresentada na forma de diagramas de círculos. Na figura 16 ela é apresentada a forma em caixa de texto. Em ambos os casos são relacionados os nomes das entidades e os atributos que interessam ao sistema. Estas duas figuras apresentam uma forma geral que vai ser aplicada a todas as entidades identificadas. A chave primária, a chave secundária com valores únicos, e as secundárias multivaloradas estão relacionadas nas tabelas de número 4, 5, e 6.

## 4.9 Relacionamentos

As entidades estão relacionadas de acordo com a tabela 3. Os relacionamentos de interesse estão assinalados de forma nominal. Existem outros relacionamentos possíveis, mas que não tem relevância para que sejam atingidos os objetivos propostos. Na visão gráfica desta situação será estabelecida a cardinalidade entre as entidades relacionadas. A cardinalidade representa a forma como as entidades relacionam-se no mundo real e podem ser estabelecidas como 1:1 (um para um), 1: N (um para muitos), N: 1 (muitos para um) e N: M (muitos para muitos). A partir dos relacionamentos efetivos para a aplicação pretendida, pode-se apresentar como o sistema enxerga o mundo real de forma gráfica, com o uso de um modelo E- R (Entidade – Relacionamento).

Este modelo é conceituado por DATE (2004) como baseado na "(...) percepção de um universo constituído por um grupo básico de objetos chamados entidades e por relacionamentos entre estes objetos.". A visão gráfica tem como objetivo facilitar a compreensão da estrutura lógica definida. A apresentação gráfica é uma das formas preferidas para apresentar o resultado da modelagem de dados desenvolvida a partir da situação do mundo real que se deseja representar e armazenar em um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGDB). Ela apresenta a qualquer pessoa interessada, de forma clara e limpa, os relacionamentos e sua cardinalidade e possibilita uma visão do todo que pode permitir enxergar como o sistema vai se comportar, quando desenvolvido e implantado.

Na figura 14 é apresentado o modelo entidade e relacionamento. Ele é considerado a visão conceitual da base de dados que vai ser criada. Ele apresenta todas as entidades do mundo real, que tem interesse para o sistema que vai ser desenvolvido. A partir deste modelo, o projeto físico tem início com a escolha dos atributos destas entidades que, da mesma forma, tem representatividade para atender aos objetivos estabelecidos. Na seqüência, para cada entidade representada no modelo, são definidos os procedimentos aos quais elas estão sujeitas dentro do sistema. Os próximos capítulos apresentam, com uso da mesma justificativa, os modelos dos atributos da entidade e como elas são manuseadas no sistema em uma forma gráfica que simplifica a compreensão do modelo proposto.

A tabela três apresenta apenas os relacionamentos de interesse ao sistema. Existem outros relacionamentos entre estas atividades, existentes no mundo real, e que dependem da aplicação que se deseja desenvolver. Estes relacionamentos não serão tratados no modelo apresentado.

Na seqüência da tabela 3 é montado o diagrama DER (Diagrama Entidade – Relacionamento) apresentado na figura 14 que permite uma visão abrangente mais clara do que aquela apresentada na forma tabular. Existem diversas outras formas gráficas de apresentação dos relacionamentos entre entidades no mundo real, com a simplicidade dando preferência para uso do MER.

| Entidade | Relacionamentos | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Instituição | Repositório | Propriedade | Mídia | Atividade | Usuário | Objetos | Instancias | Areas Conhecimento | Subáreas conhecimento | LOM | Rota |
| Instituição | | Tem um | ---------- | ---------- | ---------- | Têm vários | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- |
| Repositório | Pertence a | | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | Contêm | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- |
| Propriedade | ---------- | ---------- | | Pode ser | Chama a | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- |
| Mídia | ---------- | ---------- | E uma | | E usada por uma | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- |
| Atividade | ---------- | ---------- | Chamada por | Desenvolvida por uma | | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- |
| Usuário | E ligado a | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- |
| Objetos | ---------- | Pertence a | Tem | ---------- | ---------- | ---------- | | Têm | Pertence a | Pertence a | Têm | Faz parte |
| Instâncias | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | São | | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- |
| Areas Conhecimento | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | Identifica | ---------- | | Tem | ---------- | ---------- |
| Subáreas Conhecimento | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | E parte de | | ---------- | ---------- |
| LOM | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | Identifica | ---------- | ---------- | ---------- | | ---------- |
| Rota | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | ---------- | Contém | Contém | ---------- | ---------- | ---------- | |

**Tabela 3 - Entidades - Relacionamentos**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Da tabela anterior e uso das convenções assinaladas nas quais uma caixa com um nome em seu interior representa uma entidade, apresentada na tabela anterior. A convenção de uma seta com um corte em uma das extremidades e com abertura na outra extremidade significa um relacionamento um para muitos. A convenção de uma seta com um corte em cada extremidade ou uma seta representa um relacionamento um para um. Assim, o gráfico representativo DER – Diagrama Entidade – Relacionamento apresenta as características da figura 14.

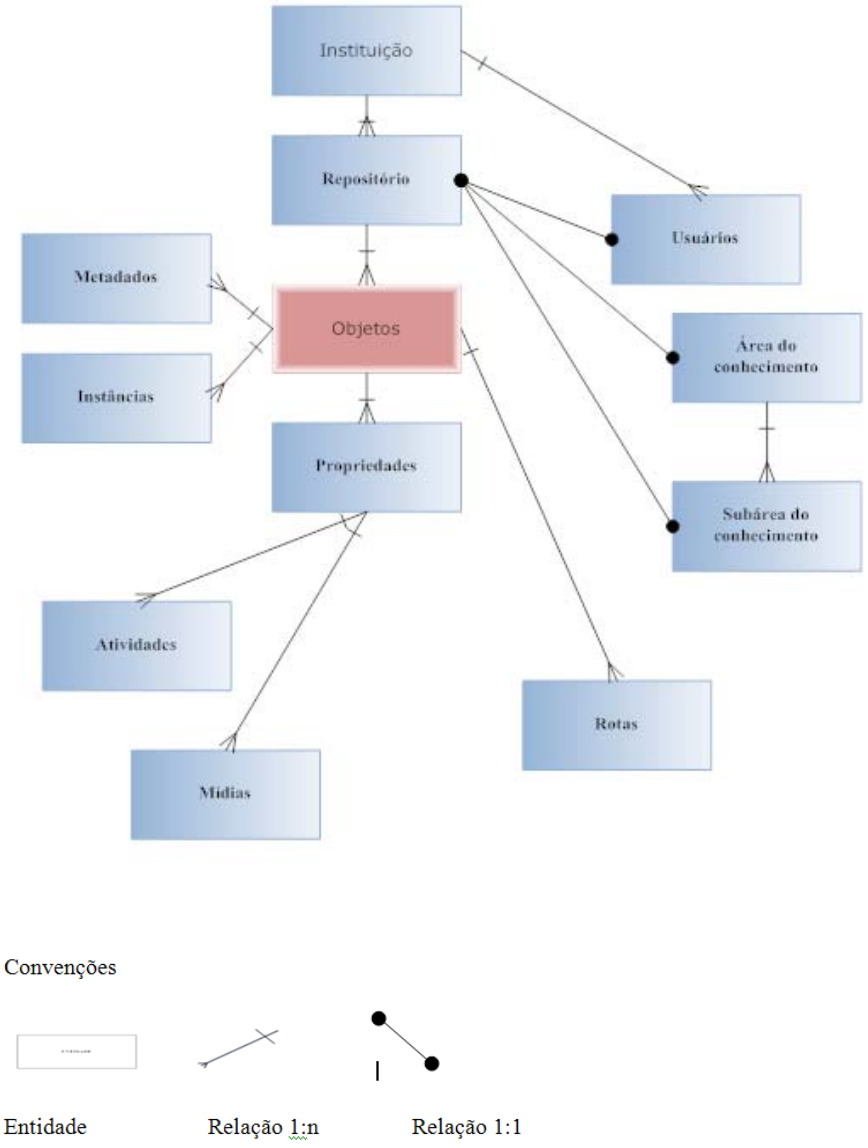



**Figura 14 - Modelo E-R**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Os diagramas conforme apresentados são modelos em rede que descrevem a diagramação dos dados armazenados de um sistema em um nível de abstração considerado alto.

Eles são utilizados devido a complexidade que apresenta a estrutura de dados de um sistema em banco de dados, normalmente registrados em um dicionário, que apresenta metadados sobre todas as entidades e seus atributos. Em nível de apresentação para as gerências ou chefias intermediárias sem conhecimento do trato informático, eles são considerados as ferramentas ideais. Apesar de seu alto nível de abstração, normalmente eles são bem compreendidos.

Assim, o diagrama de entidade – relacionamento (DER) é considerado uma ferramenta de modelagem dos dados envolvidos em sistemas desenvolvidos como grades bases de dados ou SGDB – Sistema de Gerenciamento de Base de dados. O DER dá ênfase especial aos dados e aos seus relacionamentos, deixando as funções e os fluxos que as direcionam para outro tipo de diagrama denominado DFD – Diagrama de Fluxo de Dados, do qual não nos ocuparemos no momento. Outro elemento auxiliar que vamos utilizar é o diagrama de representação ou notação em círculos, que é utilizado para apresentar os atributos (características de uma entidade) sendo sua representação similar aquela apresentada na figura 15. Cada entidade terá um diagrama com os atributos que interessam ao sistema.

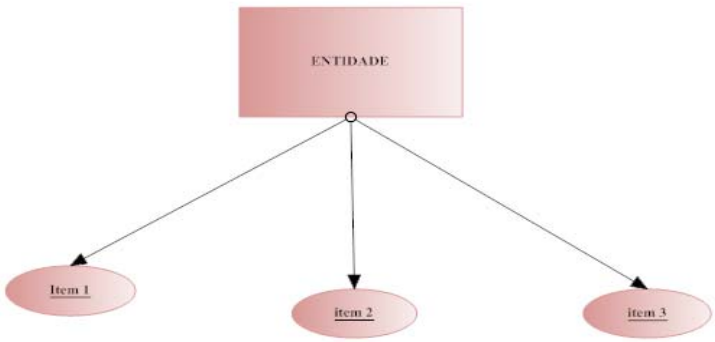



**Figura 15 - Representação de atributos (notação em círculos)**

(Fonte: CHEN in HEUSER, 2001).

Para cada entidade será apresentado também um diagrama retangular visando facilitar a compreensão do *layout* da tabela.

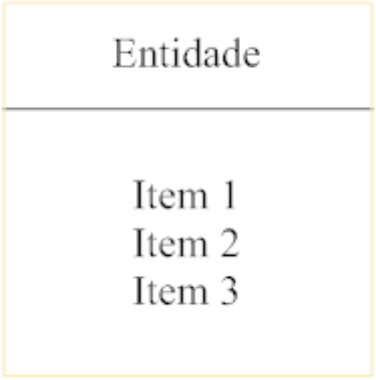



**Figura 16 - Representação de atributos (diagrama retangular)**
(Fonte: CHEN in HEUSER, 2001)

## 4.10 Chaves primárias

A chave primária identifica unicamente uma determinada instância da entidade e permite sua recuperação, baseada no valor do conteúdo do campo. Quando este campo não existe utiliza-se um elemento denominado auto-incremental interno, que é um número seqüencial com valor único, incrementado a cada vez que uma nova instância da entidade é armazenada na base de dados. As entidades relacionadas na figura 14 têm como chaves primárias de identificação os campos relacionados na tabela 4.

| ENTIDADE | CHAVE PRIMÁRIA |
|---|---|
| Instituição | Auto-incremental interno |
| Usuários | Auto-incremental interno |
| Repositório | Auto-incremental interno |
| Área | Auto-incremental interno |
| Subárea | Auto-incremental interno |
| Objetos de aprendizagem | Área + subárea + seqüencial |
| Instâncias | Área + subárea + seqüencial + Nº da propriedade |
| Propriedades | Auto-incremental interno |
| Atividades | Auto-incremental interno |
| Mídias | Auto-incremental interno |
| Rotas de aprendizagem | Auto-incremental interno |
| Metadados | Área + subárea + seqüencial |
| Metadados de instâncias | Objeto + propriedade + seqüencial + auto-incremental interno. |

**Tabela 4 - Chaves primárias dos arquivos**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

## 4.11 Chaves secundárias únicas

Caso uma entidade tenha mais de um campo que a identifique unicamente, este fato pode ser ignorado ou criado um qualificador que o identifica como chave secundária, mas que apresenta valores únicos. Para o modelo proposto, as entidades relacionadas que têm chaves secundárias com valores únicos estão apresentadas na tabela 5.

| Entidade | Chave secundária única |
|---|---|
| Instituição | |
| Usuários | |
| Repositório | |
| Área | Código CNPq |
| Subárea | Código CNPq |
| Objetos de aprendizagem | |
| Propriedades | Objeto de aprendizagem |
| Atividades | |
| Mídias | |
| Rotas de aprendizagem | |
| Metadados | |
| Metadados de instâncias | |

**Tabela 5 - Chaves secundárias com valores únicos**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

## 4.12 Chaves secundárias com múltiplos valores

Para recuperação seletiva de um conjunto de instâncias de uma entidade que apresentam características semelhantes, são utilizadas as chaves secundárias. Ao se desenvolver uma pesquisa sobre um universo de dados, dos quais se deseja recuperar todos aqueles que tenham determinado valor ou determinada faixa de valores, o atributo da entidade que é utilizado é considerado uma chave secundária com valores múltiplos. Se precisar recuperar todos os registros de uma área, ela é considerada e colocada com esta condição de chave secundária de valores múltiplos, isto indica que vários registros podem pertencer à mesma área do conhecimento. As entidades relacionadas têm como chaves secundárias com valores múltiplos os campos relacionados na tabela 6.

| Entidade | Chave secundaria com múltiplos valores |
|---|---|
| Instituição | |
| Usuários | |
| Repositório | |
| Área | |
| Subárea | |
| Objetos de aprendizagem | Área, subárea, mídias, atividades |
| Propriedades | |
| Atividades | |
| Mídias | |
| Rotas de aprendizagem | |
| Metadados | |
| Metadados de instâncias | |

**Tabela 6 - Chaves secundárias com valores múltiplos**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

## 4.13 Atributos das entidades de dados do sistema

Segundo DATE (2004) os atributos de uma entidade são os dados elementares que permitem descrever a entidade, de acordo com as necessidades do sistema em desenvolvimento. Os valores de um atributo estão contidos em um domínio que pode ser mono ou multivalorado. Existem múltiplos identificadores, mas nem todos eles interessam a todos os sistemas desenvolvidos e que envolvem esta entidade. Desta forma, o analista de sistemas, responsável pelo projeto de uma aplicação de banco de dados identifica quais os dados elementares de uma entidade que vão ser trabalhados pelo sistema, os apresenta em um modelo gráfico que depende da linha de desenvolvimento utilizada e determina a forma como eles serão coletados, armazenados e manipulados pelo sistema. Este ciclo é constante e leva em consideração a dinâmica a que os sistemas estão sujeitos. Ao adotar esta linha de raciocínio, com aplicação do conceito ao desenvolvimento do modelo em questão, para cada entidade será apresentada de forma gráfica a relação de dados elementares necessários para que o sistema atenda o objetivo para de seu desenvolvimento, ou seja, criar uma estrutura para criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis.

DATE (2004) considera esta abordagem como a mais indicada quando se trata de criar uma estrutura que vai apresentar uma elevada escalabilidade e estar sujeita a alterações dinâmicas no projeto de sua estrutura base. Cada diagrama apresentado

representa uma visão do usuário do ponto de vista do sistema. As entidades são criadas de acordo com esta visão, ou ela é recuperada de arquivos já existentes e capta apenas os campos que compõe esta visão.

### 4.13.1 Atributos da entidade Instituição

A entidade instituição representa a mantenedora do repositório dos objetos de aprendizagem. Ela identifica unicamente espaço de dados que vai conter todos os demais elementos intervenientes nos processos a serem desenvolvidos. Ela é identificada unicamente por um código incremental. Os dados complementares são: o seu nome, a data da criação do repositório, o endereço do site da instituição no ambiente virtual e o seu endereço eletrônico. Esta entidade relaciona-se de forma direta ou indireta com todas as demais entidades do sistema. Adotando para esta entidade e para todas as demais os diagramas apresentados nas figuras 15 e 16, a representação de atributos para a entidade instituição tem o aspecto da figura 17.

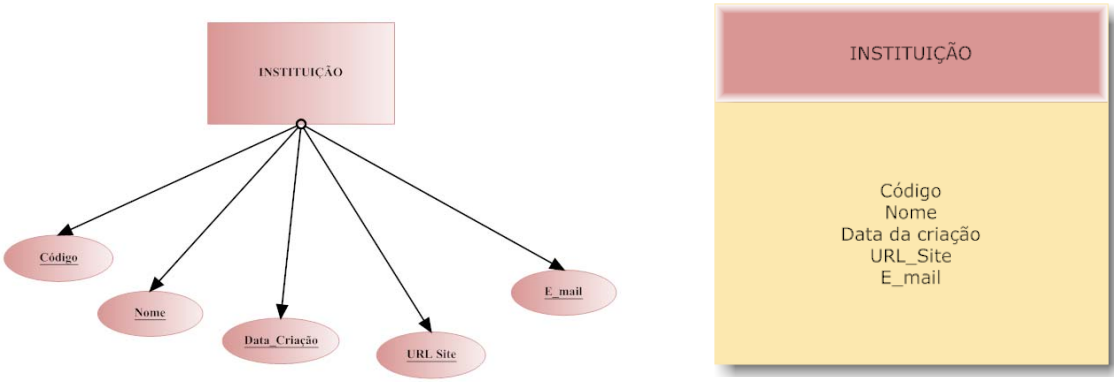



**Figura 17 - Atributos entidade instituição**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

### 4.13.2 Atributos da entidade Usuários

A entidade usuários representa as pessoas ou instituições autorizadas a navegarem pela estrutura do repositório na busca, recuperação, alteração ou criação de objetos de aprendizagem. É para estes elementos que o repositório foi criado. Um usuário pode ser um docente, um aluno ou uma instituição. Cada usuário é identificado por um código incremental que o identifica unicamente no modelo proposto. Estes dados serão transferidos para o sistema de gerenciamento de aprendizagem (LCMS) com uso do padrão SCORM referenciado neste trabalho. São armazenados como dados complementares de interesse o endereço onde se localiza a foto deste usuário (na forma de apontamento a um endereço onde ela está localizada, no padrão URL), seu primeiro nome, último nome, o usuário (*login*) tanto no repositório, como no sistema de gerenciamento de suporte, seu e-mail para contato. O campo nível complementa os dados e ele é diferenciado no sentido que identificam quais atividades este usuário pode desenvolver sobre o repositório (consultar, utilizar ou manipular os dados armazenados). Com relação ao nível ele é dependente do grau de associação do usuário com a instituição responsável pelo repositório de objetos de aprendizagem. Dependendo do interesse da instituição podem ser estabelecidos de forma dinâmica, diversos níveis de associação e que permitem atividades menos ou mais complexas na base de dados que está instalada.

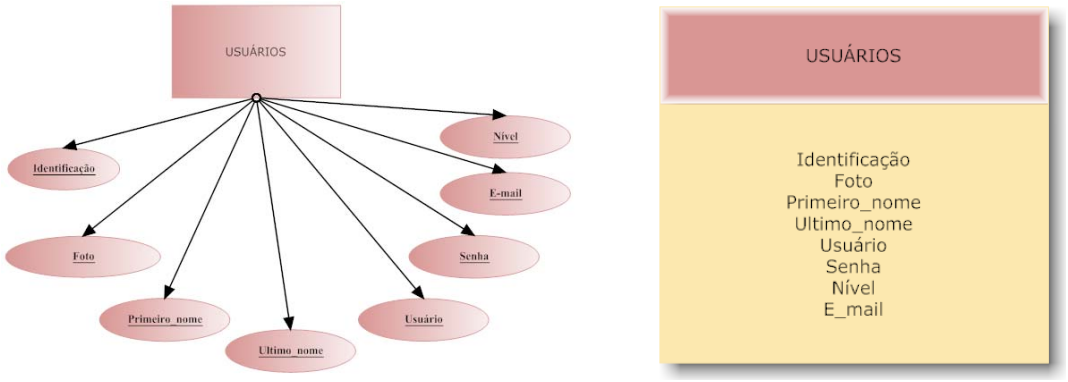



**Figura 18 – Atributos da entidade usuários**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

### 4.13.3 Atributos da entidade Repositório

A entidade repositório permite o registro de metadados (dados sobre dados) informativos sobre o próprio repositório em fase de criação. Ela contém as informações sobre todas as entidades envolvidas no processo e dados históricos e de segurança dos arquivos. A existência de mais de um repositório no mesmo servidor exige um código de identificação único. Os dados complementares de interesse são a sua data de criação para efeito de controle histórico, o nome fantasia do repositório sob o qual ele está cadastrado para efeito de apresentação em relatórios. A sua identificação de acordo com padrões internacionais é o nome da base de dados que vai conter o repositório (por exemplo: ROA/UFSC, como utilizado neste trabalho). O sistema registra a linguagem de programação utilizada no desenvolvimento dos procedimentos de manutenção do repositório. O endereço de entrada no portal criado para atender os usuários do repositório é registrado de acordo com as normas impostas pelos órgãos reguladores (FAPESP). Para efeito de identificar o estado atual da base de dados e questões de identificação de cópias de segurança o sistema registra o número de objetos cadastrados no momento em que se desenvolve qualquer atividade sobre o repositório. Com a mesma finalidade o sistema registra a data e hora do último acesso. Estes dados são apenas informativos. A divulgação do repositório ocorre a partir destes dados, enviando informações externas para os mecanismos de busca mais acessados.

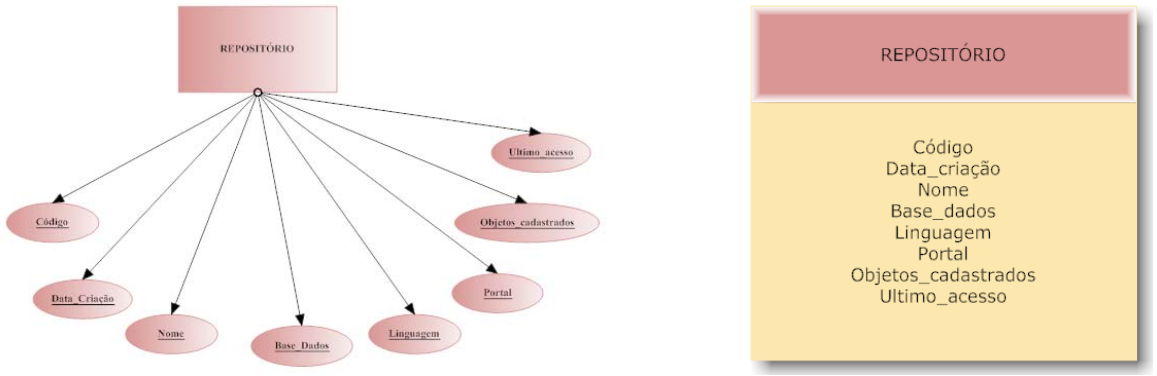



**Figura 19 - Atributos da entidade repositório**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

### 4.13.4 Atributos da entidade áreas do conhecimento

A entidade áreas do conhecimento tem sua inserção no sistema com o objetivo principal de permitir a montagem do portal de acesso que vai diminuir de forma considerável o volume de navegação no interior da estrutura. Ela tem origem externa e é colocada no sistema de forma redundante e está sujeita a modificações sempre que o CNPq efetuar alguma manutenção em sua taxonomia de áreas e subáreas do conhecimento. Cada área do conhecimento é identificada unicamente no interior do repositório por um código interno. Ele difere do código CNPq por ser um auto-incremental interno. Para completar os dados necessários é registrado no repositório o código oficial, como definido no padrão CNPq e a sua descrição, da mesma forma, retirada dos arquivos da base de dados externa. A divisão principal do portal de acesso, que é parte integrante do modelo e apresentado como sua aplicação primeira, se dá pela área do conhecimento, que identifica os conteúdos. Além disso, todos os objetos cadastrados estão necessariamente ligados a uma área do conhecimento específica, com intenção de minimizar o volume de acessos por parte das pessoas interessadas em visualizar, utilizar, criar visões de objetos já existentes ou novos objetos no repositório.

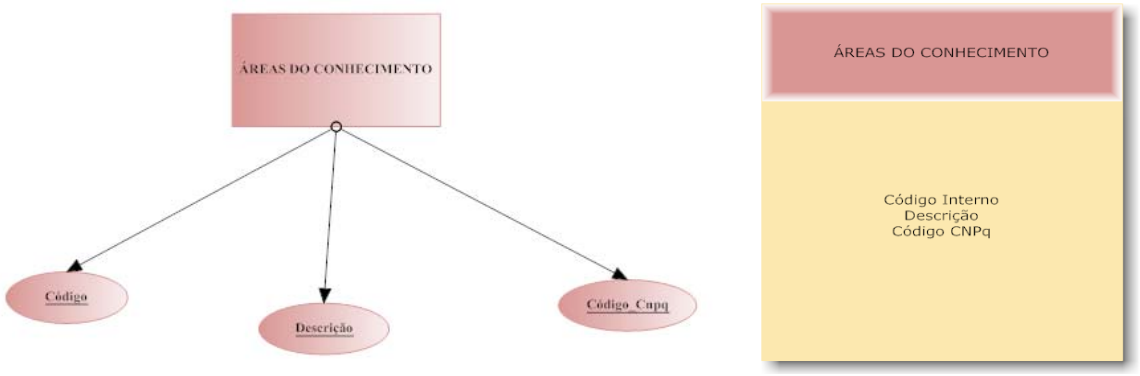



**Figura 20 - Atributos da entidade áreas do conhecimento**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Observação: Estas áreas estão de acordo com as sugestões do CNPq para estratificação de cursos por área do conhecimento.

