

**RODRIGO OCTÁVIO DE OLIVEIRA MELLO**

**UM AMBIENTE DE INTERFACE DE BUSCA E  
PRÉ-VISUALIZAÇÃO DE OBJETOS DE  
APRENDIZADO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Informática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Laura Sánchez García

**CURITIBA**

**2007**



de Oliveira Mello, Rodrigo Octávio

Um Ambiente de Interface de Busca e Pré-visualização de Objetos de Aprendizado. Curitiba, 2007. 148p.

Dissertação – Universidade Federal do Paraná (UFPR). Programa de Pós-Graduação em Informática.

1. objeto de aprendizado 2. LOR 3. LCMS 4. busca 5. pré-visualização 6. IHC 7. engenharia semiótica. I.Universidade Federal do Paraná (UFPR). Setor de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Informática





*“SEJA a MUDANÇA que  
você quer ver no mundo”*  
Mahatma Ghandi (1869 – 1948)

## Dedicatória

Dedico todo este trabalho à minha família:

à **minha mãe**, pelo zelo constante e pela preocupação (mesmo que exagerada) com o meu bem-estar

à **Ali**, por ter ocupado tanto espaço no meu coração e me fazer tão feliz mesmo nas crises

à **Renatinha**, por aturar o meu mau-humor dos últimos anos (quicá de todos os anos)

à **Becca e Marcelo**, por terem me dado mais um lindo sobrinho

ao **Lorenzo**, por ter nascido

ao **Gabriel** por falar tantas coisas engraçadas sempre;

ao **Rico**, pelo incentivo ao empreendedorismo

à **Paty**, por agüentar o Rico! Brincadeira ;-)

ao **Mano**, por ter multiplicado a nossa família e por deixar a mãe sempre tão feliz

e em especial ao **meu pai**, por quem faria tudo para ouvir mais uma palavra de conforto num momento difícil ou receber um abraço para comemorar uma nova conquista, mas que no momento está muito ocupado olhando lá de cima por todo o pessoal dessa listinha....

## Agradecimentos

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente com a concretização desse trabalho e a todos aqueles que fizeram parte da minha vida nesses dois anos e meio, em especial:

**Deus:** Ele sabe que esses últimos anos não foram fáceis e me deu toda a força necessária para chegar até aqui;

**Laura:** agradeço pela orientação, pois sem você essa dissertação nunca sairia do “mundo das idéias”;

**Minha família:** pelos motivos que me fizeram dedicar essa dissertação a eles;

**Gui:** por ser uma das pessoas em quem mais confio e por ser o meu fiel irmão unido pela amizade e pelo empreendedorismo;

**Seco:** por ter me animado a continuar com os estudos;

**Leonelo:** que foi o meu companheiro de mestrado, mas que me deixou comendo poeira já no ano passado;

**Joris Klerkx** da *Katholieke Universiteit Leuven*: por gentilmente ceder seus trabalhos na área da visualização da informação;

**Amigos:** por terem entendido o porquê de eu estar relapso nesses últimos anos, especialmente à família **Wasilewski** – Andrey, Andréa e João – e à família **Baptista** – Tha (minha afilhadinha), Mari, Deni, Denise, que sempre considerei extensões do meu lar;

**Rotaract** (e aos amigos que lá fiz e tenho): por provar para mim que sempre é possível pensar no próximo, mesmo na pior das atribulações. Especialmente à Ali, ao Gus e ao Henrique, que foram vitais para a minha sanidade durante a minha gestão e a todos os que fizeram acontecer o “Curitiba na Latinha”.

## Sumário

<b>DEDICATÓRIA.....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>V</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>JX</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Contexto.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 Problema.....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 Justificativa.....</b>	<b>19</b>
<b>1.4 Objetivos.....</b>	<b>21</b>
<b>1.5 Trajetória.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Usabilidade.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Comunicabilidade.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 Aplicabilidade.....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 Teorias de sustento subjacentes à IHC.....</b>	<b>26</b>
2.4.1 Engenharia Cognitiva.....	27
2.4.2 Engenharia Semiótica.....	29
2.4.3 Comunicabilidade.....	32
<b>3 CONTEXTUALIZAÇÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Aprendizado auxiliado por computador.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 E-learning.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3 Design instrucional.....</b>	<b>36</b>

<b>3.4</b>	<b>Elaboração e uso de conteúdos didáticos digitais.....</b>	<b>37</b>
3.4.1	Sistemas de criação e gerência de conteúdos digitais.....	38
3.4.2	Objetos de aprendizado.....	39
3.4.3	Padrão de Metadados para Objetos de Aprendizado.....	44
3.4.4	Conteúdo de aprendizado.....	49
3.4.5	Repositórios de Objetos de Aprendizado.....	51
3.4.6	Sistemas de Gerência e Criação de Conteúdos Didáticos.....	52
3.4.7	Sistemas de Gerência do Aprendizado.....	56
3.4.8	Integração LCMS e LMS – Visão geral.....	58
<b>3.5</b>	<b>Ontologias e Taxonomias.....</b>	<b>59</b>
3.5.1	Ontologias.....	59
3.5.2	Taxonomias.....	61
3.5.3	Ontologia ALOCoM.....	62
<b>3.6</b>	<b>Busca de informação.....</b>	<b>63</b>
3.6.1	Representação do processo de busca de informação.....	63
3.6.2	Capacidades de busca e suas propriedades.....	64
<b>4</b>	<b>SOLUÇÕES ENCONTRADAS E TRABALHOS RELACIONADOS.....</b>	<b>70</b>
<b>4.1</b>	<b>Trabalhos relacionados.....</b>	<b>70</b>
4.1.1	Utilização da Visualização de Informação para o Acesso a Repositórios de Objetos de Aprendizado....	70
4.1.2	Um Ambiente de Desenvolvimento que Utiliza Visualização de Informação para Acessar Repositórios de Objetos de Aprendizado.....	71
4.1.3	Visualização do Reuso: “Mais do que os Olhos Podem Observar”.....	73
4.1.4	Localização do LO apropriado: Uma avaliação empírica.....	74
4.1.5	Metadados Facetados para Busca e Navegação em Repositórios de Imagens.....	74
4.1.6	Periscope – Um Sistema para a Visão 3D Adaptativa de Resultados de Busca.....	75
4.1.7	Soluções LOR e LCMS.....	77
4.1.8	Conclusões gerais.....	78
<b>4.2</b>	<b>Avaliação comparativa das soluções encontradas.....</b>	<b>79</b>
4.2.1	Identificação de critérios de avaliação.....	79
4.2.2	Análise comparativa das soluções estudadas.....	84
4.2.3	Conclusão.....	85
<b>5</b>	<b>SOLUÇÃO.....</b>	<b>87</b>
<b>5.1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>87</b>
<b>5.2</b>	<b>Recursos Visuais do Ambiente de Interface.....</b>	<b>87</b>
<b>5.3</b>	<b>Auxílio ao usuário.....</b>	<b>90</b>
<b>5.4</b>	<b>Interface inicial de busca.....</b>	<b>92</b>
5.4.1	Contribuições.....	93
5.4.2	Filtro.....	97
<b>5.5</b>	<b>Visão dos LOs em lista.....</b>	<b>99</b>
<b>5.6</b>	<b>Visão dos LOs desagregados e busca de COs e CFs.....</b>	<b>101</b>
<b>5.6</b>	<b>Pré-visualização de LOs, COs e CFs.....</b>	<b>106</b>