### 4.13.5 Atributos da entidade subáreas do conhecimento

A entidade subáreas do conhecimento tem sua inserção no sistema com o objetivo principal de permitir a montagem do portal de acesso que vai diminuir de forma considerável o volume de navegação no interior da estrutura. Ela tem origem externa e é colocada no sistema de forma redundante e está sujeita a modificações sempre que o CNPq efetuar alguma manutenção em sua taxonomia de áreas e subáreas do conhecimento. Cada subárea do conhecimento é identificada unicamente no interior do repositório por um código interno. Ele difere do código CNPq por ser um auto-incremental interno. Para completar os dados necessários é registrado no repositório o código oficial, como definido no padrão CNPq e a sua descrição, da mesma forma, retirada dos arquivos da base de dados externa. A divisão principal do portal de acesso, que é parte integrante do modelo e apresentado como sua aplicação primeira, se dá em seu segundo nível pela subárea do conhecimento. Além disso, todos os objetos cadastrados estão necessariamente ligados a uma área do conhecimento específica, com intenção de minimizar o volume de acessos por parte das pessoas interessadas em visualizar, utilizar, criar visões de objetos já existentes ou novos objetos no repositório.

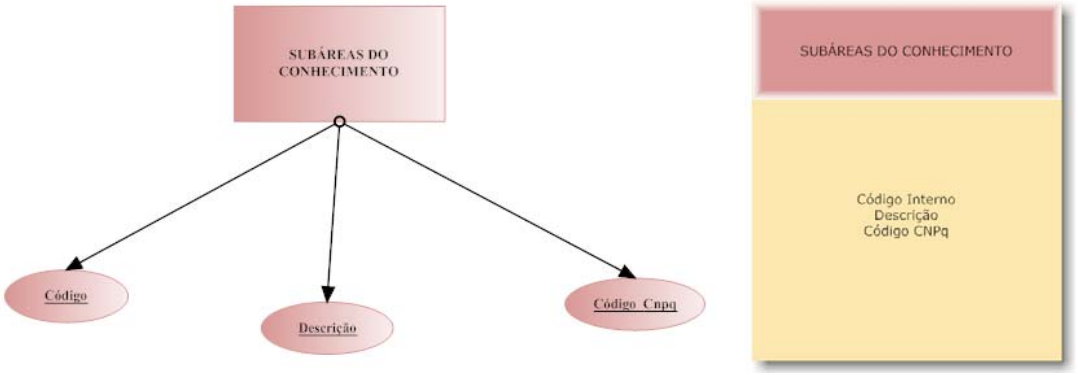



**Figura 21 - Atributos da entidade subáreas do conhecimento**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Observação: Estas subáreas estão de acordo com as sugestões do CNPq para estratificação de cursos por subárea do conhecimento.

### 4.13.6 Atributos da tabela de atividades

No interior do modelo, esta entidade destina-se a identificar as atividades que podem ser executadas pelos usuários sobre as características (mídias) de cada objeto. Elas podem ser criadas de forma dinâmica, sem limitação. A sua utilização destina-se especificamente a uma das principais aplicações do modelo, ou seja, na montagem de rotas de aprendizagem nos sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS). Por exemplo, podem estar cadastradas atividades de leitura, participação (em fórum), discussão (em chat), etc. Elas representam atividades a serem desenvolvidas sobre a mídia de suporte (áudio, vídeo, fórum, chat, etc.). Um código interno identifica unicamente a atividade no interior do repositório com armazenagem de seu nome, do endereço do local onde está o ícone que identifica esta atividade (com propósito gráfico) e comentários livres que atuam como metadados individuais para a atividade.

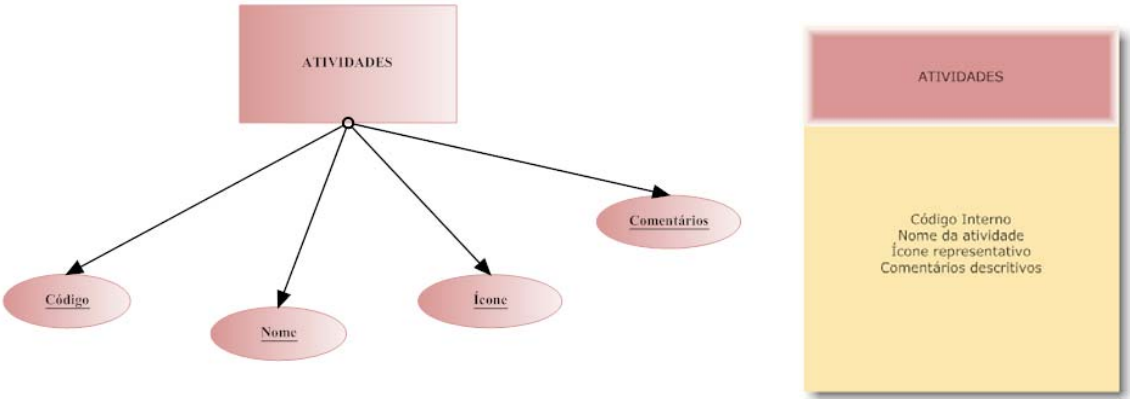



**Figura 22 - Atributos da entidade atividades**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

### 4.13.7 Atributo da tabela de mídias

No interior do modelo esta entidade destina-se a identificar as mídias que servem como suporte, em uma visão particular do sistema, onde podem ser

considerados como mídias, termos que não são tradicionalmente utilizados como tal. Vídeo, rádio, áudio, tutoria, fórum, chat, avaliação, etc. são considerados no sistema como mídias que estão armazenadas como características de um objeto de aprendizagem. Elas tornam-se visíveis quando são repassadas via padrão SCORM para algum sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS). Um código interno identifica unicamente a mídia no interior do repositório. São armazenados seu nome, endereço do local onde está o ícone que identifica esta atividade (com propósito gráfico) e comentários livres. Ela é uma entidade complementar e de apoio para o desenvolvimento de uma interface mais agradável do usuário com o modelo proposto.

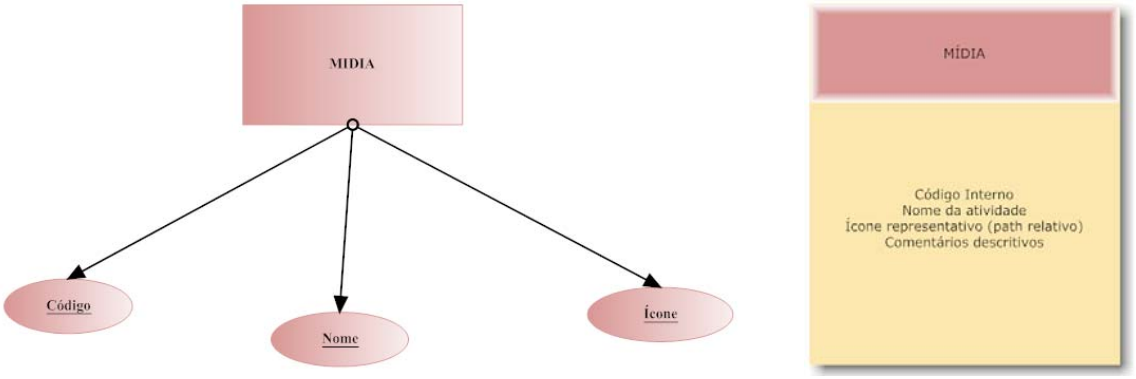



**Figura 23 - Atributos da entidade Mídias**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

### 4.13.8 Atributos da tabela de propriedades

Cada objeto de aprendizagem cadastrado no sistema é composto por ***n*** propriedades. Cada uma traz embutida informação importante para a execução em tempo real do seu conteúdo (texto, áudio, vídeo, etc.). Ela é cadastrada no sistema por meio de um número auto-incremental interno. A ele são associados os dados de interesse ao sistema. Um nome para esta propriedade (*Word*, *Flash*, *Director*, etc.) que a relaciona com *softwares* livres ou proprietários. Sua descrição de forma livre permite a inclusão de metadados sobre cada propriedade particular. O controle *activeX*, programa ou player que executa a propriedade para permitir sua visualização pelo usuário é uma informação interna importante. Para finalizar os dados necessários, a representação

gráfica que vai ser utilizada para inserção em rotas de aprendizagem e apresentação no portal é registrada no atributo ícone, que traz o endereço onde está localizado este elemento. O atributo tipo pode ter os valores A = Arquivo, L = Link. Os arquivos são carregados. Os links são chamados na linha de comando e carregam um executável em formatos variáveis que já tem o player embutido. Outros tipos podem ser criados no desenvolvimento do sistema. A colocação dos comentários descritivos permite ao usuário compreender como a propriedade vai ser apresentada diretamente no repositório ou no ambiente criado pelo sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS).

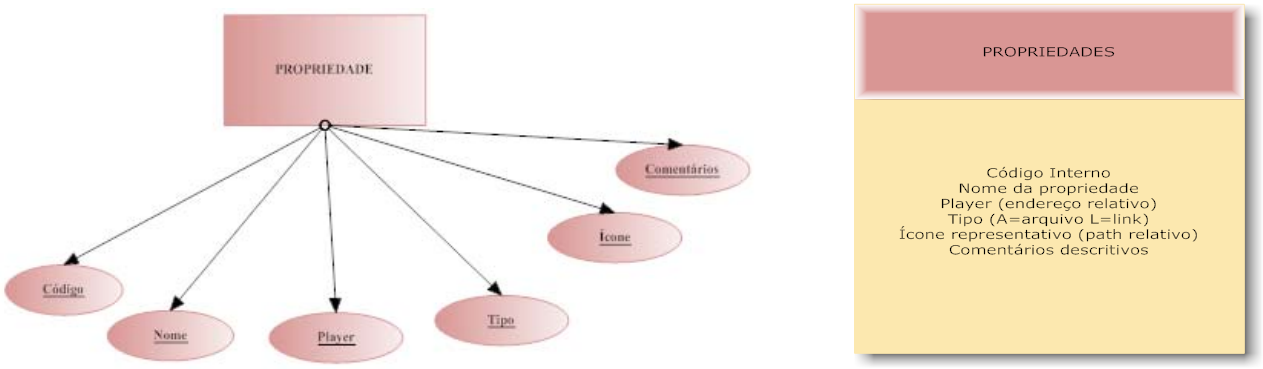



**Figura 24 - Atributos da entidade propriedades**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

### 4.13.9 Atributos da entidade objetos

Esta é a entidade central do processo. A construção do modelo e a proposta inovadora estão na possibilidade de associar a tecnologia da orientação a objetos a elementos que representam atividades educacionais, colocadas disponíveis e que podem ser alteradas de modo flexível, com a criação de instâncias de uma classe principal, que herdam todas as características da instância pai. Sua identificação única no sistema parte de uma chave composta pelos atributos área, subárea e código. Quando ela é cadastrada já é estabelecida a primeira derivação no arquivo de instâncias. A partir daí um número seqüencial é adicionado para cada nova instância a ser criada. Os atributos complementares colocados são a descrição de forma livre de suas funções para as

pessoas que vão fazer uso do objeto. Para que sejam criados todos os diretórios que vão armazenar as mídias sobre as quais o sistema vai desenvolver as atividades previstas nas rotas de aprendizagem, o sistema registra como variável o campo número de propriedades. Assim podem-se prever casos especiais onde este número não possa ser alterado é inserido um atributo lógico (verdadeiro ou falso) que indica se o campo número de propriedades pode ou não ser alterado. Para garantir a integridade e segurança dos objetos cadastrados, o sistema coloca um nível de permissão. Ele bloqueia qualitativamente as atividades de manutenção o que pode, inclusive, manter o objeto (no maior nível) inalterável. Assim, se define uma situação que pode ser estabelecida em casos especiais, haja vista que o sistema tem a flexibilidade como sua principal proposta e argumento de inovação. A entidade objetos de aprendizagem é o ponto central das consultas ao sistema. Todas as demais atividades atuam como suporte ou integração do repositório de dados com os sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS). Projetado desta maneira, o repositório de aprendizagem pode fazer parte de uma superestrutura que pode ser utilizada para outras finalidades com a mesma estrutura. Os portais de acesso representam outro tipo de aplicação que pode ser criada a partir do repositório. Uma utilização futura é o controle de sistemas de bibliotecas virtuais.

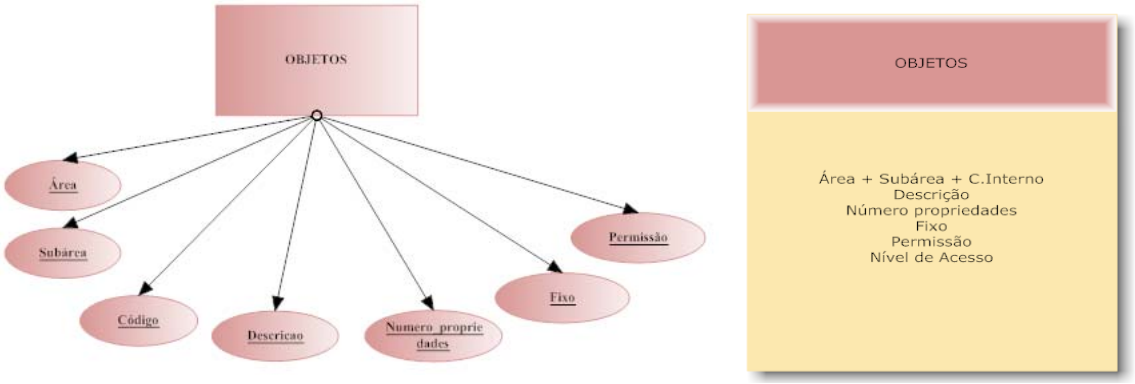



**Figura 25 - Atributos da entidade objetos de aprendizagem**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

### 4.13.10 Atributos da entidade instâncias

A entidade instâncias está diretamente relacionada com a entidade objetos. Sempre que algum objeto tiver alguma propriedade alterada (poderá ser mais de uma em uma sessão) é armazenada de forma transiente ou de forma definitiva uma instância do objeto, que carrega consigo todas as propriedades que não foram alteradas (herança) na sessão. A integridade referencial é garantida pela estrutura da linguagem utilizada no desenvolvimento do modelo, ou seja, a exclusão de registros superiores (pais) na hierarquia está na dependência direta da exclusão de todos os registros inferiores (filhos). Ao código do objeto é adicionado o código da propriedade e um seqüencial que representa o número de vezes que uma das propriedades foi alterada para criar uma nova instância do objeto. Complementam os atributos a data de criação da instância, a sua temporalidade (definitiva ou parcial), o link que aponta para a localidade onde está o arquivo, que é um vetor variável com o endereço de todas as propriedades alteradas em uma sessão (que pode ser mais de uma). Para garantir os direitos autorais, é agregada ao modelo uma identificação do usuário proprietário, desde que o mesmo faça parte da tabela que apresenta os usuários do sistema (entidade usuários). Os metadados não são detalhados neste trabalho, mas para que eles possam ser alterados de acordo com rotinas suplementares, há um atributo que indica se eles já foram ou não atualizados.

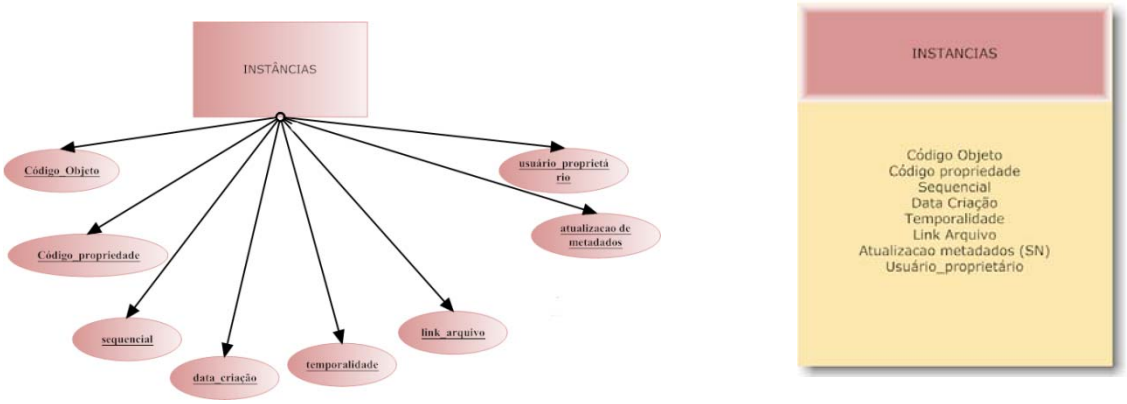



**Figura 26 - Atributos entidade instâncias**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

### 4.13.11 Atributos da entidade rota da aprendizagem

A entidade rota de aprendizagem é inserida no sistema para proporcionar a integração com os sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS) com uso da padronização SCORM. O sistema pode trabalhar de 3 formas diferentes na construção da rota:

1. Com o uso de um objeto isolado e considerando as suas propriedades como a própria rota de aprendizagem.
2. Com o uso das atividades e mídias, independente de em que objeto esteja para montar as rotas de acordo com o caminho desejado.
3. Com a construção de uma rota que usa diversos objetos de aprendizagem componentes.

O ponto de integração entre o sistema de construção do repositório e o sistema de gerenciamento de conteúdos e aprendizagem (LCMS) para a construção de rotas, ocorre a qualquer momento, desde que o usuário saiba quais objetos vai utilizar e se eles estão disponíveis no sistema. Uma rota é identificada por uma chave estrangeira, proveniente do sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS) denominada identificação do curso. Para diferenciar de outras rotas existe um campo, também externo utilizado para identificar unicamente uma rota no ambiente. A conjugação destes campos forma a chave principal da tabela que vai conter os dados das rotas e a forma de integração. O campo tipo nos indica se é uma rota composta por um único objeto e que apropria as características do objeto como rota ou se é composta de mais de um objeto, ou propriedades específicas de objetos. O campo seqüencial atua como um diferenciador entre diferentes rotas no interior do repositório de objetos de aprendizagem. Quando a rota busca um objeto é utilizado o código de identificação do objeto no ambiente (a chave primaria da tabela de objetos de aprendizagem). Caso se indique as características de mais de um objeto, o campo representa um vetor que é incrementado a cada nova propriedade (mídia) ser utilizada como parte integrante de uma rota de aprendizagem.As rotas de aprendizagem não fazem necessariamente parte integrante do repositório, pois como foi dito, a comunicação do sistema de

gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS) pode ocorrer via padronização SCORM, com os objetos repassados a este sistema sem intervenção de nenhuma tabela interna. Apesar deste fato, são apresentados os diagramas que indicam quais os atributos são de interesse do sistema, caso se deseje que ele se integre com o gerenciador de forma direta, sem utilizar a padronização SCORM. Esta é uma opção que faz parte integrante da flexibilidade do sistema. A situação mais comum será a integração direta via o padrão SCORM. Ao projetar algum curso com uso do sistema de gerenciamento de conteúdos e aprendizagem (LCMS), é efetuada a transferência dos objetos a partir do sistema gerenciador.

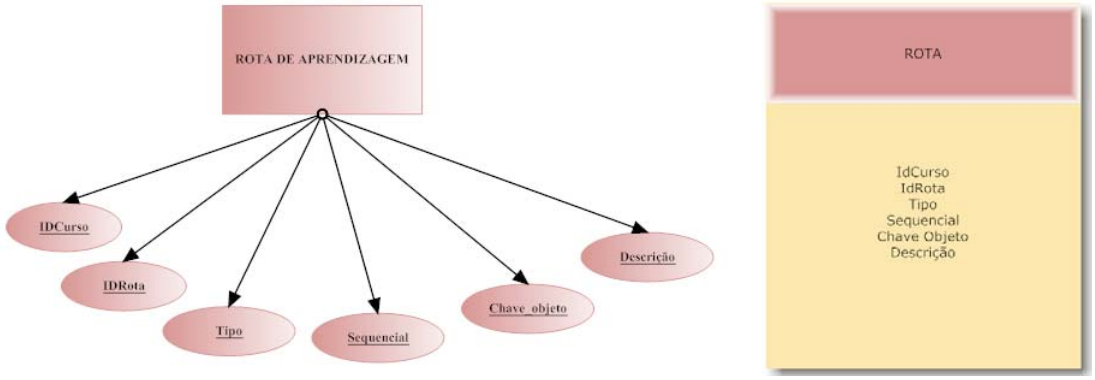



**Figura 27 - Atributos da entidade rota de aprendizagem**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

## 4.14 Os Atributos da entidade metadados do sistema

Os metadados são armazenados em visões diversas de acordo com os nove grupos de pesquisa sobre objetos de aprendizagem sugeridos pelo LOM – I3E. A descrição dos campos segue as orientações apresentadas no documento IEEE 1484.12.1-2002. A atividade de atualização ocorre a partir do cadastramento do objeto de aprendizagem e de suas instâncias. Quando um objeto e uma instância são cadastrados, os registros de entidade são marcados como não atualizados com relação aos metadados. Isto significa que a atividade não é desenvolvida em tempo real, mas sim

em de forma assíncrona com as atividades de manutenção periódicas. A atualização dos metadados não é objeto de estudo no modelo. Ela é uma atividade que faz parte de outros estudos que podem ser desenvolvidos. Leva-se em conta o interesse que existe em que a recuperação seja seletiva e apoiada em uma ou mais palavras chave, que partem de conteúdos armazenados como metadados.

Os nove grupos que trabalham com metadados são:

1. Sobre os objetos de categoria geral.
2. Sobre os objetos de categoria de vida.
3. Sobre os objetos de categoria metadados (metadados sobre os metadados).
4. Sobre os objetos de categoria técnica.
5. Sobre objetos de categoria educacional.
6. Sobre objetos de categoria de direitos.
7. Sobre objetos da categoria relacionamento (entre objetos diversos).
8. Sobre objetos da categoria anotação.
9. Sobre objetos do grupo de classificação.

Esta ainda é uma área que exige trabalhos de pesquisa devido a não haver uma uniformidade WILEY (2006) considera que será necessário um trabalho mais extensivo sobre este campo e destaca a importância pelo fato de que eles são quem vai determinar uma maior facilidade de recuperação. No sistema RIVED, apresentado nas figuras 2 e 3, se observa que os metadados que identificam os objetos de aprendizagem são poucos e não abrangem todos os campos possíveis de estudo. Porém, foi deixada uma porta aberta a partir das tabelas de objetos e instâncias, para que seja integrado ao modelo proposto um complemento para atender a esta necessidade. Nos demais sistemas, apresentados no capítulo 2, se podem observar as mesmas características, existem metadados ou palavras chave para recuperação dos dados, mas elas são poucas e estão longe de atender as especificações dos nove grupos de pesquisa existentes sobre o assunto.

## 4.15 ROTINAS DE MANUTENÇÃO

No repositório de objetos de aprendizagem proposto, vão ser inseridos, alterados ou excluídos os dados (atributos) que dão significado às instâncias de entidade. Para cada uma das entidades o sistema prevê uma rotina chamada pelo usuário e a atividade de inclusão, alteração e exclusão de atributos ou entidade completa, representa o ciclo de vida do sistema. Estas atividades são chamadas atividades de manutenção. Cada uma das entidades colocadas no sistema tem a sua atividade de manutenção particular. As rotinas de manutenção podem ser chamadas externamente, pelos usuários responsáveis ou acontecer de forma automática, quando um novo objeto é criado ou derivado de outro. O conjunto das rotinas de manutenção das entidades são as responsáveis pela flexibilidade do modelo, identificada como necessidade para a expansão dos repositórios de aprendizagem existentes e compartilhamento e disseminação de conhecimento especialista. A descrição de como cada uma das atividades de manutenção vai ser desenvolvida é responsabilidade do analista ou projetista do modelo, neste caso o responsável pelo desenvolvimento da pesquisa em foco. Quando o sistema é entregue para desenvolvimento estas definições estão colocadas de forma clara e após a fase de testes, o sistema é liberado para produção, ocasião em que estas atividades de manutenção tornam-se rotineiras no sistema.

## 4.16 DETALHAMENTO DAS ROTINAS DE MANUTENÇÃO

OS dados das entidades são dinâmicos. Sobre cada uma das entidades envolvidas no sistema são desenvolvidas atividades de manutenção. Elas compreendem a inclusão de novos registros, alteração de dados de registros já cadastrados, exclusão de registros cadastrados, consulta e emissão de relatórios. O seu detalhamento é apresentado nos capítulos seguintes, contendo descrições de procedimentos de consistência para cada campo e recomendações sobre a manutenção da integridade referencial e da garantia do processamento de transações. Estes cuidados visam garantir a integridade e a segurança dos dados das entidades cadastradas no repositório.

### 4.16.1 Rotinas de manutenção

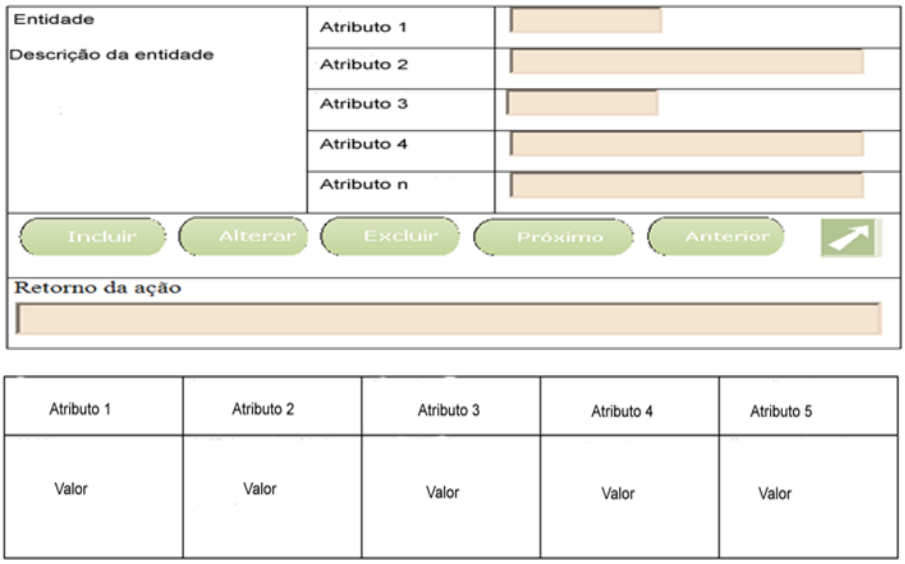
O sistema apresenta como rotinas de manutenção:

1. Manutenção de dados da instituição.
2. Manutenção de dados dos usuários do repositório.
3. Manutenção dos dados que identificam o repositório.
4. Manutenção de áreas e subáreas se sofrerem alterações a partir do CNPq.
5. Manutenção de atividades.
6. Manutenção de mídias.
7. Manutenção de Objetos.
8. Manutenção de Propriedades.
9. Manutenção de Instâncias.
10. Manutenção de Rotas de aprendizagem.
11. Atualização de metadados (LOM/I3E).

As atividades previstas nos itens 1 a 6 são as responsáveis pela inclusão, alteração e exclusão de entidades de suporte ao sistema e são desenvolvidas por usuários que tenham nível de acesso que permita estas atividades. A atividade 10 será descrita para uso nos casos em que não seja utilizado o padrão SCORM para integrar o repositório com o sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS). Caso seja previsto o uso deste padrão de integração, ela não precisa ser executada, fato que não interfere no modelo, mas que deve ser destacado. A atividade 11 é apenas citada e o sistema fica preparado para esta atividade, quando uma estrutura complementar for agregado ao modelo atualmente em estudo. O coração do sistema, onde predomina a maior taxa de utilização do sistema e a forma como foi desenvolvida tem como objetivo a criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis, se desenvolvem nas rotinas 7 a 9. Cada uma destas atividades vai ser descrita em detalhes para permitir uma melhor compreensão do modelo e dos objetivos que foram colocados e que justificam um trabalho extensivo, devido à flexibilidade proposta para o conseqüente uso extensivo desta nova tecnologia. Convém deixar claro o posicionamento do modelo com relação à questão de metadados. Ela não está sendo trata com detalhes devido a ser uma área ainda sob diversos questionamentos e definições de procedimentos, fato que nos leva a não trazer esta incerteza para o interior do modelo.

### 4.16.2 Tabela modelo para atividades de manutenção

O desenvolvimento das atividades de manutenção será efetuado com uso de uma tabela conforme a apresentada na figura 28. Ela apresenta ao programador (na fase de desenvolvimento) o nome da entidade, uma breve descrição da mesma, a apresentação de seus atributos e uma barra de navegação que representa as atividades de manutenção que somente podem ser desenvolvidas, caso o nível do usuário permita. A barra de navegação consiste em botões (ícones) que chamam a ação correspondente. Como complemento é colocado abaixo do layout de cada tabela, uma grelha com exemplos do conteúdo de cada um dos atributos da entidade.




| Atributo 1 | Atributo 2 | Atributo 3 | Atributo 4 | Atributo 5 |
|---|---|---|---|---|
| Valor | Valor | Valor | Valor | Valor |

**Figura 28 - modelo para atividades de manutenção de entidades**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

### 4.16.3 Modalidade transação e integridade referencial

A importância dos dados armazenados, seu volume e o número de acessos elevado que se prevê, recomenda cuidados especiais durante as rotinas de manutenção. Elas devem ser desenvolvidas na modalidade de “transação”, que trata todos os dados de uma ou mais entidades envolvidas na memória, com efetivação do registro da

operação somente após o desenvolvimento de todo o processo. Este caso é mais sensível para as atividades de manutenção 7 a 9, consideradas as principais do sistema e onde se encontram envolvidas mais de uma entidade. Outro cuidado que se deve tomar diz respeito à integridade referencial. Somente se devem permitir exclusões de instâncias de entidades, caso não haja nenhum registro nas entidades de menor nível. Estas alterações devem ser refletidas em todas as outras que são dependentes, as alterações que mudem os valores de chave estrangeira (campos em um arquivo e que são chaves primarias em outros arquivos e servem como ligação) e que atendem a algum critério de pesquisa.

## 4.17 MANUTENÇÃO DE DADOS DA INSTITUIÇÃO

Os dados da instituição podem provir de uma visão usuária de um arquivo de uma base de dados já instalada ou a partir de um novo arquivo criado especificamente para esta aplicação. A ressalva da redundância de dados recomenda adotar uma base de dados já existente. A visão usuária a ser utilizada utiliza a tela de entrada apresentada na tabela 7. Uma visão usuária é como o usuário enxerga uma determinada tabela e extrai dela apenas os campos que necessita. É uma visão lógica e independe do formato como os atributos foram arranjados.

| | | |
|---|---|---|
| Instituição<br>Dados que identificam o proprietário do repositório de dados que está sendo criado. | Código | |
| | Nome | |
| | Data_Criação | |
| | Url_Site | |
| | E-mail contato | |
| Incluir | Alterar | Excluir | Próximo | Anterior | |
| Retorno da ação | | |

| Código | Nome | Data-Criação | Url_site | E_mail contato |
|---|---|---|---|---|
| 00001 | UFSC – universidade Federal de Santa Catarina. | 20/01/2008 | www.ufsc.egr/roa | Roa_ufsc@ufsc.br |

**Tabela 7 - Manutenção de Instituição**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Ao solicitar a inclusão de um novo registro, o sistema insere um novo código e solicita os atributos para a entidade. O campo nome não pode admitir duplicidade de valores. O campo data_criação deve ser solicitado no formato dia/mês/ano e representar uma data válida. O campo url_site deve ser validado, e verificado a existência do endereço informado o mesmo acontece com o campo e_mail_contato. Os registros cujos atributos passarem por todas as condições de consistência são adicionados na tabela. Na atividade de alteração o sistema solicita o código, que não pode ser alterado e caso ele exista o registro é apresentado na tela. Para os campos alterados, devem ser atendidas as mesmas condições de consistência colocadas para a inclusão de registros. O registro alterado é regravado com os novos valores no arquivo. A exclusão de registros desta tabela somente pode ocorrer com validação da integridade referencial, isto é, caso não haja nenhum registro subordinado a esta instituição em toda a base de dados. A linguagem de programação utilizada já proporciona esta verificação. O acesso via usuário não administrador permite apenas navegação.

## 4.18 MANUTENÇÃO DE USUÁRIOS

O modelo considera como usuários toda e qualquer pessoa que tenha interesse em acessar o repositório de dados. No primeiro acesso o sistema solicita que o usuário se cadastre no ambiente. O primeiro cadastramento solicita o que ele deseja fazer no sistema. Caso ele venha a utilizar o repositório para montar rotas de aprendizagem ou derivar novos objetos de objetos já existentes, deve ter outro nível de associação a ser negociado com os administradores do sistema. A situação da tabela de usuários é similar a tabela de instituições. Os dados de usuário podem provir de uma visão usuária de um arquivo de uma base de dados já instalada ou a partir de um novo arquivo criado especificamente para esta aplicação. A ressalva da redundância de dados recomenda adotar uma base de dados já existente. Independente deste aspecto, a visão usuária a ser utilizada para todas as atividades que envolvem inclusão, alteração, exclusão e consulta, utiliza a tela de entrada apresentada na tabela 8. É importante destacar um campo devido a sua importância e necessidade de compreensão mais completa de seu

conteúdo. O elemento referenciado é o campo  nível. No sistema o campo nível pode assumir valores entre 1 e 9. O significado de cada número é apresentado na lista abaixo:

1 – Somente consulta.

2 – Consulta e utilização.

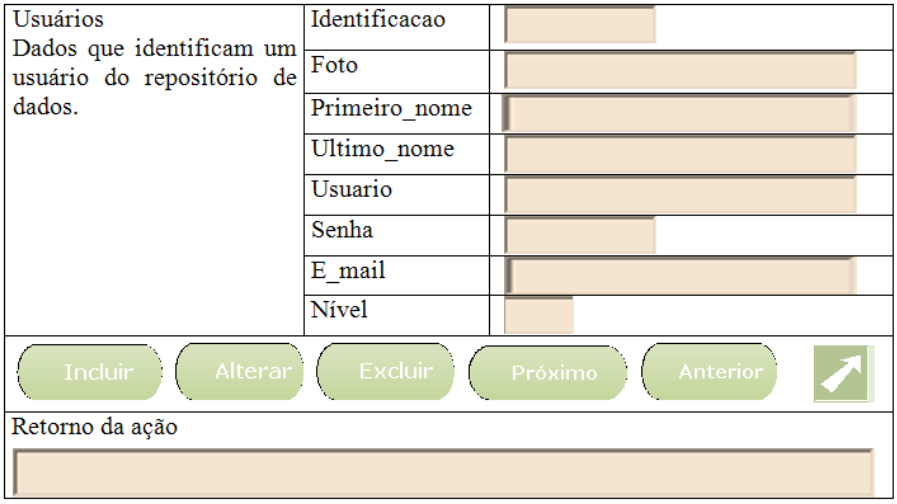
3 – Consulta e cópia de objeto.

4 – Criação e derivação de novos objetos.

5 a 7 – Reservado para uso futuro.

9 – Funções de administração do ambiente.

A visão usuária a ser utilizada para todas as atividades que envolvem inclusão, alteração, exclusão, consulta e impressão, utiliza a tela de entrada apresentada na tabela 8.




| Id | Foto | P_nome | U_nome | Usuario | Senha | E-mail | Nível |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 000001 | HTTP://endereco | Antonio | Munhoz | Asmunhoz | Asmun2007 | antoniosmunhoz@provedor.com | 9 |

**Tabela 8 – Manutenção de usuários**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

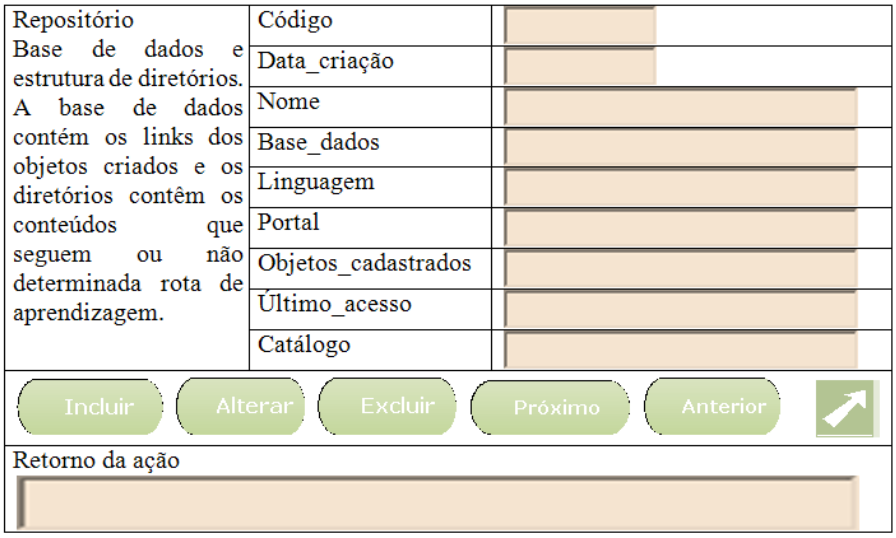
Na adição de um novo usuário o sistema fornece um número automático que garante a unicidade do registro na tabela. A partir daí, o usuário deve informar de forma consecutiva os campos colocados na tabela, cada um com seu significado. O campo foto

deve ser validado para representar um endereço existente. Caso não exista o sistema pode permitir o cadastramento e envio da foto para determinado local de forma automática. Deve-se utilizar a recomendação de processamento de transação anteriormente apresentado. Os campos primeiro_nome e ultimo_nome são de preenchimento livre não há possibilidade de consistência, a menos que eles venham de algum arquivo já criado. O campo usuário determina a palavra chave que é utilizada como *login* ou entrada no ambiente e não pode estar duplicada na tabela de usuários. A mesma observação é válida para o campo senha. O campo e-mail deve ser consistido e representar um endereço válido. O campo nível devido suas características especiais foi discutido a parte no início da descrição da atividade de manutenção de usuário. Para o caso de alteração dos campos, os mesmos critérios são validos, o único campo que não pode ter valores alterados é o código do usuário que é interno ao sistema. No caso de exclusão deve ser verificada a integridade referencial. Somente podem ser excluídos usuários que não tenham registro em nenhum outro local do sistema. No ambiente somente podem navegar usuários cadastrados, ainda que com o menor nível, o que exige apenas a atividade de solicitar o cadastramento na tela de entrada (o sistema solicita os dados da manutenção de usuários, reservando-se apenas o direito de proteger o campo senha).

## 4.19 MANUTENÇÃO DE REPOSITÓRIO

A entidade repositório contém os metadados sobre a base de dados destinados a apresentar seu histórico, seu registro nos órgãos reguladores internacionais utilizados para identificar a base de dados no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Tem-se como base a fundamentação e estado da arte dos objetos de aprendizagem, os repositórios podem ser utilizados com diversas finalidades. Um exemplo de uma utilização surgida durante o transcorrer do trabalho, não prevista na proposta inicial é a criação de uma biblioteca virtual em hipermídia, com os livros componentes considerados objetos de aprendizagem e as características mídias alteráveis de forma flexível. Ainda que não seja a situação mais normal, pode existir mais de um repositório no ambiente. A situação prevista é que cada base de dados criada represente um único repositório de

dados. Apesar deste fato o sistema permite esta atividade. Esta entidade apresenta metadados a serem utilizados em relatórios e registro nos órgãos reguladores e nos mecanismos internacionais de busca de acordo com padrão específico. Isto significa que antes de criar o repositório, a instituição mantenedora deve procurar meios de registro como um catálogo que pode ser acessado como um dos seus principais identificadores. O modelo utilizado para atividades de manutenção na tabela de repositório é o apresentado na tabela 9.




| Código | Criação | Nome | Base | Linguagem | Portal | Cadastrados | Acesso | Catálogo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00001 | 20/01/2008 | ROA_UFSC | MYSQL | PHP | www.roa.ufsc | 1234 | 10/02/2008 | ROAUFSC |

**Tabela 9 - Manutenção de instituição**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

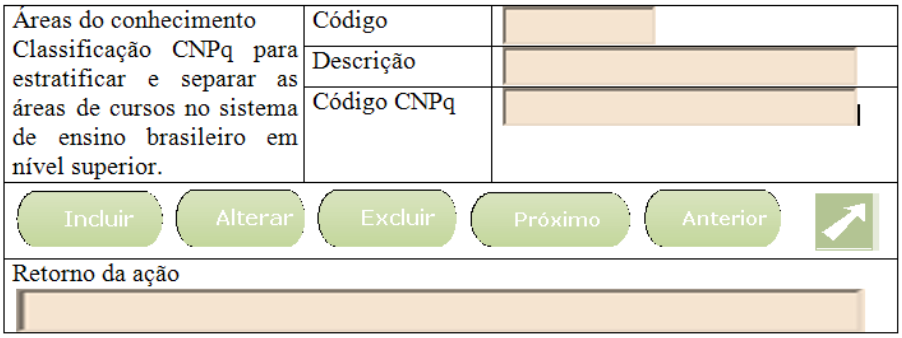
Na atividade de inclusão de um novo registro de repositório o sistema automaticamente cria um novo código que pode ser único ou não, na dependência das características de cada instituição mantenedora. A data de criação deve ser validade e informada no formato dia/mês/ano. O nome e a linguagem de programação utilizada são de preenchimento livre. O campo portal deve ser validado para representar um endereço existente no ambiente virtual. O campo catálogo apesar de não poder ser validado deve representar um organismo que exista e tenha poder regulador sobre o repositório criado. Os campos objetos_cadastrados e último_acesso são adicionados com seus valores em

branco, com atualização de forma automática pelo sistema. Na atividade de alteração devem-se adotar os mesmos procedimentos ressaltando-se que os campos objetos_cadastrados e ultimo_acesso não podem ser alterados, sua manutenção é automática no interior do sistema. A exclusão somente é possível se ao repositório não estiver associado nenhum registro filho na estrutura hierárquica proposta. As recomendações de segurança são as mesmas adotadas para as demais entidades, o mesmo acontece com relação ao processamento de transação para garantia de integridade.

Obs. A existência de mais de um repositório na estrutura da base de dados leva a duplicação de toda a estrutura em um mesmo espaço de dados. Este fato aumenta a flexibilidade no ambiente, mas em contraposição, adiciona um grau de complexidade nas atividades de armazenamento e manutenção de estruturas paralelas. Assim, recomenda-se que este fato seja evitado, fato adotado no modelo proposto.

## 4.20 MANUTENÇÃO DE AREAS DO CONHECIMENTO

O CNPq utiliza as áreas e subáreas do conhecimento na busca de instrumento de apoio a sistematização de dados de C&T, fato que o sistema vai utilizar. Para o sistema as áreas e subáreas do conhecimento têm a finalidade de uma padronização que reduz de forma significativa o volume de pesquisas a ser desenvolvido. A entidade de áreas do conhecimento, junto com a entidade subáreas do conhecimento direciona a criação de um vortal de pesquisa. Este vortal de pesquisa atua como a porta de entrada para as pesquisas a serem desenvolvidas no sistema, para busca, utilização, reutilização e criação de novos objetos nativos ou derivados de outros objetos já existentes. A cada nova área cadastrada o sistema automaticamente gera uma numeração automática que evita duplicidade dos registros na base de dados. Os campos subseqüentes derivam da tabela do CNPq e estão sujeitos a uma consistência visual, em todas as atividades de manutenção. O sistema deve usar as mesmas recomendações feitas para as demais entidades, quanto à integridade e ao processamento de transações. As atividades de manutenção da tabela de áreas do conhecimento são providenciadas de acordo com a visão apresentada na tabela 10.

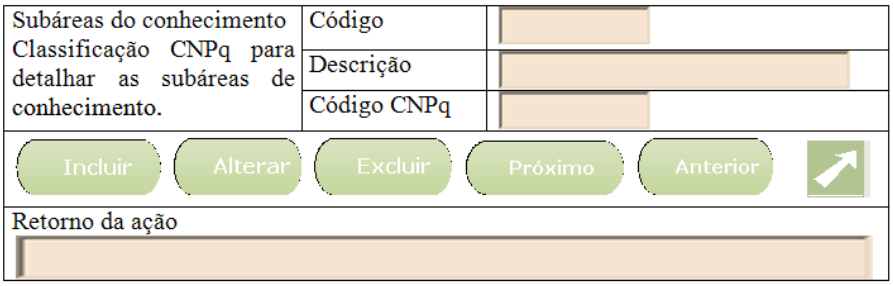



| Código | Descrição | Código CNPq |
|---|---|---|
| 00001 | Ciências Agrárias e da Terra | 01 |
| 00002 | Ciências Biológicas | 02 |
| 00003 | Engenharias | 03 |

**Tabela 10 - Manutenção de áreas**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

## 4.21 MANUTENÇÃO DE SUBÁREA DO CONHECIMENTO

Para subárea do conhecimento são válidas todas as observações colocadas na descrição da atividade de manutenção de áreas do conhecimento. Os seus campos derivam da tabela do CNPq e estão sujeitos a uma consistência visual, em todas as atividades de manutenção. O sistema deve usar as mesmas recomendações feitas para as demais entidades, quanto à integridade e ao processamento de transações. As atividades de manutenção são providenciadas de acordo com a visão apresentada na tabela 11.

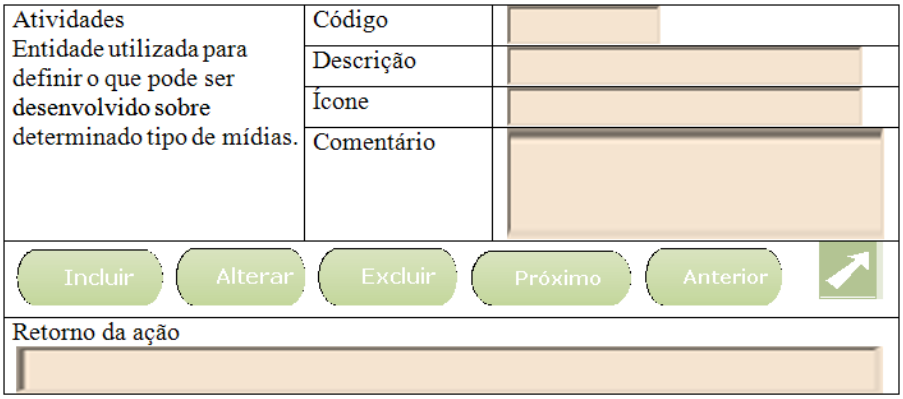



| Código | Descrição | Código CNPq |
|---|---|---|
| 00001 | Ciências exatas e da terra | 1.00.00.00-3 |
| 00002 | Matemática | 1.01.00.01-8 |

**Tabela 11 - Manutenção de subáreas**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

## 4.22 MANUTENÇÃO DE ATIVIDADES

A entidade atividades foi inserida para atender a montagem das rotas de aprendizagem, na fase de integração do repositório de dados com o sistema de gerenciamento de aprendizagem (LCMS – *Learning and Content Management System)*. O uso de palavras que orientem o aluno pode facilitar a integração do aluno com a mediação tecnológica, a qual muitos não estão acostumados. As atividades de manutenção são desenvolvidas de acordo com a tabela 12.



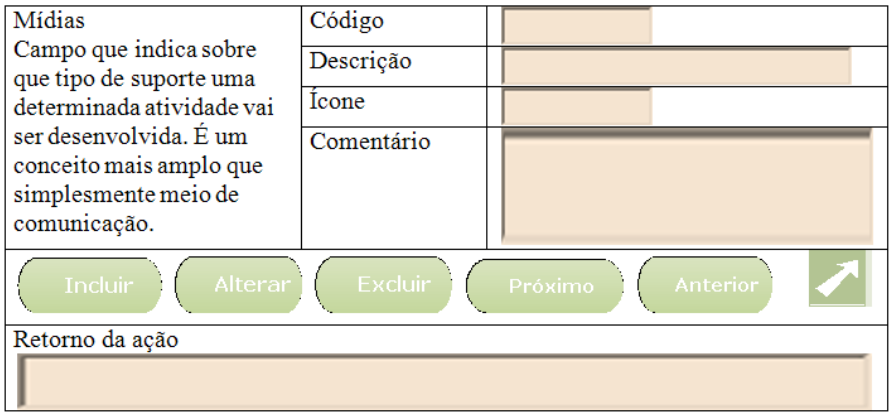

| Código | Descrição | Ícone | Comentário |
|---|---|---|---|
| 00001 | Leitura | HTTP://endereco/icone.gif | O aluno deve desenvolver uma leitura sobre o texto indicado. |

**Tabela 12 – Manutenção de atividades**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Na inclusão de registros na tabela de atividades, o sistema fornece um código automático que identifica unicamente o registro na tabela. Os campos descrição e comentários são de preenchimento livre em todas as atividades. Quanto ao campo ícone, ele deve remeter a um endereço válido dentro da estrutura e que tenha algum arquivo associado. Caso este endereço não exista ele pode ser criado e solicitado o envio do arquivo correspondente ao ícone de forma automática. O sistema deve usar as mesmas recomendações feitas para as demais entidades, quanto à integridade e ao processamento de transações.

## 4.23 MANUTENÇÃO DE MIDIAS

O termo mídia é utilizado em um sentido amplo e pode representar um suporte não tradicional como uma avaliação, mas é considerada no projeto como tal. É sobre as mídias que as atividades vão ser executadas. A combinação de palavras e de ícones deve ser escolhida de modo a atender padrões de semiótica, a ciência que estuda os signos, para evitar a polissemia, compreensão do mesmo símbolo ou conceito de forma diferenciada por diferentes pessoas. Isto vai contra o objetivo principal, tanto da entidade atividades quanto da entidade mídias. Este destaque é necessário, ainda que este estudo não faça parte do estudo do modelo para criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis. Na inclusão de registros na tabela de mídias, o sistema fornece um código automático que identifica unicamente o registro na tabela. Os campos descrição e comentários são de preenchimento livre em todas as atividades. Quanto ao campo ícone, ele deve remeter a um endereço válido dentro da estrutura e que tenha algum arquivo associado. Caso este endereço não exista ele pode ser criado em tempo real e solicitado o envio do arquivo correspondente ao ícone de forma automática. O sistema deve usar as mesmas recomendações feitas para as demais entidades, quanto à integridade e ao processamento de transações. As atividades de manutenção da tabela de mídias utilizam a tabela 13.