<u>5.7 Diretrizes.....</u>	<u>111</u>
<u>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS.....</u>	<u>113</u>
<u>BIBLIOGRAFIA.....</u>	<u>115</u>
<u>ANEXO A .....</u>	<u>122</u>
<u>A.1 Utilização da Visualização de Informação para o Acesso a Repositórios de Objetos de Aprendizado.....</u>	<u>122</u>
<u>A.2 Um Ambiente de Desenvolvimento que Utiliza Visualização de Informação para Acessar Repositórios de Objetos de Aprendizado.....</u>	<u>128</u>
<u>A.3 Visualização do Reuso: “Mais do que os Olhos Podem Observar”.....</u>	<u>131</u>
<u>A.4 Localização do LO apropriado: Uma avaliação empírica.....</u>	<u>135</u>
<u>A.5 Metadados Facetados para Busca e Navegação em Repositórios de Imagens.....</u>	<u>139</u>
<u>A.6 Periscope – Um Sistema para a Visão 3D Adaptativa de Resultados de Busca.....</u>	<u>143</u>

## Lista de Figuras

<b>FIGURA 1: PROCESSO DE INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR [DE SOUZA ET AL].....</b>	<b>24</b>
<b>FIGURA 2: MODELO DE INTERAÇÃO DA ENGENHARIA COGNITIVA [DE SOUZA ET AL].....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 3: RELAÇÃO ENTRE OS GOLFOS DE EXECUÇÃO E AVALIAÇÃO E AS DISTÂNCIAS SEMÂNTICA E ARTICULATÓRIA [NORMAN ET AL 1986].....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 4: PROCESSO DE COMUNICAÇÃO ENTRE DUAS PESSOAS SEGUNDO [DE SOUZA ET AL].....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 5: COMUNICAÇÃO ENTRE DESIGNER E USUÁRIO NA ENGENHARIA SEMIÓTICA [DE SOUZA, L.].....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 6: RELAÇÃO DO E-LEARNING COM AS OUTRAS FORMAS DE TREINAMENTO [BRENNAN ET AL].....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 7: MODELO DE LO PARA [BRENNAN ET AL].....</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 8: MODELO DE LO PARA [CATON ET AL].....</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 9: GRUPOS E ATRIBUTOS DO PADRÃO IEEE/LOM [HERMANN].....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 10: COMPONENTES DE UM LCMS [BRENNAN ET AL].....</b>	<b>53</b>
<b>FIGURA 11: INTEGRAÇÃO ENTRE LCMS E LMS [BRENNAN ET AL].....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA 12: ALOCOM - MODELO ABSTRATO PARA CONTEÚDOS DE OBJETOS DE APRENDIZADO [VERBERT ET AL].....</b>	<b>62</b>
<b>FIGURA 13: TIPOS DE COS E CFS [VERBERT ET AL].....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 14: DIAGRAMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO DE BUSCA A INFORMAÇÃO [CARDOSO 2000].....</b>	<b>64</b>
<b>FIGURA 15: MAPA DE ÁRVORE [KLERKX ET AL 2].....</b>	<b>71</b>

<b>FIGURA 16: EXEMPLO DA INTERFACE DO PROTÓTIPO [KLERKX ET AL 1]....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 17: GRAFO REPRESENTANDO OS COMPONENTES DO REPOSITÓRIO ALOCOM [KLERKX ET AL 3].....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 18: INTERFACE DE BUSCA DE IMAGENS [YEE ET AL].....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 19: EXEMPLO DE INTERFACE ANALÍTICA [WIZA ET AL 2004].....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 20: QUADRO COMPARATIVO ENTRE O APROVEITAMENTO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO NOS ESTUDOS RELACIONADOS.....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 21: CORES UTILIZADAS NA INTERFACE.....</b>	<b>88</b>
<b>FIGURA 22: ÍCONES DA INTERFACE.....</b>	<b>89</b>
<b>FIGURA 23: VISÃO INICIAL DA INTERFACE.....</b>	<b>92</b>
<b>FIGURA 24: EXEMPLO DE MAPEAMENTO POR LINGUAGEM.....</b>	<b>95</b>
<b>FIGURA 25: CONSULTA NAS CLASSIFICAÇÕES HIERÁRQUICAS DA COLEÇÃO.....</b>	<b>97</b>
<b>FIGURA 26: FUNCIONAMENTO DA FERRAMENTA DE FILTRO.....</b>	<b>98</b>
<b>FIGURA 27: ÚLTIMO NÍVEL HIERÁRQUICO DA COLEÇÃO.....</b>	<b>100</b>
<b>FIGURA 28: LISTA DOS LOS NO CONJUNTO CONSULTADO.....</b>	<b>101</b>
<b>FIGURA 29: DESAGREGAÇÃO DE UM CONJUNTO DE LOS AGRUPADOS POR LO.....</b>	<b>103</b>
<b>FIGURA 30: LISTA DE COS DOS LOS, AGRUPADOS POR TIPO DE CO.....</b>	<b>104</b>
<b>FIGURA 31: LISTA DE CFS DOS LOS, AGRUPADOS POR TIPO DE CF.....</b>	<b>105</b>
<b>FIGURA 32: VISÃO DA NAVEGAÇÃO E METADADOS DE UM LO.....</b>	<b>107</b>
<b>FIGURA 33: VISÃO DE UM CO E SEUS METADADOS.....</b>	<b>108</b>
<b>FIGURA 34: VISÃO DOS CONTEÚDOS E METADADOS DE UM LO.....</b>	<b>109</b>