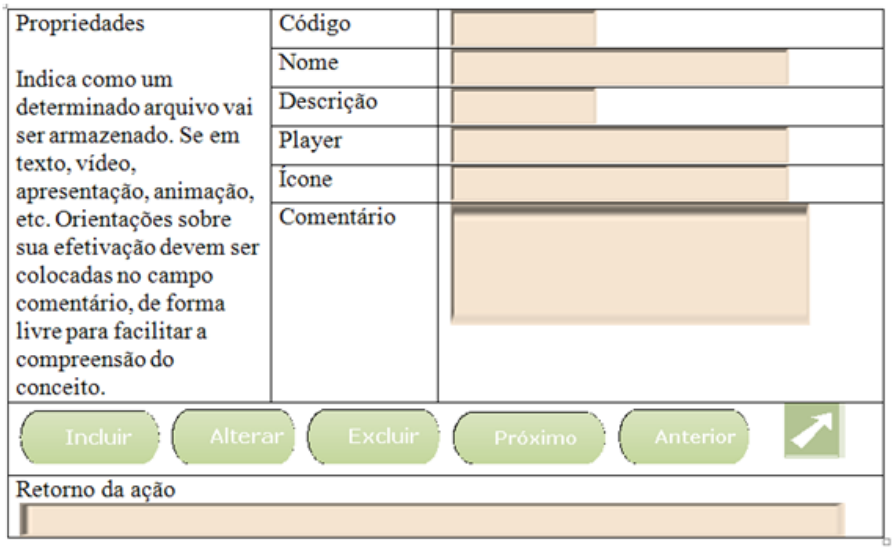



| Código | Descrição | Ícone | Comentário |
|---|---|---|---|
| 00001 | Arquivo formato PDF | HTTP://endereco/icone.gif | Textos para leitura no formato PDF |

**Tabela 13 – Manutenção de atividades**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

## 4.24 MANUTENÇÃO DE PROPRIEDADES

O conceito de propriedade é fundamental importância para compreensão dos objetos de aprendizagem como colocados neste trabalho de pesquisa e um dos principais responsáveis pela flexibilidade que vai permear o ambiente. Propriedades são componentes dos objetos de aprendizagem. As propriedades são cadastradas no sistema na medida em que são utilizadas. Quando se define o objeto com determinado número de propriedades pode-se definir uma rota de aprendizagem que privilegia estilos particulares de aprendizagem, ou simplesmente se associa a um determinado conteúdo diversas mídias para torná-lo mais claro. A propriedade carrega consigo a mídia que é utilizada e agrega uma característica para esta mídia. O significado é diferenciado com relação às entidades de atividade e mídia, que são isoladas e não agregam o significado que as propriedades dão a um objeto particular. As atividades de manutenção da tabela de propriedades utilizam a tabela 14.




| Código | Nome | Descrição | Player | Ícone | Comentário |
|---|---|---|---|---|---|
| 00001 | Videoaula | Videoaula gravada | Caminho de pesquisa | HTTP://endereco/icone.gif | Videoaula com conteúdo previsto. |

**Tabela 14 - Manutenção de propriedades**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Na atividade de inclusão o sistema fornece um código automático, que identifica unicamente a entidade na tabela na base de dados. Os campos nome, descrição e

comentários são campos livres. O campo player deve apontar para um endereço válido e sua existência e do arquivo devem ser verificados. Se nada existir no diretório, o sistema pode permitir sua inclusão em tempo real. A mesma observação é válida para o caso da indicação do caminho de acesso ao ícone que representa esta atividade e que tem apenas finalidade de tornar mais clara a compreensão da característica como uma atividade, que exige uma resposta do usuário. As mesmas considerações de consistência de campos são válidas para o caso de alteração. A exclusão deve atender requisitos de integridade referencial, caso em que somente podem ser excluídos registros que não tenham sido utilizados em outras entidades como chaves estrangeiras. O sistema deve usar as mesmas recomendações feitas para as demais entidades, quanto à integridade e ao processamento de transações. As atividades de manutenção desta entidade fazem parte das três principais atividades previstas no sistema, junto com as atividades de manutenção de objetos e instâncias, o que leva a adotar cuidados especiais em seu desenvolvimento.

## 4.25 MANUTENÇÃO DE OBJETOS

A criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis é o objetivo principal deste trabalho, o que a torna a entidade principal do sistema. As suas atividades de manutenção de propriedades, objetos e instâncias são corpo do sistema, em torno da qual giram todas as demais atividades de modo esporádico. Ela torna-se efetiva após o cadastramento inicial de uma base de suporte, com dados das demais entidades. Esta rotina representa o centro nervoso do sistema. Um objeto é cadastrado na sua forma macro sem levar em consideração as instâncias possíveis. Ao cadastrar o objeto de aprendizagem e armazenadas as suas características, o sistema cria automaticamente a primeira instância do objeto, que pode ser única. As demais instâncias são criadas quando suas propriedades são substituídas, excluídas logicamente ou novas propriedades são incluídas. Por exemplo, se temos um objeto de aprendizagem cadastrado com três propriedades (um texto, um vídeo e uma avaliação) o sistema cadastra o objeto e ao encerrar o cadastramento é criada a instância 001. Se o objeto foi marcado como fixo (campo no interior do arquivo) ele não pode ser alterado e criado uma nova instância. Caso contrário, ele pode ser alterado por outro usuário. No exemplo

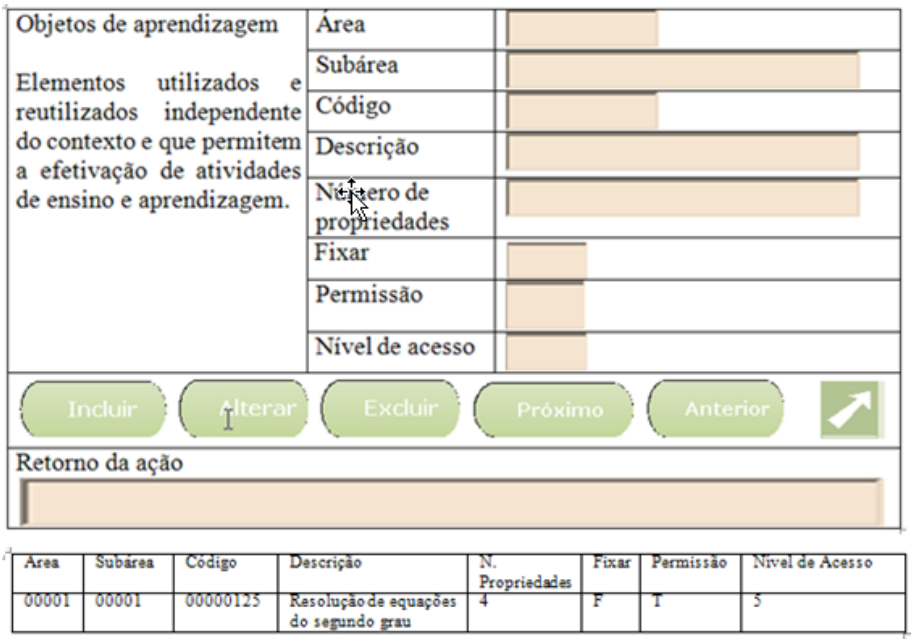
apresentado o usuário deseja alterar o arquivo de texto, devido a sua linguagem não adaptar-se ao contexto regional, mas o vídeo e a animação são mantidos. O sistema mantém a instância 001 do objeto (a original) e utiliza a propriedade da herança para manter o apontamento (*link*) para estes arquivos e altera o apontamento para um novo arquivo de texto. Assim é criada a instância 002. Ela tem um texto diferente, e são mantidos o mesmo vídeo e o mesmo processo de avaliação. O processo é iterativo e a derivação é sempre efetuada a partir da primeira instância, o que permite a criação de objetos com a adaptação a condições particulares. O processo pode ser iterado e criar uma hierarquia descendente e este fato está indicado como sugestão para uma versão subseqüente deste modelo. Na versão atual a derivação vai sempre ser efetuada a partir do objeto base. Não está prevista a derivação de instâncias a partir de outras instâncias, fato que adiciona complexidade ao processo, o que não representa o objetivo do modelo atual. Neste caso, a nova instância herda do objeto principal as propriedades que não foram alteradas.

## 4.26 INCLUSÃO DE NOVOS OBJETOS

Devido as suas características diferenciadas, a descrição da inclusão de objetos é desenvolvida de forma mais detalhada e diferenciada em relação a todas as demais atividades. Ela se divide em etapas diferenciadas e que operam com as duas principais tabelas presentes no ambiente (objetos e instâncias). A única forma de criar novas instâncias é na rotina de inclusão ou derivação de objetos. Nesta atividade é essencial a garantia de que o processamento é efetuado na modalidade de transação completa, já que as alterações na base de dados são significativas e devem manter a integridade referencial. A descrição do processo de inclusão é feita em duas etapas, o da inclusão do objeto propriamente dito e na seqüência, antes de confirmar a operação, o sistema inicia a criação das instâncias do objeto. Neste momento é colocado um novo diálogo entre o sistema e o usuário para que seja providenciada a adição dos diretórios, montagem dos links e cópia dos arquivos que representam as suas características da máquina do usuário para a estrutura do servidor, no qual o modelo proposto está implantado como repositório de dados.

### 4.26.1 Procedimentos de inclusão

Esta rotina aplica-se apenas à inclusão de novos objetos, inexistentes na base de dados. A entrada é bloqueada para objetos já existentes, situação na qual o sistema desvia automaticamente para a rotina de inclusão de objetos derivados. Esta situação é identificada automaticamente, deve-se verificar se existem instâncias armazenadas. Assim, sempre que se der entrada com um código já existente, o sistema deve informar esta situação e obter do usuário a informação se deseja informar novo código ou entrar na rotina de inclusão de objetos derivados. As atividades de manutenção da tabela de objetos utilizam a tabela 15.




| Area | Subárea | Código | Descrição | N. Propriedades | Fixar | Permissão | Nível de Acesso |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00001 | 00001 | 00000125 | Resolução de equações do segundo grau | 4 | F | T | 5 |

**Tabela 15- Criação de objetos**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Os campos área e subárea são informados e devem estar cadastrados nas tabelas do ambiente. O campo código é um seqüencial que vai identificar o objeto via uma chave múltipla. O campo número de propriedades é um número válido e diferente de zero. O campo fixar é um campo lógico que indica se este objeto pode ou não ser alterado e sofrer derivações. O campo permissão é um campo lógico que quando

colocado no status de falso permite que apenas administradores do sistema trabalhem com este objeto. O campo nível somente é utilizado se objeto pode ser trabalhado. Neste caso, este campo tem um nível que indica que somente usuários com nível de permissão igual ou superior podem alterar o campo. A rotina de exclusão de um objeto somente pode ser efetuada se ele não é utilizado em nenhum processo dentro da base de dados. Caso um objeto seja excluído, devem sê-lo todas as suas instâncias, pois estas estão associadas diretamente a um objeto. A alteração obedece às mesmas consistências descritas para o processo de exclusão. Quando se cadastrar um objeto, todas as propriedades a ele associadas devem estar preparadas (mídias, textos, animações, vídeos, etc.). A inclusão destes elementos é desenvolvida em tempo real, o que faz com que a rotina deva tomar cuidados especiais com relação ao processo de integridade referencial.

### 4.26.2 Procedimentos pós-inclusão do objeto

Após a inclusão do objeto conforme descrito, o sistema investiga o número de propriedades deste objeto e cria tantos diretórios quantos forem estas propriedades. Um exemplo identifica mais claramente esta atividade. A partir do objeto com as características apresentadas na grelha da figura 15 o sistema cria um diretório principal com o nome ROA000010000100000125. Este diretório vai conter os arquivos e respectivos *links*. Subordinado a este diretório são criados subdiretórios no mesmo número das propriedades assinaladas para o objeto como estabelecido na figura 29.

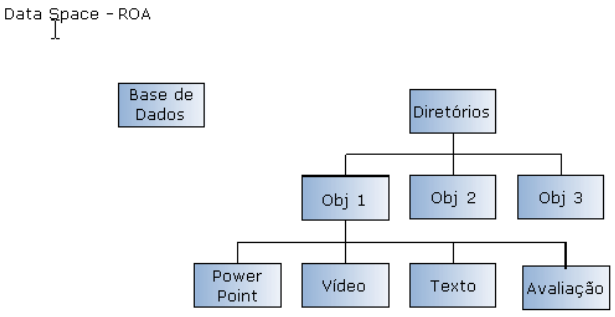



**Figura 29 - Criação dos diretórios de propriedades de um objeto**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

A conexão da base de dados com os diretórios é efetivada com a utilização de *links* para *paths* que apontam para arquivos específicos dentro da estrutura de diretórios. Após a criação dos subdiretórios o sistema solicita a informação das fontes das propriedades para que possa armazenar no subdiretório correspondente. Por suposição, o objeto "resolução de equações de segundo grau" de acordo com a visão didática pedagógica do especialista que está insere este conhecimento no repositório, foi definido com 4 propriedades:

1. Um texto. Propriedade = Arquivo Word.
2. Uma animação. Propriedade = Arquivo Flash com a resolução de uma equação.
3. Um áudio. Propriedade = Áudio a ser apresentado ao aluno.
4. Uma avaliação. Propriedade = Avaliação a ser desenvolvida pelo aluno.

A partir daí o sistema criou quatro subdiretórios que estão vazios.

Diretório criado

ROA000010000100000125

Subdiretórios criados

ROA000010000100000125/PRO00001

ROA000010000100000125/PRO00002

ROA000010000100000125/PRO00003

ROA000010000100000125/PRO00004

Após a criação destes diretórios, o sistema solicita os arquivos que representam estas propriedades sejam enviados para o provedor que vai conter os objetos de aprendizagem e as suas instâncias, conforme pode ser observado na tabela 16.

| | | |
|---|---|---|
| Envio de arquivos<br><br>Providencia o envio dos arquivos que vão compor as propriedades do objeto de aprendizagem recém incluído. | Arquivo<br>Objeto<br>000010000100000125<br>Propriedade<br>PR00001 | Procurar |
| Confirmar | | |

**Tabela 16- Envio dos arquivos das propriedades do objeto**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Este processo é iterado até o envio dos arquivos de todas as propriedades. Agora em cada subdiretório correspondente ao objeto de aprendizagem, existe um primeiro arquivo para cada uma delas. O passo seguinte é informar ao sistema este fato e permitir que estes arquivos sejam recuperados e mostrados ao usuário de acordo com a forma de acesso acionada. Em cada diretório há um arquivo com a característica informada. Neste ponto o sistema atualiza o arquivo de *log* do sistema e vai criar o arquivo de instâncias. Ele deriva diretamente do arquivo de objetos. Este processo representa a criação da primeira instância de um objeto no arquivo. Sempre que o objeto for alterado, devido à flexibilidade permitida pelo modelo, uma nova instância do objeto será criada. Este processo é automático, desenvolvido em tempo real e deve estar sujeito ao controle de um processo de transação. Na tabela 17 podemos observar como o processo é efetivado, sujeito apenas à confirmação do usuário que inclui o novo objeto.

| | | |
|---|---|---|
| Instâncias<br><br>Propriedades do objeto de aprendizagem para uma determinada ação educativa. | Área | 00001 |
| | Subárea | 00001 |
| | Código | 00000125 |
| | Propriedade | 00001 |
| | Link | C:\ROA00001000010000125\PRO00001\equacao_segundo_grau.doc |
| | Proprietário | Código do usuário proprietário |
| Retornar Confirmar | | |

**Tabela 17 – Inclusão das instâncias**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Obs1.: O código do usuário proprietário é cadastrado de acordo com seu login no sistema de forma automática. Os outros registros apresentam *links* similares:

C:\ROA00001000010000125\PRO00002\equacao_segundo_grau.swf

C:\ROA00001000010000125\PRO00003\equacao_segundo_grau.mp3

C:\ROA00001000010000125\PRO00004\arquivo_avalia.htm

Obs2: Os arquivos são transferidos de acordo com a velocidade de interligação da máquina do usuário com o servidor da aplicação.

## 4.27 EXCLUSÃO DE OBJETOS

O sistema somente permite a exclusão de objetos sem filhos derivados (instâncias) na base de dados. A exclusão de uma cadeia exige o envio de avisos a todos aqueles que submeteram derivações, com comunicação do fato. Se o usuário deseja manter a sua visão na base de dados, o objeto deve ser recriado como (automaticamente) como um novo objeto pai. A partir deste momento podem ser derivadas novas instâncias. Apesar da possibilidade da efetivação desta atividade, a previsão de sua ocorrência é mínima. Somente o administrador pode, sob condições especiais, apagar toda a cadeia hierárquica que parte de um determinado objeto. Neste caso, a estrutura excluída será replicada em um arquivo histórico, para que, caso haja necessidade de recuperar esta cadeia, ela pode ser reposta para utilização contínua. A partir deste arquivo histórico, o processo pode ser totalmente replicado com a recriação da estrutura como ela estava no momento em que sua exclusão do sistema foi solicitada e houve concordância de exclusão ou recriação de todas as instâncias. Se uma cadeia retornar, não afeta aquelas instâncias que foram transformadas em novos objetos. A exclusão está baseada na tabela 15. Quando o usuário optar pela exclusão, o sistema verifica a existência de registros filho, neste caso ele comunica-se na área de mensagem, na última linha, após verificar o status do usuário e caso seja administrador, permitir a atividade ou negar em caso contrário.

## 4.28 ALTERACAO OU DERIVAÇÃO (INCLUSÃO) DE OBJETOS

Após seu cadastramento, o objeto atende aos requisitos de granularidade e de reutilização colocados como objetivo durante o trabalho de pesquisa. A flexibilidade está no fato de que as propriedades podem ser alteradas parcialmente e criadas novas instâncias que herdam todas as características inalteradas do objeto.

A alteração de um objeto pode ser ocorrer:

a. Na parte fixa (nos campos: fixo, permissão e nível de acesso). Neste caso todas as visões (instâncias) ficam automaticamente alteradas.

b. Na parte variável (com mudança nos campos: número de propriedades, alteração de um arquivo particular que representa uma propriedade, etc.). Esta atividade somente pode ser desenvolvida por usuários com autorização especial. Neste caso a atividade deve ser repassada a todos os objetos que dele derivaram e estão cadastrados na base de dados. A alteração é comunicada ao usuário proprietário do objeto. Sua concordância altera o objeto de modo que no próximo acesso ele já vai ter a visão das propriedades alteradas. Caso o usuário não concorde com a alteração ele solicita o cadastramento da visão antiga de seu objeto como um novo objeto, que mantém a composição anterior.

A alteração de um objeto está baseada na tabela 15. O campo número de propriedades pode ser alterado e a partir daí criado um novo diretório ou eliminado um diretório existente. A atividade de exclusão consiste na eliminação na cópia que está na memória (processamento em transação) de um registro no arquivo de instância para a nova derivação. A inclusão de uma nova propriedade utiliza o mesmo processo automático de criação de instâncias utilizado na rotina de criação de objetos. Após a execução destas atividades, o sistema pode verificar se o usuário deseja alterar algum arquivo. Caso o número de propriedades não seja alterado, o sistema permite que um ou mais arquivos (inferior ao número total), sejam trocados no diretório. As atividades podem ser combinadas, ou seja, pode-se acrescentar ou eliminar propriedades e em etapa posterior alterar as que ficaram com a restrição em número inferior ao objeto original (neste caso é totalmente alterado e neste caso, é mais correta a criação de um novo objeto). As propriedades podem ser incluídas, suprimidas (exclusão lógica) ou alteradas, quando se escolhe a opção de troca do arquivo que está no diretório, por uma versão particular do usuário. Em todos os casos, o sistema mantém o objeto original inalterado. As alterações ocorrem sempre em nível de instância que foi incluída, excluída ou alterada. As propriedades excluídas logicamente não serão apresentadas para a instância atual, mas podem ser apresentada para as próximas instâncias. Quando se insere um novo arquivo, o antigo é mantido e um novo registro inserido. Como se optou por manter a estrutura original do objeto, um novo objeto vai ser gravado como nova instância do objeto original. Este fato acontece por derivação. A nova instância

herda todas as demais propriedades do objeto do qual foi derivado e incorpora as mudanças efetuadas. O processo não tem outra limitação que não seja a capacidade física do equipamento onde está o sistema está instalado. Para alterações simples, em características com mudança do arquivo, o sistema apresenta para o usuário o subdiretório e o *link* anterior, para que ele possa ser alterado para um novo *link* para cujo local vai ser enviado um novo arquivo. Esta atividade é desenvolvida de acordo com o apresentado na tabela 18.

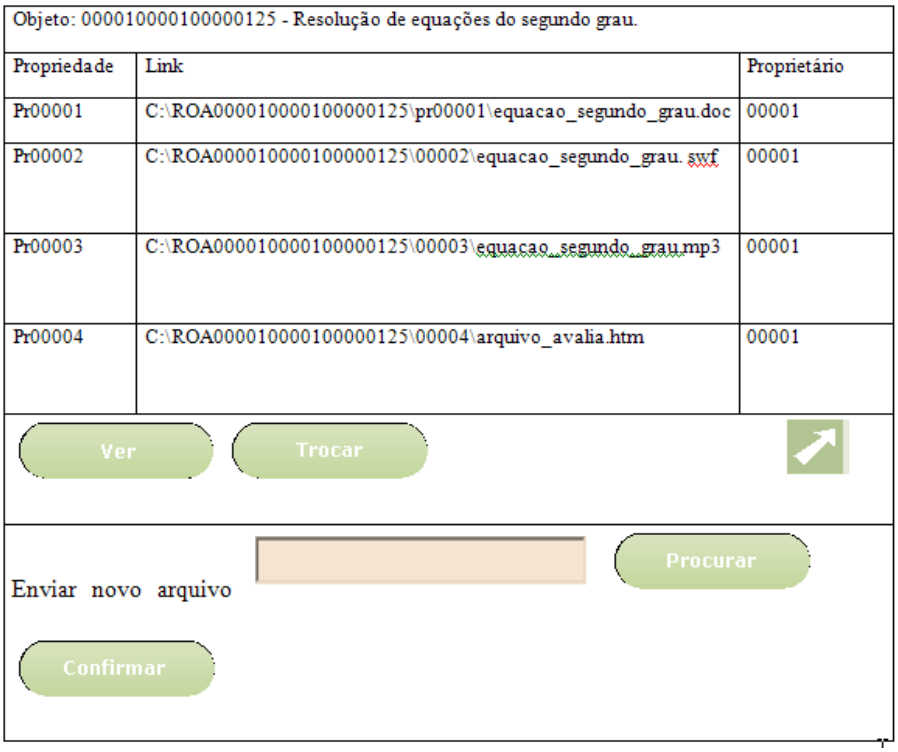



**Tabela 18 - Derivação de novos objetos**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

O sistema registra todas as trocas que o usuário deseja fazer e a propriedade trocada recebe um novo código.

## 4.29 ATUALIZAÇÃO DOS DADOS LOM-I3E

Os arquivos de objetos de aprendizagem e de instâncias dos objetos de aprendizagem têm um campo específico. Sempre que um objeto ou instancia é incluído

ou alterado, ele é zerado o que indica que esta atividade deve refletir-se na atualização dos dados LOM-I3E, em todos os seus nove grupos, nos arquivos que sejam indicados na estrutura complementar a este modelo. Algumas atividades alteram apenas algumas destas visões de um arquivo extenso e que contem grande volume de metadados sobre os objetos de aprendizagem. Esta atividade é sempre desenvolvida em processo *batch*, *offline*, com periodicidade determinada de acordo com as necessidades e condições de instalação da base de dados. Ela é uma atividade extensiva e por este motivo ela não é desenvolvida de forma on-line.

## 4.30 CONSULTAS

As consultas sobre o repositório de dados representam grande parte do volume de atividades sobre o sistema. A reutilização de objetos de aprendizagem na forma como foi definida para o sistema (*Just-in-time, on-demand*, etc.) é desenvolvida neste ponto.

### 4.30.1 Tipos de consulta

A atividade de consulta pode ser efetuada sob duas visões. A primeira sobre as entidades cadastradas no sistema e a segunda de acordo com as especificações LOM-I3E, com intenção de localizar e identificar objetos.

No primeiro caso podem ser efetuadas as pesquisas para:

1. Análise de atributos de entidades individuais
2. Consultas estatísticas para montagem de relatórios gerenciais
3. Consultas para recuperação de relação (em vídeo ou papel) das propriedades de objetos cadastradas e sua utilização de modo a permitir ao usuário assinalar quais elementos vão ser utilizados na remontagem de novos objetos de aprendizagem.

No segundo caso pode-se efetuar as pesquisas para:

1. Identificar objetos existentes.
2. Suas regras de utilização.
3. A forma de catalogação.
4. Como se processa a interoperabilidade.
5. Dados sobre complexidade dos objetos e nível de aplicação.
6. Dados sobre direitos autorais.
7. Dados sobre direitos de propriedade.

A rotina de consultas é deixada aberta e parametrizada, de modo que o usuário possa criar as suas próprias consultas.

### 4.30.2 Consulta a entidades particulares

No caso das entidades particulares, o conteúdo do arquivo é apresentado na forma de grelha. Ao posicionar o cursor sobre um elemento da grelha todos os dados do elemento correspondente são apresentados em uma tela complementar, conforme apresentado na tabela 19.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Entidade a pesquisar: Escolher um item. Confirmar | | | |
| Apresentação da grelha que contém os dados específicos da entidade escolhida | | | |
| Campo 1 | Campo 2 | Campo 3 | Campo n |
| | | | |
| | | | |
| Expandir | | | |

**Tabela 19 - Tabela de consulta a entidades**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Quando na procura de uma propriedade específica, ao localizar a propriedade desejada o botão de expansão permite que sejam listados todos os objetos onde esta mídia é utilizada. O arquivo pode ser visualizado ou emitido relatório no formato desejado pelo usuário, com seus elementos sem trazer os conteúdos dos arquivos aos quais as instâncias se referenciam. Tanto a consulta como a listagem replicam de forma tabular os campos da entidade escolhida.

### 4.30.3 Consulta aos dados LOM-I3E

As consultas isoladas são utilizadas para acessar os arquivos LOM-I3E visam recuperar os objetos baseados nos critérios de acesso estabelecidos pelo consórcio, com intenção de facilitar a localização de objetos e sua posterior reutilização. A existência de nove grupos de pesquisa e de uma multiplicidade de dados chave armazenados, pode tornar a atividade intensiva e complexa. Assim, é necessário optar por um modelo de consulta simplificado e que durante o ciclo de vida do sistema pode ser otimizado e incluir novas formas de desenvolvimento.

Para o modelo foram escolhidos como elementos de consulta:

- Estado corrente
- Data criação
- Contribuição
- Tipo
- Duração
- Tipo de interatividade
- Tipo de recurso educacional
- Nível de interatividade
- Uso pretendido
- Contexto
- Faixa etária atingida
- Nível de dificuldade

- Tempo gasto na aprendizagem

Para desenvolver esta consulta o sistema solicita que o usuário informe o campo a ser utilizado como base para pesquisa, de acordo com a tabela acima, os valores na forma de campo individual ou faixa. Para diminuir o volume de acesso, o usuário pode restringir a pesquisa e colocar como filtro a área do conhecimento e subárea do conhecimento. O modelo para esta consulta é apresentado na tabela 20.

<table>
<tr><td>LOM – I3E<br><br>Base pesquisa<br><br>Estado corrente<br><br>Valores<br><br>Ativo</td><td>Objetos encontrados<br>1234<br><br>O que você quer fazer<br><br>Consulta em tela<br><br>Listagem</td></tr>
<tr><td>Filtros<br><br>Área<br><br>Subárea</td><td></td></tr>
</table>

**Tabela 20 - Tabela de consulta aos dados LOM-I3E**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

A apresentação de resultados neste ponto tem o objetivo de mostrar ao usuário as condições sob as quais o objeto está cadastrado. São repassadas ao usuário informações sobre os objetivos do objeto de aprendizagem no repositório, a área e subárea do conhecimento ao qual está relacionado e permitido acesso às suas propriedades. É permitido ao usuário efetuar uma cópia da estrutura do objeto, que contém apenas as informações básicas e não os conteúdos. A utilização do objeto de aprendizagem ocorre a partir dos sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS) ou qualquer outra forma interna prevista pelo usuário que acessa o repositório. É importante lembrar que qualquer programa que seja compatível com o padrão SCORM pode acessar estes objetos de aprendizagem, o que depende apenas de sua colocação em

uma base de dados pública ou exigirem para isto associação com o vortal que permite o acesso.

O modelo proposto prevê a criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis. A sua utilização e reutilização de acordo com as condições apresentadas em sua própria definição, está relacionada com os sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS) ou outro programa qualquer desenvolvido para atender esta necessidade. O acesso e uso, além da associação à mantenedora, estão na dependência do uso do padrão SCORM, para que o repositório tenha interoperabilidade. A forma de acesso a esta consulta é apresentada na tabela 21.

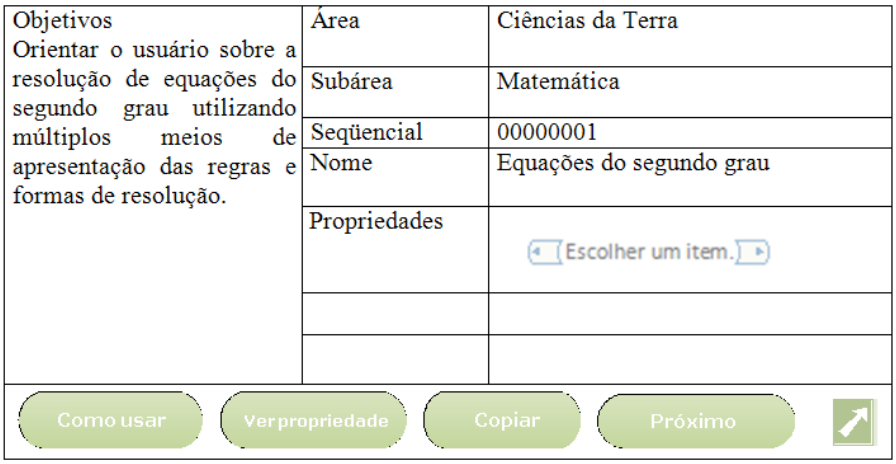



**Tabela 21 - Apresentação dos objetos consultados**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

A integração do sistema com um vortal, com um sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS) e o uso dos pressupostos do modelo em uma aplicação particular (hiperlivro), será apresentada na seqüência dos trabalhos, como aplicações possíveis para a utilização do repositório de dados criado. Esta integração é importante após a criação do modelo devido ao fato que ela organiza a atividade de pesquisa e como conseqüência minimiza o tempo de acesso para que um usuário localize um objeto específico na base de dados. Como ela configura uma aplicação particular a parte, ela não foi incluída no modelo, que apresenta apenas a infra-estrutura para seu desenvolvimento, com descrição das entidades do mundo real que têm interesse para o sistema.

## 4.31 CONSULTA EXPANDIDA

A consulta expandida tem como objetivo a montagem de novos objetos. Ela vai localizar as propriedades cadastradas (quais os vídeos, textos, etc.) na base de dados e validar a sua utilização para a criação de novos objetos de aprendizagem. A montagem de novos objetos a partir desta atividade é a mesma efetuada no processo já descrito nos tópicos anteriores. Para a consulta expandida o usuário será solicitado a informar valores ou faixas de valores para campos específicos e a partir deles ter acesso ao processo de criação de um novo objeto, ou simplesmente desenvolver a navegação pelo repositório de aprendizagem. Esta modalidade de consulta é extensiva e normalmente utilizada pelos mantenedores da base de dados, pois permitem critérios de consulta mais detalhados e que varrem todo o conteúdo da base de dados. Ela é desenvolvida de acordo com o proposto na tabela 22.

<table>
<tr><td rowspan="5">Consulta expandida<br><br>Varredura do repositório localizando objetos individuais, grupos de objetos com características comuns ou verificando quais as propriedades armazenadas para eventual uso na montagem de novos objetos ou de rotas de aprendizagem.</td><td>Área inicial</td><td></td></tr>
<tr><td>Área final</td><td></td></tr>
<tr><td>Subárea Inicial</td><td></td></tr>
<tr><td>Subárea final</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Propriedade inicial<br><br>Propriedade final</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Objetos Propriedades</td></tr>
<tr><td colspan="3">Retorno da ação</td></tr>
</table>

**Tabela 22 - Tabela para consulta expandida**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

A consulta apresentada é extensiva e varre todo o conteúdo da base de dado. Sua complexidade e o volume da base de dados fazem com que esta atividade possa apresentar um tempo de demora considerável, fato para o qual o usuário deve ser alertado. O resultado da pesquisa de propriedades é apresentado na tabela 23.

| Propriedades | Código | |
|---|---|---|
| Indica como um determinado arquivo vai **ser armazenado. Se em** texto, vídeo, apresentação, animação, etc. Dúvidas sobre sua efetivação devem ser colocadas no campo **comentário de forma livre,** facilitando a compreensão do conceito. | Nome | |
| | Descrição | |
| | Player | |
| | Ícone | |
| | Comentário | |
| Próximo | Ver propriedade | Ver instância |

**Tabela 23 - Consulta expandida (propriedade)**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Na consulta de objetos, o sistema apresenta os dados para o usuário, de acordo com o modelo apresentado na tabela 24.

| Objetos de aprendizagem | Área | |
|---|---|---|
| **Elementos utilizados e** reutilizados independente do contexto e que permitem a efetivação de atividades de ensino e aprendizagem. | Subárea | |
| | Código | |
| | Descrição | |
| | Número de propriedades | |
| | Fixar | |
| | Permissão | |
| | Nível de acesso | |
| Próximo | Anterior | Ver instância |

**Tabela 24 - Visão do objeto pesquisado**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Todas as rotinas apresentadas têm aspecto dinâmico, ou seja, elas são adaptáveis às necessidades ou desenvolvidas para correção de falhas observadas durante o ciclo de vida do sistema. Para o modelo implantado no grupo Uninter foi contratado um servidor externo, que cuida das questões de cópias de segurança, integridade e proteção contra acessos não autorizados.

## 4.32 Síntese do Capitulo

Os procedimentos de manutenção de entidades e consultas simples e expandidas apresentadas permitem a manutenção interna de uma base de dados que pode ser utilizada com múltiplas intenções. O modelo proposto poderá ser utilizado como repositório de dados, o que é seu propósito original ou em outros trabalhos com bibliotecas ou a geração de projetos colaborativos que utilizem a tecnologia Wiki. No capítulo 5 serão analisadas aplicações que podem utilizar o repositório criado de acordo com o modelo estudado e proposto. Será apresentada uma aplicação específica (PQD/AVA) em desenvolvimento, analisada a primeira necessidade levantada (o portal) e as potencialidades do sistema vão ser comparadas com um sistema desenvolvido (hiperlivro) questionando a aplicação do modelo e de seus pressupostos como complemento a sua utilização.

# 5 CAPITULO 5 - APLICACOES DO MODELO

## 5.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo trata da descrição de aplicações imediatas que foram desenvolvidas para validar o modelo (Programa de Qualificação Docente para o Ambiente Virtual de Aprendizagem), utilizaram de modo independente e em paralelo os seus pressupostos (HIPERLIVRO) ou que podem ser desenvolvidas com a utilização do modelo para criação de um portal de busca como sugerido no projeto (ROA/UFSC). Os resultados e expectativas confirmam que o modelo proposto á adaptável a quaisquer tipos de aplicações onde seja necessária a criação, armazenamento e uso de entidades diversas da visão apresentada nesta pesquisa. A base de sustentação é a reutilização flexível dos conteúdos armazenados como sistemas de informação, disponibilizados para uso compartilhado e recriação constante destes conteúdos para aplicação em contextos diferenciados.

## 5.2 PROGRAMA DE QUALIFICAÇÃO / AVA

### 5.2.1 A proposta

O modelo proposto neste trabalho foi utilizado, durante seu desenvolvimento, em uma aplicação voltada para criação de rotas de aprendizagem em sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS) denominado CLAROLINE. Ele foi estabelecido como uma logística a ser aplicada para a criação do repositório de objetos de aprendizagem do grupo Uninter com privilégio dado ao processo de formação permanente e continuada do docente. O projeto utilizou o modelo apresentado

para criação do repositório inicial e sua utilização interna para, em uma segunda etapa, a ser desenvolvida a partir de segundo semestre de 2008 e ofertada ao mercado como unidade de negócio denominado SEU – Sistema Educacional Uninter com a configuração de um vortal de pesquisa, especificado no capítulo 5.2.

No início do ano de 2007 foi instalado o sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem CLAROLINE no Grupo Uninter (www.grupouninter.com.br), deixado disponível para consulta no endereço (http://tead.grupouninter.com.br/claroline176/). A implantação deste sistema partiu de estudos desenvolvidos que apontavam para uma perda de recursos de materiais em multimeios que circulavam na instituição e eram constantemente desenvolvidos e refeitos, devido à inexistência de um processo de gestão do conhecimento (*KM – Knowledge Management*) para atuar no sentido do registro, divulgação e melhoria constante de conteúdos a partir de sua comunidade de docentes.

O caminho escolhido e que motivou esse estudo, foi analisar e estudar formas de transformação dos conhecimentos circulantes no ambiente da instituição com o uso de uma tecnologia educacional emergente denominada “objetos de aprendizagem”. Assim, arquivos com apresentações, videoconferências de aulas, animações em flash começaram a ser armazenados em uma grande base de dados. Um dos problemas encontrados foi uma falta de flexibilidade na recuperação e no relacionamento de mídias isoladas para que elas sejam agrupadas de forma a tornarem-se de uso geral e independente do contexto, sendo reutilizadas em diversas iniciativas de uso da mediação tecnológica.

Desta forma, iniciou-se a implantação de um modelo para permitir a criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis e o estudo e implantação de um sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem. Após um *benchmark* para escolha do sistema de gerenciamento, optou-se pelo uso do sistema CLAROLINE, anteriormente referenciado e que pode ser consultado no endereço citado. Para as consultas referentes a este trabalho foi criado com validade até o final de 2007 um login e senha com os valores “teste/teste”. A segunda medida foi prosseguir os estudos em andamento e concluir uma proposta de um modelo para criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis.

A implantação do sistema foi iniciada no primeiro semestre de 2007 com liberação pelos alunos de algumas disciplinas nas instituições de ensino mantidas pelo grupo. As primeiras constatações confirmaram alguns pressupostos adotados na construção do modelo: o perfil resistência dos docentes em sua utilização e a necessidade de flexibilidade para alteração e disponibilidade dos materiais didáticos. Foi observado um grau de confusão para os alunos, apesar da profusão de metadados colocados como suporte para esclarecer o uso dos conteúdos.

De acordo com as recomendações do modelo que estava em estudo, a FATEC – Faculdade Tecnológica, integrante do grupo Uninter, resolveu adotar a proposição desta nova tecnologia e desenvolver cada uma de suas aulas, de acordo com a metodologia proposta. Como teste da estrutura foi decidido utilizar a portaria 4.059 do MEC. Ela permite que 20% da carga horária dos cursos presenciais sejam ofertadas com o uso da mediação tecnológica e de forma não presencial. O objetivo final era o estudo da implantação de uma nova forma de oferecer cursos na modalidade EAD, o *e-learning*, que visa preparar os seus alunos para o uso da mediação tecnológica no desenvolvimento de um processo de formação permanente e continuada. As disciplinas foram escolhidas e o teste inicial foi propor um PQD – Plano de Qualificação docente, com o propósito de criar uma massa crítica interna de educadores.

### 5.2.2 O plano de qualificação docente

O programa foi desenvolvido com objetivo de preparar os docentes do grupo UNINTER para o uso extensivo das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem, para cursos ofertados com suporte do AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem nos seguintes casos:

BACHARELADOS, LICENCIATURAS E TECNÓLOGOS

1. Enriquecimento de ambientes presenciais tradicionais com uso da Internet em sala de aula tradicional e no processo de comunicação com o aluno (*Blended Education*).

2. Uso em educação corporativa, extensão universitária, disciplinas em período especial (dependências), portaria 4059. (*E-learning*).
3. Enriquecimento do ambiente "Presença conectada" com efetivação dos 2/3 não presenciais com atividades desenvolvidas em grupo, de forma colaborativa, com a criação de comunidades de aprendizagem e uso de metodologias, teorias de aprendizagem e abordagens diferenciadas no processo de ensino e aprendizagem.
4. Oferta de cursos na modalidade de "imersão total no ambiente virtual" (*e-learning*), com uso de tecnologias avançadas: *Streaming* de Vídeo, *IPTV* e TV digital, com uso da rádio WEB para acompanhamento dos *chats* síncronos.

PÓS-GRADUAÇÃO

1. Enriquecimento de ambientes presenciais tradicionais com uso de internet em sala de aula tradicional, na cessão de materiais e no processo de comunicação com o aluno.
2. Enriquecimento dos cursos de pós-graduação na modalidade da "presença conectada", com efetivação dos 2/3 não presenciais com atividades desenvolvidas em grupo, de forma colaborativa com a criação de comunidades de aprendizagem e uso de metodologias, teorias de aprendizagem e abordagens diferenciadas no processo de ensino e aprendizagem.
3. Oferta de cursos de pós-graduação totalmente na modalidade de "imersão total no ambiente virtual" (*e-learning*), com uso de tecnologias avançadas: *Streaming* de Vídeo, IPTV e TV digital.

Para seu desenvolvimento o programa foi projetado em quatro módulos, três a serem desenvolvidos durante o ano de 2007 e o quarto (formação do projetista instrucional) a ser desenvolvido no primeiro semestre de 2008, completando a logística proposta para implantação do modelo para criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis. Os três primeiros propostos como validação e alterações a

serem propostas no modelo e o quarto visando preparar materiais para popular de forma massiva o repositório de objetos de aprendizagem do grupo Uninter.

- Módulo TRE001 – O uso do CLAROLINE pelo docente. Curso na modalidade *WBT* com orientações para entrada e inserção de disciplinas no ambiente virtual de aprendizagem. Módulo único. Carga horária total = 20 horas.
- Módulo TRE002 – Ação e prática docente no AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem. Curso na modalidade de imersão total no ambiente virtual com criação de comunidade de aprendizagem colaborativa e suporte tutorial. Curso com 8 módulos. Carga horária total de 80 horas.
- Módulo TRE003 – Criação e uso de objetos de aprendizagem flexíveis. Curso na modalidade de imersão total o ambiente virtual com criação de comunidade de aprendizagem colaborativa e suporte tutorial. Curso com 8 módulos. Carga horária total de 80 horas.
- Módulo TRE004 – Projeto Instrucional. Curso na modalidade *blended learning* com 50% presencial e 50% na modalidade de imersão total no ambiente virtual. Curso com 6 módulos. Carga horária total 180 horas.

Certificações propostas:

- Percurso 01 – Os módulos TRE001 / TRE002 / TRE003 – Aperfeiçoamento
- Percurso 02 – Os módulos TRE001 / TRE002 / TRE003 / TRE004 – Especialização em Metodologias em projetos instrucionais e e-learning.
- Percurso individual por módulo – Extensão universitária.

O programa será oferecido de forma circular, sempre que houver necessidade de formação de mais docentes capacitados para desenvolver atividades no ambiente virtual de aprendizagem. A primeira turma foi destinada aos professores que vão atuar no ambiente a partir de Janeiro de 2008.

### 5.2.3 O detalhamento do módulo TRE001

O módulo TRE001 foi desenvolvido na forma de um WBT para que os participantes do processo adquirissem conhecimentos sobre como desenvolver atividades no ambiente virtual proposto, com uso do sistema de gerenciamento de conteúdo e de aprendizagem utilizado (CLAROLINE). Ele foi definido como modulo introdutório do curso e obrigatório para todos os participantes do ambiente, incluindo o pessoal administrativo e os tutores nos pólos presenciais distribuídos em cadeia nacional. Ele apresenta para os participantes todas as atividades liberadas para que seja possível a inserção de cursos no ambiente virtual e o acompanhamento dos alunos.

### 5.2.4 O detalhamento do módulo TRE002

O módulo TRE002 foi desenvolvido de acordo com os conteúdos apresentados na tabela 25.

| Aula | Tema | Fórum | Atividade |
|---|---|---|---|
| 1 | A mediação tecnológica | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana.<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa. |
| 2 | Os ambientes virtuais de aprendizagem | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 3 | Os portais de apoio educacional | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 4 | Os sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem on-line | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 5 | Ambientes de aprendizagem colaborativa | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 6 | Aprendizagem baseada em problemas | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |

| Aula | Tema | Fórum | Atividade |
|---|---|---|---|
| 7 | Uma nova prática docente | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 8 | Uma nova prática discente | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |

**Tabela 25 - Detalhamento módulo TRE002**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Após o desenvolvimento do módulo 001 de forma independente pelos professores, este módulo preparou os docentes para a compreensão de novos paradigmas colocados para o profissional docente no mercado de trabalho contemporâneo e também para o aluno. Ele prevê um profundo envolvimento do docente no que se convencionou denominar no jargão utilizado pelo grupo Uninter como CAV – Comunidades de Aprendizagem Virtual. O trabalho em grupo foi incentivado como forma de unir os professores em torno de um objetivo comum e o curso teve o envolvimento das lideranças intermediárias (coordenação de curso) e das lideranças superiores (coordenação acadêmica e direção geral).

### 5.2.5 O detalhamento do módulo tre003

O módulo TRE003 foi desenvolvido de acordo com os conteúdos apresentados na tabela 26.

| Aula | Tema | Fórum | Atividade |
|---|---|---|---|
| 1 | Definição e grupos de estudo. | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana.<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa. |
| 2 | Estado da arte e fundamentos. | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 3 | Tecnologia subjacente e metadados para identificação. | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 4 | ROA – Repositórios de objetos de aprendizagem e A interoperabilidade. | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| | Projeto de um ROA, | Discussões do tema | Fórum da semana |

| Aula | Tema | Fórum | Atividade |
|---|---|---|---|
| 5 | recuperação e reutilização. | tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 6 | Granularidade e uso dos objetos de aprendizagem. | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 7 | Adaptação e benefícios do uso dos objetos de aprendizagem. | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 8 | Tipos de objetos e perspectivas futuras em seu desenvolvimento. | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |

**Tabela 26 - Detalhamento módulo TRE003**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Neste módulo os docentes iniciaram a aprendizagem dos fundamentos dos objetos de aprendizagem exatamente como foram colocados no modelo proposto e os trabalhos em grupo foram intensificados. Em seu inicio pode-se destacar o elevado fator resistência, observado principalmente na área educacional, com os professores dos cursos de pedagogia e das licenciaturas (história, matemática e outras). As outras áreas, principalmente as que envolvem os cursos de administração e ciências exatas demonstram uma maior maleabilidade para aceitação dos novos paradigmas impostos pela adoção da tecnologia educacional que envolve a criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis, conforme proposta deste trabalho.

### 5.2.6 Detalhamento do módulo tre004 - projeto instrucional

Este módulo está com os seus conteúdos em desenvolvimento e vai aplicar na prática o conhecimento adquirido pelos participantes e seu conteúdo

| Módulo | Tema | Fórum | Atividade |
|---|---|---|---|
| 01<br>30 h | Fundamentos sobre projetos instrucionais para os Ambientes virtuais de aprendizagem | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana.<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa. |

| Módulo | Tema | Fórum | Atividade |
|---|---|---|---|
| 02<br>30h | Fundamentos dos Mapas conceituais e mapas mentais | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 03<br>30h | Determinação dos objetos de aprendizagem e rotas de aprendizagem. | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 04<br>30h | Oficina 01 – Determinação dos objetos de aprendizagem. | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 05<br>30h | Oficina 02 – Determinação das rotas de aprendizagem | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |
| 06<br>30h | Oficina 03-<br>A produção do material | Discussões do tema tratado em aula na comunidade virtual de aprendizagem. | Fórum da semana<br>Atividades independentes propostas no material.<br>Avaliação formativa |

**Tabela 27 - Conteúdos módulo TRE004**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Os materiais para este módulo estão em fase final de desenvolvimento. As oficinas estão sendo preparadas por uma equipe multidisciplinar. Seu início está previsto a partir de janeiro de 2008. Ele vai estender-se até as férias de meio de ano, com a aplicação dos conteúdos sendo efetivada já a partir do segundo semestre. Ele é o módulo que complementa os conhecimentos teóricos básicos, tratados nos módulos TRE002 e TRE003, e que tem a finalidade que o docente incorpore estes conceitos em sua prática diária, tendo atuado primeiro como participante no ambiente virtual criado e na CAV – Comunidade de Aprendizagem Virtual, criada em torno do programa de qualificação. Ele leva em consideração a importância da figura do projetista instrucional dentro do ambiente de qualquer curso que vai ser ofertado na modalidade não presencial ou semipresencial, onde não há lugar para a improvisação característica dos cursos ofertados no ambiente presencial, onde os encontros face-a-face possibilitam a correção imediata de qualquer desvio de rumo. O que não é possível no ambiente virtual, onde os encontros sem rosto devem estar programados de forma prévia e esclarecidos com o uso de metadados que esclarecem todas as atividades a serem desenvolvidas pelo aluno. Neste módulo, outra atividade tem destaque repassar ao docente os fundamentos dos

mapas conceituais e dos mapas mentais. Os professores foram chamados a participar de acordo com o folder eletrônico apresentado na figura 30.

**Figura 30 - Chamado aos professores**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Para o desenvolvimento da proposta foi estabelecido que cada aula fosse tratada como um objeto de aprendizagem em especial com a seguinte configuração:

- Uma videoconferência a ser oferecida de forma assíncrona.
- Um texto de estudo com as atividades a serem desenvolvidas pelos alunos de forma independente.

- Animação em flash para substituir o uso de PowerPoint, na tentativa de tornar as aulas mais agradáveis.
- O uso de um fórum semanal.
- O uso de um Chat quinzenal (a cada dois módulos).
- Um processo de avaliação formativa desenvolvida de forma independente pelo aluno.

Houve necessidade de minimizar os custos com a primeira versão em desenvolvimento. Para permitir a formação dos professores no desenvolvimento conjunto com roteiristas com experiência em montagem de *storyboards* com intenção de estabelecer um roteiro de mais interesse para as aulas, com inclusão de avatares, considerados como seres simulados que representam os indivíduos no mundo virtual (VENTURELLI & FRAGA, 2007), o uso de videoconferências foi postergado para a próxima efetivação do curso. Assim, foi aberto o caminho para a criação dos objetos de aprendizagem conforme foi proposto para o modelo. O sistema de gerenciamento foi implantado no endereço anteriormente referenciado e foi iniciada a produção de materiais didáticos para cobertura dos quatro módulos e a qualificação de um grupo de docentes multiplicadores.

A integração do repositório inicial com o LCMS (CLAROLINE) foi providenciada via a criação de “rotas de aprendizagem” que importam os objetos de aprendizagem que estão cadastrados no ROA/UNINTER. Este acesso tem as seguintes abordagens:

- Desenvolver programas multimídia, com uso de software que permite a geração de programas executáveis, páginas web, CDs ou DVDs e utiliza a tecnologia SCORM. Com esta finalidade foi adquirido o programa LECTORA 2007, responsável pela criação do primeiro módulo para formação dos professores multiplicadores (TRE001) voltado para ensinar os docentes sobre como utilizar o sistema CLAROLINE, desenvolvido na modalidade *WBT – Web Based Training* com o principal objetivo de proporcionar ao docente um processo de imersão total no ambiente virtual de aprendizagem.

- Utilizar as mídias cadastradas no sistema como uma rota de aprendizagem.
- Utilizar diversos objetos para compor uma rota de aprendizagem.
- Utilizar a própria rota criada como objeto de aprendizagem e que pode ser modificado tal como descrito no desenvolvimento deste trabalho. Esta abordagem permite efetivar um dos desafios para a instituição de ensino superior, a gestão do conhecimento (*knowledge management*) sobre formas de ensino e aprendizagem, com visões diferenciadas sobre como desenvolver a efetivação da teoria na prática.

Esta estrutura que representa uma aplicação completa do modelo criado é apresentada com uso dos três módulos iniciais do curso, em andamento, e indicações sobre o quarto módulo, que inclui a aprendizagem, pelos docentes envolvidos no processo, dos fundamentos propostos neste trabalho.