**FIGURA 35: VISÃO DE UM CF E SEUS METADADOS.....110**

## Lista de Abreviaturas

LO:	Objeto de Aprendizado - <i>Learning Object</i>
IHC:	Interação Humano-Computador
CMS:	Sistema de Gerência de Conteúdo - <i>Content Management Systems</i>
LCMS:	Sistema de Gerência de Conteúdo de aprendizado - <i>Learning Content Management System</i>
LOR:	Repositório de Objetos de Aprendizado - <i>Learning Object Repositorie</i>
LMS:	Sistema de Gerência de Aprendizado - <i>Learning Management System</i>
LOM:	Metadados de Objetos de Aprendizado - <i>Learning Object Metadata</i>
UCSD:	Design de sistemas centrado no usuário - <i>User-Centered System Design</i>
WYSIWYG:	O que você vê é o que você tem - <i>What You See Is What You Get</i>
TBT:	Aprendizado auxiliado por computador – <i>Technology-based training</i>
ILT:	Treinamento liderado por instrutor – <i>Instructor-led training</i>
ID:	Design Instrucional - <i>Instructional Design</i>
DIC:	Design Instrucional Contextualizado
LC:	Conteúdo de aprendizado - <i>Learning Content</i>
ALOCoM:	Modelo Abstrato para Conteúdos de Objetos de Aprendizado - <i>Abstract Learning Object Content Model</i>
CF:	Fragmentos de Conteúdo - <i>Content Fragments</i>
CO:	Objetos de Conteúdo - <i>Content Objects</i>
IEEE:	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ALOCoM:	Abstract Learning Object Content Model

## Resumo

Os avanços e a popularização dos artifícios computacionais têm contribuído com o suporte às áreas mais diversas do conhecimento. Este fenômeno teve seus reflexos também na aprendizagem com os objetos de aprendizado (*Learning Objects* - LOs), que foram criados para reduzir os custos e o tempo de produção, bem como facilitar o reuso e a distribuição dos conteúdos didáticos por meio das capacidades de reutilização, rastreabilidade, interoperabilidade, durabilidade e facilidade de edição. O objetivo geral do trabalho é propor um ambiente de interface de busca e pré-visualização de LOs, com vistas a que os usuários utilizem com facilidade todas as funções de refinamentos de consultas disponíveis e, assim, atinjam seus objetivos de busca com pouca necessidade de carga cognitiva além de proporcionar a pré-visualização robusta dos LOs. Foram escolhidos critérios para a avaliação de trabalhos e soluções relacionadas e um desses estudos foi utilizado como ponto de partida para o ambiente de interface. O embasamento teórico foi proporcionado pela IHC (Interação Humano-Computador), especialmente na Engenharia Semiótica e o presente trabalho tem como resultado um protótipo não funcional em *storyboarding* do ambiente de interface proposto.