### 5.2.7 Apresentação da estrutura do primeiro módulo

Foi detectada como primeira necessidade, orientar os docentes para o uso do sistema CLAROLINE, fato que em uma segunda etapa seria repassado para todos os participantes do ambiente, com inclusão dos administradores e tutores. Para os alunos foi previsto na segunda etapa do processo, desenvolver um programa similar. O processo escolhido foi desenvolver um sistema *WBT – Web Based Training* com uso de um produto proprietário adquirido pela instituição, para gerar de uma única vez o formato impresso, formato multimídia (CD ou DVD), formato hipermídia (Páginas Web) e, principalmente, apresentar uma interface gráfica simplificada, que exige pouco ou nenhum conhecimento de atividades de programação. O resultado foi o módulo TRE001 apresentado na figura da área de cursos que estavam em fase de implantação para testes da nova tecnologia de objetos de aprendizagem. A figura 31 apresenta a visão geral dos programas desenvolvidos com uso da tecnologia de objetos de aprendizagem.

**Figura 31 - Área de cursos**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Para o TRE001 foi desenvolvido o material apresentado na figura 32 ofertado primeiramente para os docentes multiplicadores e em segunda etapa para os demais professores, administradores e tutores, sempre na forma de imersão total, na modalidade *e-learning* com acompanhamento tutorial.

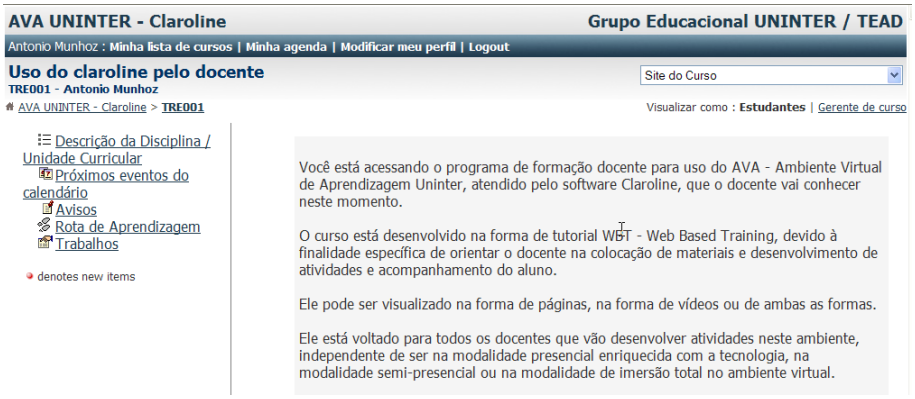



**Figura 32 - TRE001**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Essa é a interface inicial adotada cuja modificação está em estudo a cargo de *designers* com experiência na área de interfaces gráficas entre o homem e a máquina. Em nosso caso interessa a rota de aprendizagem, cuja construção vai ser detalhada adiante. A partir da rota de aprendizagem foi estabelecida a única atividade deste primeiro módulo, conforme se pode observar na figura 33.

**Figura 33 - Rota de aprendizagem**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Essa rota foi incluída no LCMS CLAROLINE via padronização SCORM criada diretamente a partir do produto LECTORA 2007 e a sua apresentação ao aluno foi efetuada em diversas mídias. Em CD com programa executável com carga automática que instala o programa no equipamento do participante, em material impresso com as mesmas páginas apresentadas nas demais mídias e em uma terceira forma entregue no formato de páginas WEB, implantadas no servidor ou copiadas para o equipamento do participante para navegação *offline*. O curso é composto por 17 objetos de aprendizagem que se juntam para compor um programa multimídia a ser desenvolvido pelo docente. Cada módulo é independente do contexto e pode ser chamado a qualquer momento, sempre que o docente, o tutor ou o administrador deseja saber como manusear informações no interior do ambiente virtual oferecido pelo sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem. Para as animações das atividades foi utilizado o programa CAMTASIA em sua versão 4. O mesmo conteúdo apresentado via animada pode ser acessado via paginas estáticas, para aqueles que desejam maior tempo para desenvolver de forma conjunta o cadastramento de seu curso. O programa pode ser visto em parte de sua estrutura na seqüência das figuras 34 a 36.

**Figura 34 - Entrada no TRE001**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Este programa desenvolvido na modalidade WBT permite que o participante navegue por todo o conteúdo do curso de forma linear ou de forma randômica, incrementando o seu grau de usabilidade. Ele pode ser desenvolvido em paralelo com o sistema de gerenciamento de aprendizagem e ser chamado de dentro dele em cada momento que o participante tem alguma dúvida. A finalidade é que o participante acompanhe cada atividade atuando na forma de estimulo – resposta. Ele vê o conteúdo no multimídia e ao mesmo tempo alterna a atividade com uma versão do sistema aberto na unidade temática que ele está aprendendo a cadastrar. Foram projetadas oficinas presenciais complementares na sede central, duas vezes por semana, até que o curso seja completado, mas observa-se que esta providência, apesar de necessária, tem se demonstrado desnecessária. O grau de atividade independente e autônoma no sistema tem atingido elevado grau.

A figura seguinte apresenta ao aluno um sistema de navegação por todas as páginas do curso, a partir de qualquer lugar onde ele se encontre. O que evita que ele fique preso na estrutura de navegação, sem possibilidade de retorno a alguma página válida. O aluno pode tanto seguir na seqüência, como mostrar qualquer ponto em uma

janela sobreposta. O número de janelas sobrepostas que o aluno pode manter abertas, depende da quantidade de memória livre em seu computador.

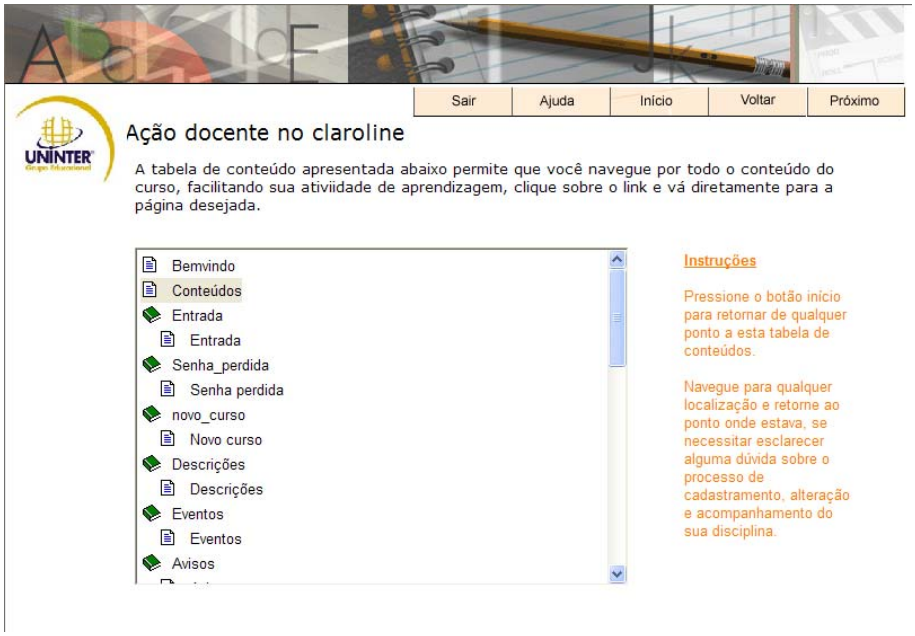



**Figura 35 - Navegação TRE001**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

**Figura 36 - Interface básica TRE001**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

O curso está desenvolvido como 17 objetos de aprendizagem que foram reconstruídos dentro do sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS). O aluno pode acessar cada um destes objetos de três formas diferentes. Por meio de uma seqüência de telas que orienta como fazer ou por meio de um programa multimídia, definido como uma propriedade deste objeto de aprendizagem, representado por uma animação desenvolvida com uso do *software* CAMTASIA versão 4.0, que orienta o aluno da mesma forma que na seqüência de telas, que é estática. Além disso, o aluno pode visualizar um exemplo cadastrado ou testar por si mesmo a atividade, desde que informe seu *login* e senha. O programa prossegue até que seja completado o acesso aos 17 objetos de aprendizagem definidos e que são aqueles apresentados na figura 37.

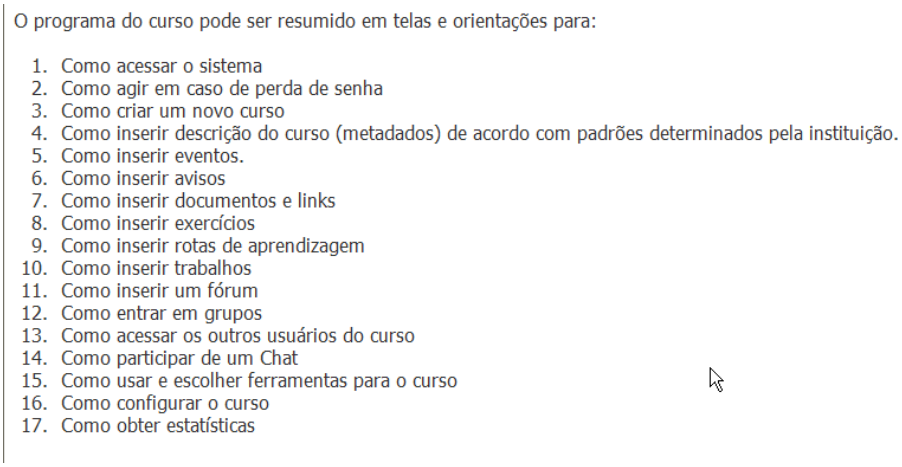



**Figura 37 - Objetos de aprendizagem do TRE001**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Ao terminar o primeiro módulo, os participantes foram avaliados por seus coordenadores, por meio de um processo onde cada um tinha que incluir a sua disciplina no ambiente virtual, conforme foi orientado durante o curso. Este programa pode ser visualizado no endereço apresentado na figura 33 ou acessado com o *login* e senha que foram informados anteriormente.

### 5.2.8 Apresentação da estrutura do segundo módulo

Terminado o primeiro módulo, cada participante iniciou o segundo módulo. Ele foi dividido em oito objetos de aprendizagem, também de acordo com o modelo que foi

desenvolvido. Estes módulos podem ser desenvolvidos de forma independente e chamados de qualquer unidade que necessite dos conhecimentos que ele trata. Para isto é suficiente solicitar a sua inclusão na rota do curso que deseja tê-lo como participante de seus conteúdos. A entrada pode ser vista na figura 38.

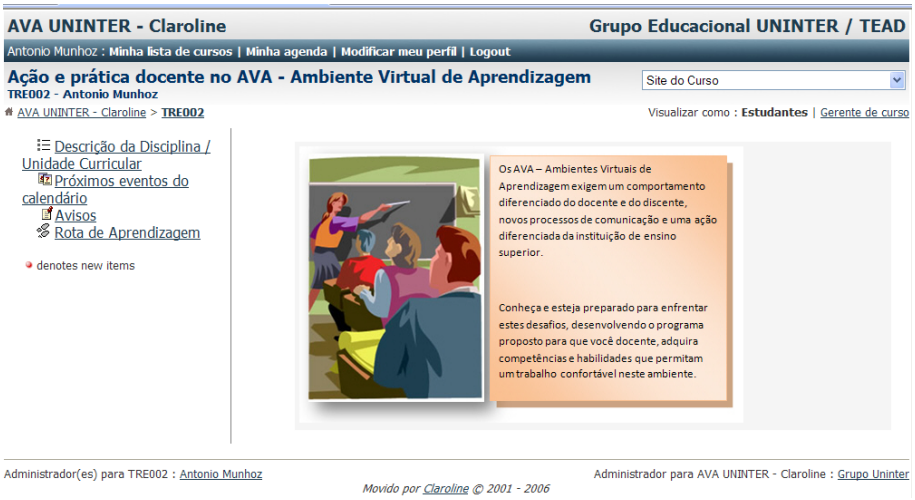



**Figura 38 - Entrada TRE002**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Além dos quadros de aviso, a porta de entrada única do sistema para os participantes é a etapa das rotas de aprendizagem. Veja como elas estão divididas na figura 39.

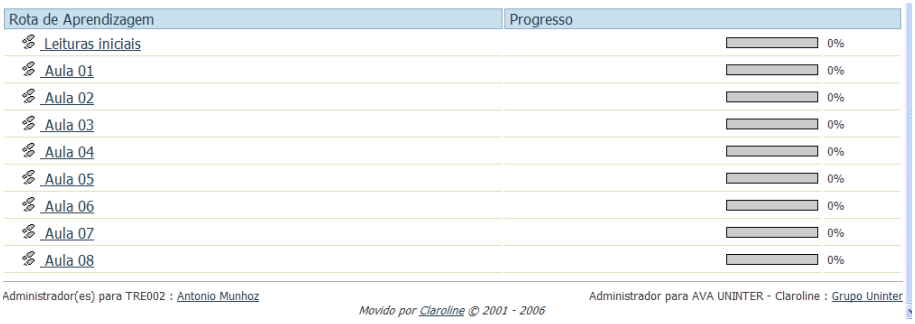



**Figura 39 - Rotas de Aprendizagem TRE002**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

O participante enxerga apenas as rotas que foram previstas e ao acessar a rota em si mesmo, que foi montada a partir dos objetos que estão no repositório, ele vai

enxergar quais as atividades que estão previstas. Estas rotas são objetos de aprendizagem compostos que utilizam texto de leitura, fórum, Chat e um processo de avaliação formativa independente, como proposto no modelo analisado. Elas utilizam as atividades, as mídias e os respectivos ícones, recuperando nos links laterais os elementos assinalados. Veja uma das rotas na figura 40.

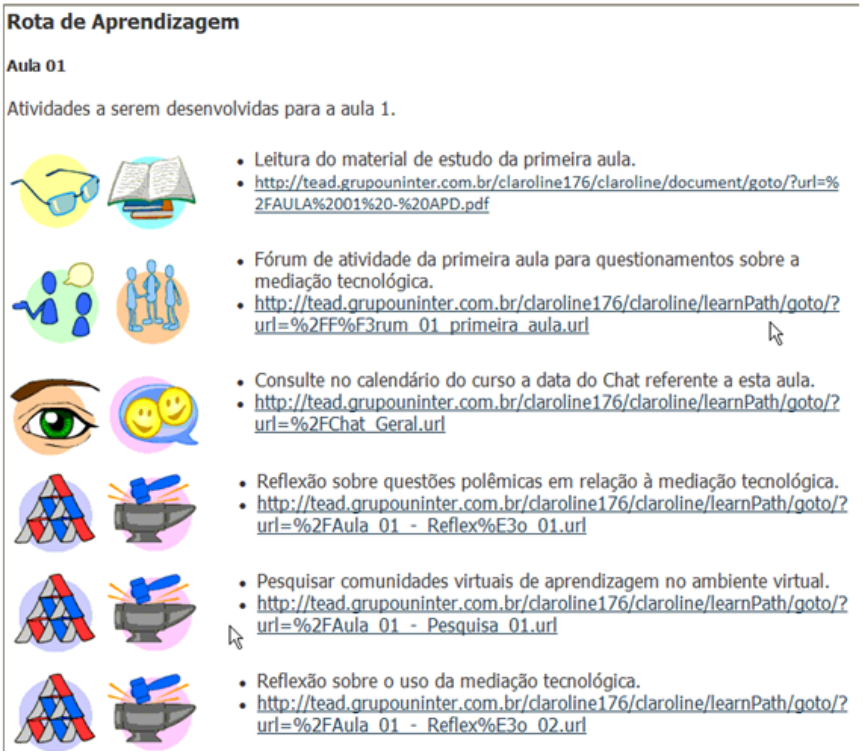



**Figura 40 - Rota de aprendizagem TRE002**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Observe que os ícones e atividades são apresentados para os participantes e tem seu significado explicado com profusão de detalhes em metadados colocados no interior do sistema de gerenciamento de aprendizagem. Eles estão cadastrados no repositório de objetos de aprendizagem na forma que foi definida no modelo.

Para este objeto de aprendizagem específico foram escolhidas como características:

- Um texto para leitura.
- Um fórum para discussão livre.
- Um chat para discussão síncrona.
- Três atividades independentes (Duas reflexões e uma pesquisa).

Para este curso em especial a avaliação foi deixada para o final do módulo, por ter sido exigida a presença dos docentes, pelo menos dos multiplicadores. Nas próximas edições estão previstas duas novas características para estes objetos, as videoconferências e as avaliações formativas ao final de cada aula (objeto) tratado.

Os demais módulos do curso TRE003 – Objetos de Aprendizagem e TRE004 – Projetos instrucionais para o Ambiente Virtual de Aprendizagem, serão desenvolvidos a partir do primeiro semestre de 2008.

Desde a conclusão dos estudos do modelo estão em proposição novos projetos. Principalmente aqueles voltados para a criação de universidades corporativas no ambiente virtual, onde sua aplicação em cursos curtos, como esses desenvolvidos para formação docente e que serviram para validação do modelo parece ser total e uma forma de efetivar um processo de formação permanente e continuada desenvolvida em processos de imersão total no ambiente virtual.

O curso pode ser acessado em sua íntegra até a data de entrega e aceitação deste trabalho, período após o qual, por razões de resguardo de propriedade intelectual, estes endereços voltarão a ser internos com a perda da validade deste *login* e senha.

### 5.2.9 Perspectivas futuras

Para o primeiro semestre de 2008 está prevista a implantação de 8 novos cursos a serem ofertados na modalidade não presencial com uso da portaria 4059 (Metodologia da pesquisa, sociologia, filosofia, psicologia organizacional, empreendedorismo e negócios, sistemas de informação gerencial e introdução a informática, ainda sujeitas a alterações e trocas). A tendência é usar toda a potencialidade demonstrada pelos objetos de aprendizagem, aumentar a qualidade dos recursos tecnológicos disponíveis para atingir não somente o ambiente interno, mas visando oferecer o SEU – Sistema Educacional Uninter, com o uso extensivo de tecnologias a todo o mercado acadêmico e corporativo, que tenha interesse na montagem de cursos ofertados no ambiente virtual de aprendizagem. Um destes cursos que utiliza o modelo pode ser visto na seqüência das figuras 41 a 43. Ele trata da metodologia da pesquisa científica, que foi dividida em

18 objetos de aprendizagem principais, que chamam 123 objetos menores (projeto ainda em andamento). Os dezoito objetos principais são as aulas e os objetos menores temas que podem ser chamados de forma independente do contexto a partir de qualquer outra unidade. Um exemplo foi apresentado durante o desenvolvimento do modelo na figura 1.

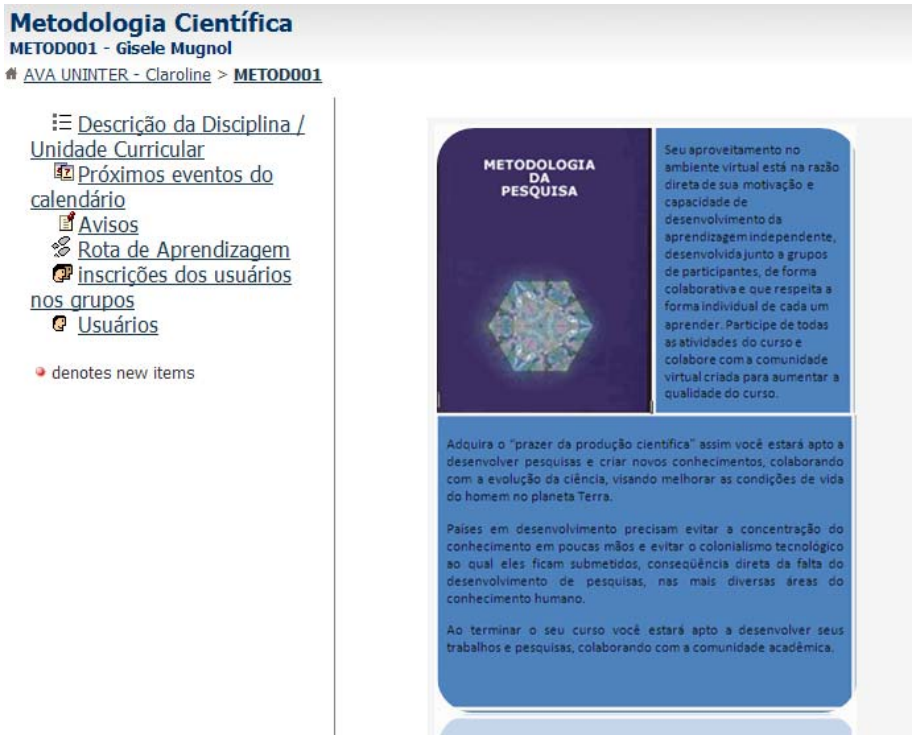



**Figura 41 - Metodologia da pesquisa**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Nesse curso oferecido de forma geral, as atividades que particularizam a metodologia a uma área do conhecimento são oferecidas pela divisão dos participantes em grupos, com leituras e trabalhos diferenciados para cada área do conhecimento específico. Porém, o corpo da disciplina continua intacto, com os 18 objetos de aprendizagem principais e subdivididos até o momento em 123 objetos menores.

Para efeito de iniciação científica foi escolhido um grupo de professores para atuação em conjunto, como responsáveis não somente pelo desenvolvimento do material, bem como atendimento ao aluno. Para este curso estão previstas 12 aulas em videoconferências assíncronas e um processo de avaliação formativa desenvolvido ao final de cada aula e a avaliação somativa final, desenvolvida com a defesa de um

trabalho com uso da WEBTV. As atividades de Chat vão utilizar a rádio WEB como complemento e serem atendidas por um grupo de professores.

Alguns docentes ainda relutam e alguns alunos das cadeiras experimentais resistem no início do desenvolvimento dos trabalhos, mas a perspectiva é que se confirmem as expectativas apresentadas durante o desenvolvimento do modelo proposto para criação de um repositório de objetos de aprendizagem.

**Figura 42 - Aula 4 – Metodologia**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Para a quarta aula da disciplina está prevista a leitura do material (ver figura 42) e a partir daí, seis atividades complementares a serem desenvolvidas, duas delas são objetos de aprendizagem. As demais atividades presentes no material e no ambiente do sistema de gerenciamento de aprendizagem são complementares. Para as disciplinas a serem criadas para o segundo semestre de 2008, está prevista a inclusão de simulações em realidade virtual a serem desenvolvidas nas licenciaturas de química e de

biologia, que aguardam as visitas de especialistas para serem autorizadas. Estas duas licenciaturas serão totalmente desenvolvidas na modalidade e-learning e convênios com instituições de ensino de primeiro e segundo grau. Estas licenciaturas e outros cursos fazem parte integrante de um processo de formação permanente e continuada do docente, a ser desenvolvido pelo grupo Uninter em conjunto com as Secretarias Municipais.

**Figura 43 - Aula 04 - Metodologia - Material de leitura**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

## 5.3 PORTAL COMUNITÁRIO PARA ACESSO AO REPOSITÓRIO

A primeira evolução prevista, de acordo com necessidades detectadas em conversas com docentes que vão fazer parte da segunda parte deste processo de formação é a criação de um vortal para localização dos objetos, conforme estabelecido no modelo.

Um dos principais objetivos dos repositórios de aprendizagem é disseminar conhecimento para uma comunidade de usuários, o que representa uma aplicação direta conseqüente da implantação de um ROA – Repositório de Objetos de Aprendizagem. Esta forma de apresentação parte da recomendação de um dos principais pesquisadores

do conceito de usabilidade, apresentado durante a fase de pesquisa, NIELSEN (2007) que considera que sem a partida de um portal, torna-se dificultada a atividade de localização dos objetos de aprendizagem pretendidos. O uso do portal deve prever pesquisas *online* e a cópia entre repositórios com uso dos fundamentos da padronização SCORM que visa prover a interoperabilidade entre plataformas de LCMS diferenciadas. As demais atividades são desenvolvidas a partir do portal educacional da instituição, e não envolvem o portal de repositórios, no qual não são feitas manutenções, mas tão somente visualizações e transferência de arquivos dele para outros repositórios, caso o usuário tenha nível de autorização para desenvolver a atividade.

O repositório contém objetos para acesso e cópia livre e objetos bloqueados que só podem ser acessados de acordo com o grau de associação do usuário ao sistema. O usuário deve consultar a situação de direitos autorais às quais o objeto está sujeito antes de utilizar ou copiar algum objeto do sistema. Ao escolher o objeto desejado o sistema apresenta estas informações em sua tela de apresentação para a comunidade. A visão proposta como aplicação direta do repositório criado recebe, a título de exemplo, o nome de ROA – UFSC (Repositório de Objetos de Aprendizagem – Universidade Federal de Santa Catarina). Este portal tem a sua estruturação desenvolvida por meio da codificação de área e subárea do conhecimento como proposto pelo CNPq.

**Figura 44 - Exemplo de uso de um repositório**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

### 5.3.1 Entrada de usuários associados

A entrada dos usuários associados difere em muito da entrada dos usuários comuns. Os usuários associados são aqueles que vão efetivar a manutenção e utilização do sistema. Esta entrada é proporcionada com todos os privilégios que o nível de acesso do usuário permite. A interface é a mesma para todos os níveis, alguns controles estão bloqueados na dependência do grau. O sistema prevê três níveis de usuários associados. O primeiro nível equivale ao administrador, o segundo ao docente e o terceiro aos usuários alunos. O nível de administrador ou gerente de curso tem autonomia total sobre o sistema. As únicas atividades que lhe são bloqueadas são aquelas que se executadas criam links órfãos dentro do sistema. O nível de docente tem as mesmas atividades liberadas ao administrador, mas ele não pode passar por cima das restrições internas. O nível de aluno permite apenas o registro dos objetos transitórios, sujeitos à limpeza periódica desenvolvida no sistema. A interface apresentada aos usuários associados na figura está detalhada na próxima pagina. Os usuários associados ao sistema são enviados para a interface do sistema de criação e uso de objetos de aprendizagem flexíveis.

### 5.3.2 Pesquisas para não associados

Qualquer pessoa que acesse o endereço do portal de entrada navega de forma livre pelos objetos de aprendizagem. Ela pode visualizar e copiar objetos que sejam livres. Sobre os objetos exclusivos ele pode apenas visualizar sua tela inicial, sem condição de acesso às suas propriedades. A integração com os diferentes sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem on-line (LCMS) é de responsabilidade do usuário que utiliza o objeto. Em versões subseqüentes do sistema esta atividade pode incrementada para aumentar a interoperabilidade do sistema. A pesquisa para não associados é desenvolvida na forma de navegação extensiva pelos *links* principais e subordinados apresentados na tela inicial. Ao clicar sobre o link o objeto é apresentado de acordo com o modelo mostrado na figura 45.

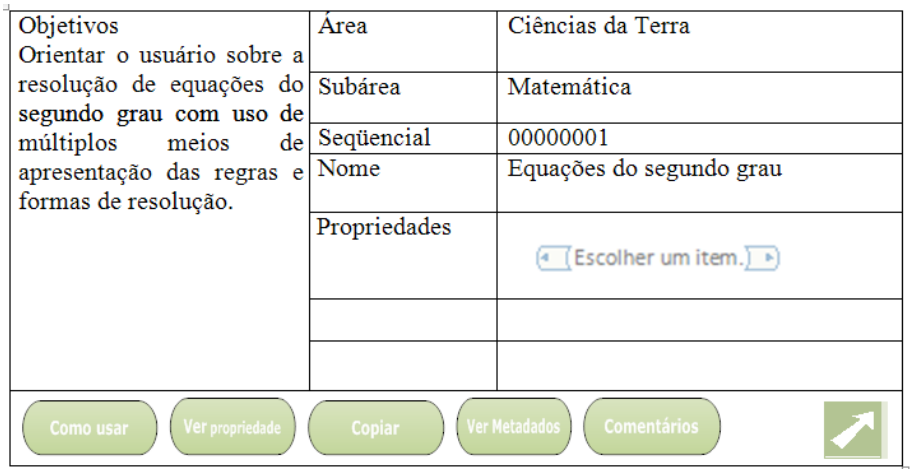



**Figura 45 - Resultado da consulta ao portal**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

O usuário tem acesso ao objeto. A partir daí ele pode:

1. Aprender como usar o objeto
2. Visualizar as suas propriedades
3. Copiar o objeto e suas propriedades (os de domínio público)
4. Ver seus metadados para conhecer mais a fundo o objeto (acesso liberado aos nove grupos de estudo).
5. Dar seu retorno na forma de comentários (opcional, mas desejável)

## 5.4 AMPLIAÇÃO DA APLICACÃO HIPERLIVRO

A aplicação hiperlivro está em fase de ampliação de suas potencialidades visando englobar diversas áreas do conhecimento e processos. Ele foi criado como modelo para validação de proposta de dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento defendida por BRITO (2007), denominada “Desenvolvimento de cenários digitais interoperáveis para aprendizagem baseada em problemas”. O sistema tem como objetivo comum a produção de materiais didáticos e desta forma podem fazer parte integrante de uma plataforma integrada e aplicável aos Ambientes Virtuais de Aprendizagem. A forma de chamada e

providenciada por uma biblioteca comum de rotinas e o uso da padronização SCORM para tornar os conteúdos produzidos nas duas plataformas interoperáveis, para facilitar o trabalho dos docentes. A interface entre os sistemas está na busca, por parte do hiperlivro, de capítulos desenvolvidos em mídias diversificadas e a sua utilização na plataforma, sem que haja necessidade de replicação. O sistema de criação e uso de objetos de aprendizagem flexíveis passa para o sistema de hiperlivro os endereços das propriedades que interessam para que o ele possa ser montado, na forma de links acessáveis de forma direta. Estas propriedades podem ser acessadas de forma isolada ou como participantes de um objeto ou diversos objetos em particular para compor em parte ou integralmente um hiperlivro. O sistema pode fazer a integração na fase de criação do curso com uso do hiperlivro. Este sistema busca na estrutura pelas mídias e atividades e na dependência do grau de similaridade, pode utilizar as rotas de aprendizagem criadas e lançadas diretamente no LMS MOODLE.

Segundo artigo apresentado por BRITO E PEREIRA (2007), os ambientes virtuais exigem técnicas e métodos especiais para dar suporte ao processo de ensino e aprendizagem em cenários diferentes daqueles em que a atividade de ensino e aprendizagem ocorre face-a-face. A organização dos materiais em uma estrutura hipermídia com desenvolvimento online e flexível, como o modelo de criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem foi proposto. A proposta considera como uma das principais abordagens o uso da teoria de flexibilidade cognitiva (*CFT – Cognitive Flexibility Theory*) que afirma que o conteúdo de aprendizagem é assimilado de forma mais eficiente quando o acesso ocorre através de múltiplos caminhos de navegação e adaptados a contextos particulares, como foi proposto no modelo desenvolvido. O sistema prevê o desenvolvimento de objetos de aprendizagem de acordo com o modelo de referencia SCORM e a aplicação do modelo proposto a estrutura criada é total e pode trazer os benefícios da flexibilidade e adaptação a níveis de educabilidade cognitiva individuais. Estas colocações que dão sustentação ao projeto Hiperlivro estão em consonância com o modelo proposto que pode, caso venha a ser utilizado na expansão do projeto, adquirir maior flexibilidade e abrangência.

O projeto desenvolvido na formação de professores no Grupo Uninter com a utilização do padrão SCORM pode ser integralmente (interoperabilidade) transposto do

ambiente CLAROLINE para o ambiente MOODLE e os seus conteúdos considerados como um hiperlivro voltado para formação de profissionais para o desenvolvimento de projetos instrucionais para o ambiente virtual de aprendizagem. O hiperlivro pode ser tratado como um conjunto de rotas de aprendizagem (conteúdo de cada capítulo) e ser visto (visões usuárias) de formas diferenciadas com a captação do conhecimento de diversos especialistas na área e subárea do conhecimento a que se destinam. Esta aplicação é mais uma que pode aproveitar as facilidades criadas para o trabalho com um modelo como o que foi proposto para criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis.

## 5.5 Conclusões do capítulo

Neste capítulo foram apresentadas três aplicações diferenciadas, com intenção de validação dos pressupostos utilizados para desenvolvimento de um modelo para criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis. O primeiro projeto foi a sua validação propriamente dita e que confirmou as expectativas. O segundo projeto foi uma evolução possível e necessária, com a criação de um vortal, com a intenção de deixar esclarecida a forma como estes objetos vão ser acessados. O terceiro e último projeto, analisa a aplicação do modelo a um projeto que apresenta total similaridade com a proposta apresentada, considerando esta atividade como uma possível melhoria do modelo em utilização atualmente.

# 6 CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

Este capítulo sintetiza o trabalho desenvolvido, apresenta considerações sobre o modelo proposto e faz recomendações para que pesquisas posteriores ampliem a abrangência do modelo por meio de visões diferenciadas daquela utilizada nesta pesquisa.

## 6.1 Considerações Finais

O problema delineado nesta tese e a identificação de lacunas a serem preenchidas partiram da observação de ambientes criados para a oferta de cursos em AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem e da forma de uso de materiais ofertados no formato digital. Como pressuposto no referencial teórico subjacente a esta área do conhecimento, este material deve ser apresentado de forma interativa, com o uso de múltiplas mídias, refletindo a convergência colaborativa do trabalho de diversos especialistas para enriquecer sua qualidade.

Ele tem a intenção de encorajar uma compreensão dos conteúdos, ao invés de apresentar apenas conhecimentos acabados e liberar a participação na adaptação das atividades e eventualmente até dos seus conteúdos, o que corresponde a adicionar ao ambiente elevado nível de flexibilidade.

Centralizado em grandes repositórios de dados, este material é acessado de forma seletiva e facilitada e traz a disponibilidade de elevado volume de recursos para os docentes não produtores de material e para alunos em processo de aprendizagem independente, para que eles possam desenvolver de forma facilitada as suas tarefas específicas neste ambiente.

Para facilitar a compreensão do significado do material, seu relacionamento interdisciplinar, sua relação com atividades práticas e com a solução de problemas da

vida real, o uso deste material será deixado claro por meio de um alto volume de metadados (dados sobre os dados).

Orientar o aluno com o uso do conhecimento especialista de uma comunidade acadêmica, interligar estes materiais via rotas de aprendizagem é o complemento que permite criar condições de que, a partir de um elevado volume de informações, dispostas em nível de dificuldade crescente, os participantes dos cursos (docentes, tutores e alunos) criem novas formas de ensinar e aprender no ambiente virtual de aprendizagem.

Não foi este o panorama encontrado na pesquisa preliminar. A busca do estado da arte da produção de materiais para os Ambientes Virtuais de Aprendizagem apresentou a predominância da replicação do modelo aplicado à produção de materiais para os ambientes presenciais tradicionais no Ambiente Virtual de Aprendizagem. O resultado negativo que este enfoque ocasiona pode ser constatado no referencial teórico de sustentação, utilizado durante a fase de pesquisa bibliográfica e no desenvolvimento do programa de qualificação docente, que foi desenvolvido em conjunto com os professores do Grupo Uninter.

O material didático desenvolvido sem um projeto instrucional que leve em consideração a ausência de encontros presenciais, o ferramental tecnológico disponível, e a divisão da complexidade em conceitos simples, independentes do contexto, produzem um resultado final que torna o material um produto acabado e inflexível, sem o uso dos avanços das tecnologias da informação e da comunicação.

De forma geral, os materiais encontrados, independente de sua qualidade, estão amarrados a contextos particulares, sem flexibilidade para adaptação e adição de novas visões, ou inclusão de novas mídias para enriquecer seu conteúdo. Não se consegue o registro da colaboração de especialistas apontando para formas alternativas de apresentar o mesmo conteúdo, o que ficou evidenciado durante o desenvolvimento da proposta do PQD – Programa de Qualificação Docente apresentado no desenvolvimento do capítulo 5 e desenvolvido através dos programas que estão disponíveis para consulta com seus resultados finais apresentados nesta argumentação.

Estes fatos direcionaram para a busca de uma logística, primeiramente desenvolvida com o uso de programas de formação permanente e continuada que visa incentivar o docente na produção de conhecimento e não apenas no uso e reprodução de conhecimentos de terceiros. Ela deve ser capaz de prover as necessidades de produção de materiais didáticos com as características desejadas e indicadas no referencial de apoio, ou seja, centralizados em locais de fácil acesso, flexíveis e com a visão convergente de uma comunidade acadêmica. Em um segundo momento esta logística prevê que o desenvolvimento pelos participantes, das disciplinas com as quais vão trabalhar, utilizando o modelo aqui proposto. A ação subseqüente à participação do docente no programa de qualificação desenvolvido demonstrou que isto é possível e que o uso de objetos de aprendizagem criados, utilizados e armazenados para utilização flexível, pode colaborar de forma decisiva com este objetivo e com esta necessidade. Seu programa foi apresentado no capítulo 5.

Este enfoque possibilitou aos docentes que eles sentissem diretamente as dificuldades tanto próprias para produção de materiais, quanto dos alunos participantes dos cursos desenvolvidos no AVA, papel que foi por eles desempenhado durante o programa de formação proposto. Ficou evidenciado o desconhecimento que era apresentado dos conceitos de objetos de aprendizagem e da prática e ação docente no AVA.

Os projetos analisados e apresentados no capítulo 2 (RIVED e LABVIRT) apenas confirmam que esta prática e aquisição dos conhecimentos sobre objetos de aprendizagem e ação e prática docente colaborativa no ambiente virtual ainda representa uma lacuna a ser preenchida. O mesmo ocorre com a criação, uso e armazenamento de objetos de aprendizagem flexíveis, que possam ser compartilhados por uma comunidade de docentes e alunos em busca de informações.

Segundo o referencial consultado os objetos de aprendizagem devem representar uma combinação de texto, gráfico, animação, áudio e exercícios para criar uma experiência educacional rica e interativa para seus usuários. Eles devem incentivar uma interação contínua entre os tutores e a comunidade, com o uso de todas as ferramentas disponíveis (fórum, *chat*, *email*, listas, etc.) com a intenção de tornar o produto final colaborativo e flexível.

A logística utilizada com a colocação de um programa de qualificação para os docentes se apoiou na proposição do programa de qualificação, apresentado no capítulo 5, que orientou os docentes para a produção de materiais didáticos com uso da orientação a objetos, característica da programação de aplicações para computadores de acordo com o modelo sugerido neste trabalho. Isto decorre do fato que a aplicação desta tecnologia ao processo de criação de objetos de aprendizagem, permite com o uso de suas características (herança, polimorfismo, etc.) a padronização, customização e portabilidade, tornando assim os objetos de aprendizagem criados com sua utilização, elementos flexíveis e sujeitos a mudanças que não descaracterizam a sua proposta inicial. Este fato está confirmado nas rotas de aprendizagem criadas com auxílio do sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem que foi utilizado como elemento de ligação entre o modelo proposto e seu uso pelos docentes.

A mobilidade das propriedades de classes e os apontamentos para arquivos que podem ser trocados, com o uso de “visões usuárias” que apontam para arquivos diversificados, já criados ou a serem criados por meio de derivação, durante a atuação do docente no ambiente, podem ser apontados como um dos critérios para validar a proposição da flexibilidade no manuseio destes elementos. Os materiais de suporte do programa de qualificação e o uso das rotas de aprendizagem foram os elementos que permitiram esta colocação.

Os materiais didáticos utilizados no curso e em fase posterior, produzidos pelos docentes, como resultado de sua participação no curso, foram divididos em pequenas unidades de conhecimento, que em uma primeira visão foram definidas como resultado da divisão do curso em um determinado número de aulas, sendo cada uma delas considerada como um objeto de aprendizagem. Este foi um ponto de partida que pode ser alterado, fazendo com que uma aula seja composta por diversos objetos de aprendizagem. As técnicas utilizadas foram: construção de mapas conceituais por alguns docentes e de mapas mentais por outros, mais afeitos a esta tecnologia. Os objetos assim montados (conforme pode ser observado no material apresentado no capítulo 5 e que descreve e apresenta o programa e a forma de desenvolvimento dos materiais) foram projetados com um objetivo pedagógico específico. Foram utilizadas diversas mídias, tendo sido ressaltada a ausência das videoconferências por questões

econômicas. Na seqüência em um curso proposto para os Dekasseguis (brasileiros descendentes de japoneses que viajam ao país de seus antepassados, para conhecimento da cultura ou captação de recursos financeiros) a eliminação deste aspecto, ensejou o uso de avatares e de videoconferências assíncronas desenvolvidas com roteiro prévio. As mídias e o sistema de gerenciamento de conteúdo e de aprendizagem foram utilizados como forma de enriquecer o ambiente de estudo, e criar neste ambiente melhores condições para que a atividade de ensino e aprendizagem ocorra de forma mais facilitada e lúdica no AVA, sem que se perca a qualidade pedagógica. As atividades de avaliação foram propostas e desenvolvidas pelos docentes como forma de averiguar o aproveitamento no desenvolvimento dos conteúdos.

Esta experimentação utilizou os professores como alunos e permitiu a observação de sua reação, tanto ao atuar como participante de atividades, quanto a atuar como produtor de materiais e criador destas atividades, o que permitiu as conclusões que estão sendo apresentadas, como conseqüentes da aplicação do modelo proposto.

Os elementos foram produzidos conforme a metodologia proposta e de acordo com o modelo, conforme se pode observar nas figuras apresentadas no capítulo 5 e que estão disponíveis para consulta nos endereços fornecidos. O grupo Uninter trabalha com educação a distância desde 2002. O trabalho desenvolvido e observado durante este tempo, foi comparado com a produção dos materiais de acordo com esta metodologia. Isto permitiu concluir que a forma de desenvolvimento é mais flexível e esta flexibilidade permite que os materiais sejam recuperados de forma seletiva, tenham suas características adaptáveis e possam ser adaptados a contextos específicos (via troca de propriedades entre objetos reutilizados em outro contexto cultura, conforme exemplo apresentado durante o desenvolvimento do modelo nas figuras 11 a 13).

A logística utilizada se completa com o uso do sistema de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (CLAROLINE) e no uso de suas rotas de aprendizagem conforme apresentado durante a exposição do programa de qualificação docente, desenvolvido como forma de validação do modelo proposto. O curso de administração que vai ser oferecido na modalidade e-learning, a partir de 2009. Ele teve seu desenvolvimento iniciado a partir deste programa de qualificação e apresenta muitos objetos comuns entre diferentes unidades temáticas, que serão compartilhados em rotas

de aprendizagem com fonte no repositório de dados. Os materiais produzidos para o curso TRE002 ao discutirem temas relacionados à pedagogia vão ser utilizados neste curso, como uma forma adicional de melhoria dos conteúdos e um referendo mais amplo ao modelo proposto. O programa do curso está disponível no ambiente virtual e seu programa pode ser observado na figura 46.

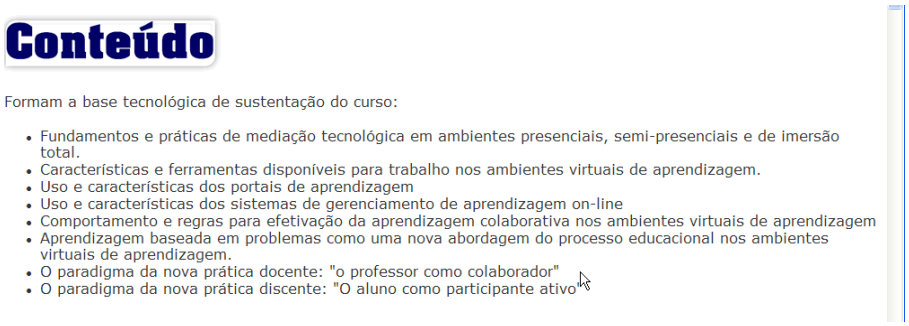



**Figura 46 - conteúdo de curso TRE002**
(Fonte: Antonio Siemsen Munhoz)

Os objetos de aprendizagem que foram assim produzidos ainda estão disponíveis internamente para docentes do grupo Uninter. Na medida em que a qualidade dos materiais e o próprio modelo estiverem aprimorados, a conseqüência natural será a criação do portal, como apresentado como modelo na figura 43 e sua divulgação em nível nacional.

As considerações efetuadas até o momento formam um mosaico compreensível composto pelas seguintes recomendações:

1. Prever uma fase intermediária entre a conclusão do projeto político e pedagógico criadora de atividades desenvolvidas para que os objetivos de aprendizagem sejam atingidos, com o uso de forma efetiva de uma das etapas geralmente esquecidas no processo: o uso do **projeto instrucional** como interface entre os docentes e a tecnologia. Como foi desenvolvido no programa de qualificação docente que foi apresentado.
2. Utilizar alguma ferramenta que permita a divisão de conteúdos e idéias complexas, quando se sugere, mas não com exclusividade, o uso de **mapas conceituais**, com objetivo de atingir um nível de granularidade que permita a

combinação e reutilização, independente do contexto. Estas duas primeiras atividades antecedem a criação do sistema e se prevê que elas estejam desenvolvidas como um requisito para seu sucesso.

3. Estabelecer um **esquema de metadados** como o padrão LOM – *Learning Objects Metadata* (anexo 01 – Padrão LOM). Neste sentido ele vai integrar uma coleção de recursos educacionais disponíveis no formato hipermídia, de acordo com os cânones especificados para os objetos de aprendizagem, conforme se observou no estabelecimento do estado da arte no qual eles se encontram.
4. Utilizar a **padronização *SCORM*** – *Sharable Content Object Reference Model*, com o propósito de determinar percursos de aprendizagem compostos por diversos objetos de aprendizagem, para facilitar a sua utilização por sistemas LCMS – *Learning and Content Management System*s.
5. Projetar um ambiente para ser o **repositório** destes elementos, apoiado na tecnologia dos grandes sistemas de gerenciamento de bancos de dados (SGDB) com recuperação seletiva e facilitada (*Query Languages*), desenvolvidas com o uso de uma plataforma de software livre que conta com a colaboração de uma vasta comunidade de desenvolvedores.

6. Aplicar a **tecnologia de orientação a objetos** que permite criar uma infra-estrutura composta de apontadores (*pointers*) para arquivos que podem ser trocadas em "visões usuárias" diferenciadas a partir do mesmo objeto, mantendo, porém, a proposta inicial.
7. **Dotar o sistema de elevado grau de flexibilidade**, aproximando-o dos conceitos e fundamentos da "tecnologia *wiki*", para possibilitar alterações nos conteúdos originais, com composição de novas "visões usuárias" dos elementos, que representam o resultado da colaboração colaborativa de uma comunidade docente, voltada para interesses comuns. Desta forma, cria-se e integra-se uma comunidade de instituições de ensino para facilitar a socialização de conhecimentos e democratização do acesso aos mesmos.
8. Incluir no projeto físico a criação dos arquivos baseado em uma estrutura que divide as áreas e subáreas do conhecimento de acordo com o previsto pelo CNPq, visando facilitar a atividade de pesquisa ao catálogo de objetos disponíveis para a comunidade acadêmica.

9. Possibilitar o acesso por meio de um **Vortal Educacional**, que tem o objetivo de centralizar e facilitar a atividade de pesquisa ao catálogo de objetos disponíveis para a comunidade acadêmica.
10. Proporcionar a integração com outros sistemas que representem repositórios para buscar meios de proporcionar a **interoperabilidade** entre diferentes plataformas.

A integração com outros sistemas que buscam materiais didáticos para criar caminhos de aprendizagem (para uso nos LCMS) ou montagem de materiais didáticos diferenciados em seus objetivos (Hiperlivro) e o estabelecimento de portais de acesso (ROA/UFSC) são aplicações que podem utilizar os conceitos e a base de objetos de aprendizagem instalada. Eles são a proposta de validação conceitual em conjunto com a validação laboratorial obtida com a proposta desenvolvida com o programa de qualificação docente, que dá a sustentação necessária ao trabalho desenvolvido.

## 6.2 TRABALHOS FUTUROS

O vasto campo de pesquisa, em razão de ser uma tecnologia emergente, contraposta à necessidade da delimitação da abrangência do estudo, deixa muitas portas abertas para que a partir do "estado da arte" apresentado pela pesquisa, diversos outros aspectos exijam estudos complementares, podendo-se citar como possibilidades:

1. Ampliar os estudos de uma taxonomia aceita universalmente, como proposta desenvolvida de forma introdutória por WILLEY (2006).
2. Aprofundar o estudo de metadados, que permitam a pesquisa mediante critérios diversos.
3. Questionar e ampliar o conceito de interoperabilidade e verificar em quais níveis ele ainda apresenta deficiência.
4. Como representam conhecimento especialista, verificar a possibilidade e estabelecer as formas de incluir graus de "inteligência artificial" variáveis, que permitam orientar o trabalho e criar "rotas de aprendizagem" a serem utilizadas nos sistemas de gerenciamento de

conteúdo e aprendizagem (LCMS) utilizados nos AVA – Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

5. Aprofundar as questões referentes aos “processos de avaliação” em seus processos “formativos” e de avaliação final, para mensurar o real grau de aprendizagem obtido pelo aluno de forma independente.
6. Discutir questões pedagógicas sobre a utilização dos objetos de aprendizagem.
7. Discutir aspectos éticos sobre formas de acesso e utilização de objetos de aprendizagem.
8. Questionar questões de “direitos autorais” ou liberdade autoral dos objetos de aprendizagem criados de forma comunitária.

O estudo destes e de outros temas que vão surgir na esteira da utilização desta tecnologia, devem fortalecer o que hoje é uma tendência, o uso de objetos de aprendizagem como elementos de viabilização econômica para produção de materiais didáticos.. Espera-se um aumento de sua qualidade e um elevado grau de flexibilidade, tornado possível com a criação de “visões do usuário” diferenciadas sobre o mesmo conteúdo, adaptando-o a situações particulares.

# 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ABRAHÃO, J. I. & PINHO, D. L. M. (2002). **As transformações do trabalho e desafios teóricos metodológicos da Ergonomia**. Estudos de Psicologia, 7 (edição especial), 45-52.

ALONSO, S.S., SICILIA, M.A. **Normative Specifications of Learning Objects and Learning Processes**. Online. Disponivel em http://www.itdl.org/Journal/Mar_05/article01.htm. Acessado em Maio de 2007.

AMBLER, Scott. W. **Introduction to object-orientation and the UML**. On-line. Disponível em http://www.agiledata.org/essays/objectOrientation101.html. Acessado em 20 de Outubro de 2006.

ARÉTIO, Lorenzo Garcia. **Educación a distancia hoy**. Madrid: UNED, 1994.

ASTD and SmartForce. **A Field Guide to Learning Objects.** On-line. Disponível em http://www.learningcircuits.org/NR/rdonlyres/17DB7DB7-0E67-480F-BA5C-4D0A2336529D/1091/smartforce.pdf. Acessado em Novembro de 2006.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. & HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Trad. De Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARRES & KELSON. **Problem Based Learning. On-line.** Disponível em http://www.samford.edu/ctls/problem_based_learning.html. Acessado em 10 de Outubro de 2005.

BASQUE, J e LAVOIE, M. **Collaborative concept mapping in education: Major research trends**. On-line. Disponível em http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p192.pdf. Acessado em Dezembro de 2006.

BECK, R. J. **Learning Objects**. Online. Disponível em http://www.uwm.edu/Dept/CIE/AOP/learningobjects.html. Acessado em Maio de 2007.