**Palavras-Chave:** objeto de aprendizado, LOR, LCMS, busca, pré-visualização, IHC, engenharia semiótica.

## **Abstract**

Learning Objects – LOs – were devised in order to cut down on production costs and time, as well as to facilitate the distribution and reuse of didactic contents by means of a series of functions, such as reutilization, traceability, interoperability, durability and easy editing. Our main objective in the present paper is to propose an interface environment for LO search and pre-visualization. The distinctive feature of such environment is both the easy access to all search refinement functions available, thus allowing users to fulfil their search objectives without requiring much cognitive effort, and the well-structured LO pre-visualization. We started the project by defining a set of criteria to assess LO research and solutions, and one of such works was used as our starting point for the interface environment. Our theoretical foundation relies on HCI (Human-Computer Interaction), and the major outcome of the present project is a nonfunctional prototype (in storyboard) of the interface environment proposed, which in turn solves the majority of the problems we came across when revising the pertinent literature.

**Keywords:** Learning objects, LOR, LCMS, search, pre-visualization, HCI, semiotic engineering.



# 1 Introdução

## 1.1 Contexto

A evolução e a popularização dos artifícios computacionais e das redes de computadores, as constantes pesquisas e investimento em tecnologia e o acesso cada vez mais facilitado à Internet por pessoas de todas as partes do mundo têm contribuído com o suporte às áreas mais diversas do conhecimento.

Um exemplo deste avanço é a sistematização de procedimentos de criação e gerência de conteúdos chamados CMSs (*Content Management Systems* – Sistemas de Gerência de Conteúdo). Os CMS surgiram como resposta à demanda cada vez maior de informação e da disponibilização de informação em tempo real pela Internet.

O conceito de criação e gerência de conteúdo foi estendido aos conteúdos didáticos por meio dos LCMS (*Learning Content Management Systems* – Sistemas de Gerência de Conteúdo de aprendizado). As ferramentas LCMS provêm aos perfis envolvidos na produção e gerência de conteúdos a possibilidade de reutilização e produção de conteúdos didáticos digitais com menor custo, maior aproveitamento e menor tempo em relação à produção artesanal de conteúdos didáticos. Os LCMS devem muitas de suas vantagens e facilidades a outro conceito extremamente importante no ambiente de ensino-aprendizagem com apoio computacional, o conceito de LO (*Learning Object* – objeto de aprendizado), que foi idealizado para fornecer às unidades didáticas digitais as capacidades de reutilização, rastreabilidade, interoperabilidade, durabilidade e facilidade de edição, todas capacidades convenientes para um LCMS.

Com o surgimento do conceito de objetos de aprendizado e com a filosofia do compartilhamento de informação, surgem os primeiros LORs (*Learning Object Repositories* – Repositórios de Objetos de Aprendizado) que são ferramentas

disponíveis na Internet cujos usuários podem adicionar, adquirir (para posterior utilização) e compartilhar objetos de aprendizado.

Outra variedade de ferramentas que surgiu com o intuito de prover suporte ao ensino-aprendizagem foi a dos LMS (*Learning Management Systems* – Sistemas de Gerência de Aprendizado) que complementam os LCMS, uma vez que são totalmente voltados à gerência dos processos de apresentação e avaliação do grau de assimilação do conteúdo fornecido ao aluno.

Outro sinal da evolução e da popularização da tecnologia foi o acúmulo cada vez maior de informação na Internet. Cada dia uma grande quantidade de informação (útil ou não) é colocada *on-line* e, na maioria das vezes, com o intuito de ser localizada por outros usuários. Esta necessidade de localização da informação levou ao surgimento dos sistemas de busca, que auxiliam aos usuários da Internet na localização de conteúdos disponíveis.

Essa demanda pela rastreabilidade da informação não é um problema exclusivo da Internet e sua quantidade de informação não passível de tratamento mas, também, de qualquer sistema cujos usuários necessitem da informação de forma rápida sem muito esforço. Os LCMSs e os LORs se enquadram nesse contexto.

Assim, a proposta do presente trabalho enfoca um dos problemas conceituais dos LCMS e LOR que é a busca de objetos de aprendizado para a produção e a atualização de conteúdos didáticos digitais. Sua finalidade é propor um modelo de ambiente de interface de busca e pré-visualização de objetos de aprendizado.