BLANCHE, M.T. **Collaborative Learning Environments Source Book**. On-line. Disponível em http://www.criticalmethods.org/collab/v.mv?d=1_1. Acessado em 10 de Setembro de 2006.

BORGES, Roberto. C. M. **Comunicação Homem-Máquina**. Textos didáticos, número 16 – Instituto de Informática – UFRGS, 2000.

BRITO, R. F. **Desenvolvimento de cenário digitais interoperáveis para aprendizagem baseada em problemas**. Florianópolis, 2007. [Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina.].

BRITO, R. F. PEREIRA, A. T. C. **Hiperbook – An online hypermedia editing tool and scorm wrapper**. Mimeo, 2007.

BURGE, L. Beyond Andragogy: **Some explorations for distance learning design**. Toronto. Journal of distance education, 1988.

CARMO, J. G. B. **O uso da internet na escola**. On-line. Disponível em http://paginas.terra.com.br/educacao/josue/index%20127.htm. Acessado em Junho de 2007.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999. (A era da informação, economia, sociedade e cultura. V1.)

CASTRO, A. **Guia para usabilidade**. On-line. Disponível em http://www.usability.com.br/heuristica.html. Acessado em 25 de Outubro de 2006.

CHESNAIS, François. **A mundialização do capital**. São Paulo, Xamã, 1996.

COHEN, E. **Learning Objects and E-learning an informing Science Perspective**. Santa Rosa, CA, USA. Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects Volume 2, 2006.
COL – commonwealth of learning**. Learning for development**. Online. Disponível em http://www.col.org/colweb/site. Acessado em Fevereiro 2007.
DATE, C. J. **Introdução a sistemas de bancos de dados**. São Paulo: Campus, 2004.
DAVIDSON, N. **Cooperative Learning in Mathematics**. Addison-Wesley, Menlo Park. 1990.
DAVIS, B. G. **Tools for Teaching.** San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1993.
DAHAL e NYGAARD. Simula – **How object Oriented Programming Oriented Programming Started**. On-line. Disponível em: http://heim.ifi.uio.no/~kristen/FORSKNINGSDOK_MAPPE/F_OO_start.html. Acessado em 12 de Janeiro de 2005.
DEBORD, Guy. **A sociedade do espetáculo**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1997.
DEGEN, Brian. **Capitalizing on eht Learning Object Economy: The Strategic Benefits of Standard Learning Objects**. On-line. Disponível em http://www.learningobjectsnetwork.com/resources/LONWhitePaper_StrategicBenefitsOfStandardLearningObjects.pdf. Acessado em Junho de 2007.
DEMO, Pedro. **Reconstruindo a competência de quem ensina**. Porto Alegre. 2º Congresso Internacional sobre formação de professores e prática pedagógica. Setembro de 2006. (Transparências).
DODANI, M. **The Dark Side of Object Learning: Learning Objects**. On-line. Disponível em http://www.jot.fm/issues/issue_2002_11/column3. Acessado em Junho de 2007.
DUMITRU, Petru. **Learning objects make learning easier. Online. Disponivel em** http://myeurope.eun.org/ww/en/pub/myeurope/home/news/headlines/los.htm. Acessado em maio 2007**.**
ENGE, E. **Are vertical search engines the answer to relevance?** On-line. Disponível em http://searchenginewatch.com/showPage.html?page=3624377. Acessado em 12 de Dezembro de 2006.
EISNER, E., & PESHKIN, A. (Eds.). **Qualitative inquiry in education.** New York: Teachers College Press. 1990.
FERRY B., JOHN H. e HARPER B. **How do Preservice Teachers use Concept Maps to Organize Their Curriculum Content Knowledge?** On-line. Disponível em http://www.ascilite.org.au/conferences/perth97/papers/Ferry/Ferry.html. Acessado em junho de 2007.
FIALHO, F. A. P. **Introdução ao estudo da consciência**. Curitiba: Editora Gênesis, 1998.
FILHO, Lourenço. **Introdução ao estudo da escola nova**. São Paulo: Melhoramentos, 1950.
FLEMMING, D. M.; LUZ, E. F; COELHO, C. **Desenvolvimento de Material Didático para Educação a Distância no contexto da Educação Matemática**. On-line. Disponível em http:// www.abed.org.br. Acessado em 10 de fevereiro de 2007.
FOG, A. **Man Machine Interface: Compendium on user friendly design**. Copenhagen University College, 2000.
VENTURELLI, S. FRAGA, T. **Mundos Virtuais e avatares**. Online. Disponível em http://www.unb.br/vis/lvpa/avatar.html. Acessado em 10 de maio de 2007.

FRIESEN, N. **Online Education Using learning Objects**. McGreal, R. 2005. pp 59 - 70.
GARDNER, Howard. **Inteligências Múltiplas: A Teoria na Prática**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1993.
GARRISON, D. R. **Andragogy, learner-centredness and the educational transaction at a distance**. *Journal of Distance Education, III*(2), 123-127. 1988.
GIBBONS, A. S., NELSON, J., & RICHARDS, R. (2000). **The nature and origin of instructional objects**. In D. A. Wiley (Ed.), **The instructional use of learning objects**. Bloomington, IN: Association for Educational Communications and Technology.
GIBBS, G. **Learning by doing: A guide to teaching and learning methods**. On-line. Disponível em http://www2.glos.ac.uk/gdn/gibbs/index.htm. Acessado em 05 de Dezembro de 2006.
GIDDENS, Anthony. **As conseqüências da modernidade**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1991.
GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa socia**l. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1996. 208 p.
IMS Global Learning Consortium, Inc. (2203) **IMS Content Packaging Information Model, Version 1.1.3 Final Specification**. On-line. Disponível em: http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p3/imscp_infov1p1p3.html . Acessado em 10 de Novembro de 2006.
GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Emocional.** São Paulo: Editora Objetiva, 1996.
HARVEY, David. **Condição pós-moderna**. São Paulo, Edições Loyola, 1992.
HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto de Banco de Dados**. Porto Alegre: Instituto de informática da UFRGS, 2001.
HEXSEL, Roberto. **Propostas de ações de governo para incentivar o software livre**. Online. Disponível em http://www.inf.ufpr.br/~roberto/public.html. Acessado em 12 de Março de 2007.
HIGGINS, S. **What are metadata standards?** http://www.dcc.ac.uk/resource/standards-watch/what-are-metadata-standards/#top#top. Acessado em 10 de Novembro de 2006.
HODGINS, Wayne. (2000). **Into the future**. On-line. Disponivel em: http://www.learnativity.com/download/MP7.PDF. Acessado em 10 de Setembro de 2006.
_____. **The future of learning objects**. ECI conference on e-technologies in Engineering Education. Learning Outcomes Providing Future Possibilities. Davos: Switzerland, 2004.
JOHNSON, Steven. **Cultura da Interface: como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar**. Jorge Zahar, Rio de Janeiro, 2001.
JONES, Ray. **Definitions of Instructional Design**. London. Journal of digital information. Volume 6. Issue 1. Article Nº. 305. 2004-12-10.
KERLINGER, F.N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual.** São Paulo: EPU/EDUSP, 1980.
KNOWLES, M. **Andragogy in Action**. San Francisco: Jossey-Bass. 1984.
KORTH, H e SILBERSCHATZ, A. Sistemas de Bancos de Dados. São Paulo: Makron Books, 1998.
L'ALLIER, J. J. **Frame of Reference: NETg's Map to the Products, Their Structure and Core Beliefs**. NetG. Disponível em

http://www.netg.com/research/whitepapers/frameref.asp. Acessado em 12 de Outubro de 2006.
LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 1997. 216 p.
LITWIN, Edith (org). **Educação a distância. Temas para o debate de uma nova agenda educativa**. Porto Alegre: Artmed, 2001.
LEITE, Marcelo. **O que é open source**. Online. Disponível em http://www.anysoft.com.br/home/content/view/13/52/. Acessado em 12 de Janeiro de 2007.
LONGMIRE, W. **Content and Context: Designing and Developing Learning Objects**. Learning Without Limits, Vol. 3. Informania, 2000. (mimeo).
LÜDKE, M. & ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.
LYOTARD, Jean-Francois. **A condição pós-moderna**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1998.
MAGALHÃES, A.M.; STOER, S.R. **A escola para todos e a excelência acadêmica**. Porto: Profedições, 2002.
LYTRAS, D. Multiadis. SICILIA, M.A. **Modeling the organizational aspects of learning objects in semantic web approaches to information systems**. Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects Volume 1, 2005.
MANUAL DE REFERÊNCIA DO MYSQL 4.1. Online. Disponível em http://dev.mysql.com/doc/refman/4.1/pt/features.html. Acessado em Dezembro de 2006.
MARTINEZ, Margaret. **Designing Learning Objects to Personalize Learning**. Mimeo.
McGREAL, R. **Online Education Using Learning Objects**. Open and Distance Learning Séries, London, Routledge/Falmer, 2004.
McNEIL, S. **Instructional Design**. On-line. Disponível em http://www.coe.uh.edu/smcneil. Acessado em 10 de Novembro de 2006.
MELLO, Guiomar Namo. **Diversidade não é desigualdade**. On-line. Disponível em http://revistaescola.abril.com.br/edicoes/0183/aberto/mt_75161.shtml. Acessado em 16 de Dezembro de 2006a.
MELLO, V. C. Q. **Comunidades de Aprendizagem e Projetos Colaborativos: Desafios e Vantagens**. On-line. Disponível em http://www.geocities.com/vcqm/artigo.html. Acessado em 14 de Novembro de 2006b.
MORAN, J. M. **A internet na educação**. On-line. Disponível em http://www.eca.usp.br/prof/moran/entrev.htm. Acessado em Maio 2006.
MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas conceituais e a aprendizagem significativa**. On-line. Disponível em http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf. Acessado em junho de 2007.
NASH, Susan Smith. **The problem with learning objects in courses for the military**. In Military Tech, march 12, 2005.
NAVARRO, L.I.; Such, M.M.; Martin, D.M.; Sancho, C.P.; Peco, P.P. **Concept maps and learning objects.** Advanced Learning Technologies, 2005. ICALT 2005. Fifth IEEE International Conference on Volume , Issue , 5-8 July 2005 Page(s): 263 – 265.
NEDER L. **Curso de Extensão em Elaboração de Material Didático Impresso**. On-line Disponível em: http://www.necad.uece.br/tudoaler/noticias/noticia4.htm. Acessado em Janeiro de 2006.

NIELAND, J. **Guidelines for Creating Good Storyboards for the WWW.** On-line. Disponivel em: http://www.public.iastate.edu/~nielandj/webarticle4.html. Acessado em 10 de Dezembro de 2006.
NIELSEN, J. **Introduction to Usability**. On-line. Disponível em: http://www.useit.com/alertbox/20030825.html. Acessado em 12 de Janeiro de 2005.
_____. **Projetando Web Sites**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2000.
NIELSEN, Jakob. **Projetando Web Sites** . Campus, Rio de Janeiro, 2000.
NORMAM, D. **Relações entre a psicologia cognitiva e o design de interfaces**. On-line. Disponível em http://www.seisdeagosto.com/definicoes/usabilidade/donaldnorman.php. Acessado em 12 de Outubro de 2006.
NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento**. Lisboa: Editora Plátano, 2000.
NOVAK, J. D. **The theory underlying Concept Maps and How to Construct Then. Cornel University**. On-line. Disponível em http://cmap.coginst.uwf.edu/info/. Acessado em 10 de Outubro de 2006.
NUNES, César. **Objetos de aprendizagem a serviço do professor**. On-line. Disponível em http://thesource.ofallevil.com/brasil/educacao/parceiro/objeto_texto.mspx. Acessado em 10 de Dezembro de 2005.
OLIVEIRA, E. S. G et all. **O processo de aprendizagem em uma perspectiva sócio-interacionista... Ensinar é necessário, avaliar é possível**. On-line. Disponível em http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/171-TC-D4.htm. Acessado em 10 de Dezembro de 2006.
ORRIL, C. H. **Learning objects to support inquiry based, online learning**. Online. Disponível em http://reusability.org/read/chapters/orrill.doc. Acessado em 12 de Dezembro de 2006.
ORWELL, G. **1984**. São Paulo: Editora Nacional, 2003.
**Pedagogia diferenciada: Problemas e Desafios**. Centro de Formação Antonio Sérgio: Associação de Escolas Olivais / Marvila / Beato. Versão portuguesa. On-line. Disponível em http://w3.iie.min-edu.pt. Acessado em 18 de Julho de 2003.
PENALVO, F. G. e GUZMAN C. L. **Formación de repositórios de objetos de aprendizage a través de la reutilización de los metadatos de una colección digital**. On-line. Disponível em http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-117/paper22.pdf. Acessado em 17 de Dezembro de 2006.
RAGBOURNE, Susan. **Developing semi-distance learning modules for a part-fime Foundation Degree in Rural Entrerprise and Land Management. On-line**. Acessado em http://www.harper-adams.ac.uk/aspire/files/Susan%20Ragbourne.pdf. Acessado em Julho de 2006.
REDDEN, C.D. **Andragogy: Hit and Myth.** On-line. Disponível em: http://www.ecollege.com/news/EdVoice_arch_0226.learn. Acessado em 17 de Novembro de 2006.
RISCHBIETER, L. **Metacognição – Aprendendo a aprender**. Online. Disponível em http://www.educacional.com.br/pais/glossario_pedagogico/metacognicao.asp. Acessado em 12 de Setembro de 2006.
RODRIGUES, M. Isabel. **Design e e-learning**. Online. Disponível em http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=1por&infoid=932&sid=65. Acessado em 15 de Junho de 2007.

RUSTICCI, Mike**. SCORM 1.2 Overview for Developers.** Online. Disponível em www.scorm.com**.** Acessado em Julho de 2007.
SCHAUN, Ângela. **Educomunicação – Reflexões e Princípios**. Rio de Janeiro: Mauad, 2002.
SHEPERD, C. **Objects of Interest**. On-line. Disponível em http://www.fastrak-consulting.co.uk/tactix/features/objects/objects.htm#Objects%20defined. Acessado em 10 de Dezembro de 2006.
SHING, H. **Introduction to learning objects**. Online. Disponível em http://www.elearningforum.com/july2001/singh.ppt.2001. acessado em 15 de Outubro de 2006.
SKIRME, D. J. **From Knowledge Management to Knowledge Commerce**. On-line. Disponível em http://www.skyrme.com/pubs/kmxmas99.htm. Acessado em 12 de Outubro de 2005.
SUDRÉ, Gilberto. **Você já ouviu falar no LAMP**. Online. Disponível em http://www.imasters.com.br/artigo/4493/livre/ja_ouviu_falar_no_lamp/. Acessado em 10 de Junho de 2007.
TAVARES, Romero e LUNA Gil. **Mapas conceituais uma ferramenta pedagógica na consecução do currículo**. On-line. Disponível em http://www.emack.com.br/info/apostilas/nestor/mapas_conceituais.pdf . Acessado em junho 2007.
TEJADA, S. KNOBLOCK, A. MINTON**, S. Learning object identification rules for information integration. Pergamon. I***nformation Systems* Vol. 26, No. 8, pp. 607{633, 2001.
TELLIS, W. **Introduction to case study. The Qualitative Report.** On-line. Disponível em: http://www.nova.edu/ssss/QR/QR3-2/tellis1.html. Acessado em 12 de Agosto de 2006.
TERRA, J. C. **Usabilidade: Conceitos centrais**. Online. Disponível em http://portais.integra.com.br/sites/terraforum/Biblioteca/libdoc00000132v003Usabilidade-%20conceitos%20centrais.pdf. Acessado em 17 de Maio de 2007.
UNIVERSITY OF TENNESSEE. **Concept map and curriculum design**. On-line. Disponível em http://www.utc.edu/Administration/WalkerTeachingResourceCenter/FacultyDevelopment/ConceptMapping/. Acessado em Junho de 2007.
VERDEJO, M. F. et alli. **Include collaborative learning designs in a Learning Object Repository**. On-line. Disponível em http://sensei.lsi.uned.es/ea2c2/articulos/Verdejo_AIED03.pdf. Acessado em 12 de Dezembro de 2006.
WAGNER, Christian. CHEUNG, Karen. RACHAEL K. F. BOTTCHER, Stefan. Building **Semantic Webs for e-government with wiki technology**. On-line. Disponível em http://colab.cim3.net/file/work/SICoP/2006-02-. 09/EGov%20Wiki.pdf. Acessado em Maio de 2007.
WARLICK, D. **The Executive Wiki: From Technology to learning**. On-line. Disponível em http://www.techlearning.com/story/showArticle.php?articleID=196604481. Acessado em Junho de 2007.
WEGNER, Peter. **Classification in object-oriented systems**. ACM Press. Volume 21, Issue 10, October 1986, pages 173-182.

WIKYPÉDIA On-line. **Enciclopédia livre**. Disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal. Acesso em 12 de Dezembro de 2006.
WILEY, D. **Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A definition, a metaphor, and a Taxonomy**. On-line. Disponível em http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc Acessado em 12 de Novembro de 2006.
YENSEN jack. **Strategies for Learning - from Concept Maps to Learning Objects and Books to Wooks.** On-line. Disponível em http://www.eaa-knowledge.com/ojni/ni/602/strategies.htm. Acessado em Junho de 2007.
YIN, R. **Case Study Research: Design and Methods**, Beverly Hills, CA, Sage Publishing, 1984.

## ANEXO 01 – PADRÃO LOM – LEARNING OBJECT METADATA

Os objetos de aprendizagem criados de acordo com a metodologia proposta neste trabalho atendem às especificações propostas pelo projeto LOM – *Learning Objects Metadata* estabelecido pelo IEE, para torná-los mais claros e identificáveis pela comunidade.

Eles vão fazer parte das chaves secundárias por meio das quais vão ser identificados objetos de aprendizagem com as características desejadas.

Pode-se observar que os estudos e padrões dividem-se pelos nove grupos nos quais o estudo foi dividido:

1. Os de “categoria geral” descrevem as informações gerais dos objetos de aprendizagem como um todo.
2. Os da “categoria ciclo de vida” definem a história e o estado da arte da área do conhecimento.
3. Os da “categoria meta dados” oferecem dados sobre os dados que descrevem os objetos de aprendizagem.
4. Os da “categoria técnica” trabalham sobre os requisitos e características técnicas dos objetos de aprendizagem.
5. Os da “categoria educacional” trabalham sobre as características educacionais e pedagógicas dos objetos de aprendizagem.
6. Os da “categoria de direitos” trabalham sobre questões de propriedade intelectual e condições de uso dos objetos de aprendizagem.
7. Os da “categoria de relacionamento” definem os relacionamentos entre diferentes objetos de aprendizagem.
8. Os da “categoria anotação” providenciam comentários sobre o uso educacional dos objetos de aprendizagem e informações sobre quando e por quem os comentários foram criados.
9. Os da “categoria classificação” descrevem o objeto de aprendizagem em relação a um sistema particular de classificação.

Cada um deles apresenta um número de campos que deve ser preenchido e que são apresentados nas tabelas em sua versão original. A partir delas vai ser composto o detalhamento do registro básico que vai ser utilizado para a identificação e pesquisa dos objetos, para então se acessar o arquivo de apontamentos que permite recuperar os conteúdos.

No contexto dos ROA – Repositórios de Aprendizagem, a aplicabilidade de padrões de metadados é quem vai permitir um processo de catalogação que visa facilitar a recuperação dos dados armazenados, com a garantia da interoperabilidade não somente entre plataformas e aplicações, mas da mesma forma entre repositórios distribuídos e mantidos entre diferentes instituições.

O LOM – *Learning Object Metadata* é um padrão aceito universalmente e por este motivo a proposta de sua utilização na infra-estrutura proposta.

Os elementos contidos em uma especificação LOM variam no interior de cada um dos grupos de classificação e apresentam dados que são considerados como propriedades do objeto. Assim, algumas das características que identificam um objeto podem ser assinaladas:

- O título
- A data de criação
- O autor
- A finalidade
- O nível educacional
- Outros

Estes elementos identificam classes de objetos e as suas instâncias, representam objetos reutilizados, com visões diferenciadas montadas de forma on-line, transitória ou definitiva com a criação do novo objeto.

Assim, para cada um dos grupos são definidos “esquemas” que facilitam a busca, avaliação e aquisição do objeto de aprendizagem procurado dentro do universo dos disponíveis para a comunidade.

As tabelas seguintes, construídas em tradução livre dos elementos que são levados em consideração para cada um dos grupos, e permitir avaliar a extensão e definir sobre os mesmos novas propostas de registro de informações sobre os dados (metadados).

Este trabalho está apoiado no resultado final do grupo LOM/IEEE (2000) e deve-se destacar que os dados são opcionais, isto é, podem ou não serem utilizados, de acordo com o criador da infra-estrutura que se apóia nesta padronização.

Com relação à “categoria geral” podem ser armazenados:

- Identificação
- Título
- Entrada de catálogo
- Catálogo
- Linguagem
- Descrição
- Palavras chave
- A estrutura
- Cobertura (nível atingido)
- Estrutura
- Nível de agregação

Com relação à “categoria ciclo de vida” podem ser armazenados

- Versão
- Estado corrente
- Contribuição
- Regras
- Entidade
- Data de criação

Com relação ao grupo da “categoria metadados” sobre os metadados podem ser armazenados:

- Identificador
- Catalogo
- Entrada
- Contribuição
- Regras
- Data
- Esquema de metadados
- Linguagem

Com relação ao grupo da “categoria técnica” podem ser armazenados:

- Formato
- Tamanho
- Localização
- Requisitos
- Tipo
- Nome
- Versão mínima
- Versão máxima
- Apontamentos de instalação
- Outros requisitos da plataforma
- Duração

Com relação ao “grupo educacional” podem ser armazenados:

- Tipo de interatividade
- Tipo de recurso educacional
- Nível de interatividade
- Densidade semântica

- Uso pretendido
- Contexto
- Faixa etária atingida
- Nível de dificuldade
- Tempo gasto na aprendizagem
- Descrição
- Linguagem

Com relação ao “grupo de direitos” podem ser armazenados:

- Custo
- Direitos autorais
- Outras restrições
- Descrição

Com relação ao “grupo de relacionamentos” podem ser armazenados:

- Tipo
- Recurso
- Identificador
- Descrição
- Entrada de catálogo

Com relação ao “grupo de Anotação” podem ser armazenados:

- Dados pessoais do criador
- Descrição
- Data

Com relação ao “grupo de classificação” podem ser armazenados:

- Propósito

- Caminho de classificação
- Fonte
- Identificação
- Entrada
- Descrição
- Palavras chave

Estes dados são armazenados em uma estrutura normalizada com os elementos registrados armazenados como registro “pai” em uma estrutura 1:n, o que leva alguns dados a serem cadastrados no registro “filho”, com redundâncias no interior da estrutura.

A ausência de um desenho definitivo para o layout físico prende-se à possibilidade de variação e possibilidade de aplicação dos dados citados até este momento.

Existem outros padrões propostos, mas a tendência é centralizar em torno de um único padrão. Na atualidade há a proposição do uso de padrões híbridos que diminuam o número de parâmetros de um padrão particular. É a confirmação de que esta área de estudo se encontra no estágio de tecnologia emergente.

## ANEXO 02 – PADRÃO SCORM - SHARABLE CONTENT OBJECT REFERENCE MODEL

O uso de sistemas de gerenciamento de conteúdos e aprendizagem (LCMS) apresenta-se em evolução crescente. Este fato orienta que no armazenamento e apresentação dos conteúdos definidos como objetos de aprendizagem, estes sigam a padronização sugerida pelo ADL (*Advanced Distributed Learning*).

Eles visam atender requisitos impostos para os objetos de aprendizagem no tocante à interoperabilidade, acessibilidade e reutilização dos conteúdos e seu acesso pelos sistemas de gerenciamento de conteúdo e aprendizagem (LCMS) visa permitir a criação de rotas de aprendizagem, conforme as apresentadas durante o desenvolvimento da pesquisa.

Com ele se ganha a vantagem de uma padronização que irá ser utilizada na maioria dos sistemas de gerenciamento de conteúdo e da aprendizagem (LCMS) da aprendizagem on-line e que em um futuro próximo, deve orientar todos eles, tornando mais fácil obter a interoperabilidade dos conteúdos.

Ele oferece é a agregação de dados com a possibilidade de distribuição de implantação dos cursos nestes sistemas.

O processo de utilização parte do desenvolvimento dos sistemas LMS ou LCMS de uma API composta de oito funções, apresentadas por RUSTICCI (2007):

- LMSInitialize()
- LMSFinish()
- LMSGetValue()
- LMSSetValue()
- LMSCommit()
- LMSGetLastError()
- LMSGetErrorString()
- LMSGetDiagnostic()

Elas desenvolvem funções específicas e o adaptador deve implantar estas oito funções para que sejam possíveis todas as comunicações entre o conteúdo e o LMS.

As funções mínimas são as de inicialização e encerramento, que isoladas não permitem interações mais próximas daquelas existentes no mundo real. As demais funções se estiverem presentes, nos permitem reportar resultados de teste, acompanhamento de tempo, marcação do último conteúdo desenvolvido e outras, como sugerido pelos criadores do padrão e de acordo com o exposto por RUSTICCI (2007).

O modelo de agregação de conteúdo contém três elementos, o modelo do conteúdo (desenvolvido como objeto de aprendizagem), os metadados que seguem como chave para pesquisa do objeto (conforme foi apresentado no layout do registro denominado LOM, na apresentação da estrutura normalizada) e o pacote de conteúdos, que vai seguir estas orientações.

O LMS vai ser utilizado então para definir uma rota a partir dos objetos escolhidos e a interação entre a base de dados de conteúdos (ROA) e sistema de gerenciamento, segue de acordo com a padronização SCORM.