A seguir serão apresentados os problemas que determinam a elaboração deste trabalho. Posteriormente serão apresentadas as justificativas para o trabalho proposto e os objetivos almejados.

## **1.2 Problema**

Quando tratamos de LCMSs, uma série de questões pode ser levantada em relação aos objetos de aprendizado. Muitas questões relativas às características dos LOs, como reutilização e rastreabilidade, e até mesmo o próprio conceito de LO, estão em debate no mundo científico. Cada característica dos LOs é capaz de abrir um leque de questionamentos e dúvidas. Entretanto, todos os aspectos dos LOs devem ser levados em conta, pois eles são complementares e têm como finalidade a criação e o reaproveitamento de conteúdos didáticos digitais de maneira mais rápida. Por exemplo, um objeto que possua interoperabilidade (pode ser utilizado em outros contextos) falhará se não for rastreável (de fácil localização), pois o usuário não conseguirá encontrar o objeto para sua utilização. Dentre os diversos aspectos associados a um LO, o de rastreabilidade é de particular importância e é onde se enquadra o objeto de estudo deste trabalho.

No capítulo de contextualização, a definição de “objeto de aprendizado” tem especial destaque, pois o assunto gera visões divergentes. Entretanto, o ponto de partida na maioria dos estudos na área é o de que o conceito de um LO é muito difícil de ser definido e mais ainda de ser implementado.

Uma abordagem pragmática define que um LO é *“qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para dar suporte ao aprendizado”* [WILEY], ou seja, um LO deve ser um recurso (como texto, imagem, vídeo, áudio, entre outros) contextualizado em alguma experiência didática. Mas um objeto pode ser uma estrutura de objetos que, por sua vez, podem conter outros objetos, o que pode ser identificado como uma recursão associada ao conceito e um aumento da complexidade destas estruturas.

Metadados são utilizados para indexar os objetos de aprendizado e, para [BRENNAN et al], a presença dos metadados é indispensável, devendo estes ser utilizados posteriormente para garantir a rastreabilidade do objeto. Entretanto, um LO “filho” contido em outro “pai” pode herdar os metadados de seu pai para facilitar



a sua indexação. Esta facilidade incrementa também a complexidade da estrutura física de um LO.

Outra característica importante dos LOs é a de que eles devem apresentar o conteúdo independentemente da forma de publicação, para garantir que características como a interoperabilidade e durabilidade sejam alcançadas.

Como se pode ver, objetos de aprendizado são estruturas complexas e não apresentam uma forma definida nem seguem algum modelo sintático ou semântico rígido. Tudo isso torna não trivial a representação desses objetos e de seus componentes.

Conforme dito anteriormente, a rastreabilidade é uma das características que devem ser buscada em um LO. Os metadados são utilizados como meio de garantir essa característica. Entretanto, apenas um modelo de metadados bem definido e objetos de aprendizado bem indexados não garantem a rastreabilidade. Grande parte da responsabilidade pela rastreabilidade de um objeto de aprendizado pode ser atribuída à ferramenta de busca que efetuará a procura dos objetos e apresentará o resultado ao usuário.

A busca de informação durante o processo de criação ou montagem de conteúdos didáticos em um LCMS deve ser facilitada. Além disso, o reaproveitamento de objetos pré-existentes deve ser vantajoso se comparado à criação de novos objetos, tanto para o usuário produtor de conteúdo que deseja reutilizar seus antigos conteúdos quanto para o usuário que deseja utilizar conteúdos de outros usuários ou de outras instituições.

### **1.3 Justificativa**

Como pôde ser visto na seção 1.2, a rastreabilidade é conquistada por meio de dois fatores necessários: um padrão de metadados robusto para indexação dos LO e uma ferramenta de busca igualmente robusta.

Muitos são os estudos acerca de normas de metadados para indexação de objetos de aprendizado. A norma IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) / LOM (*Learning Object Metadata*) [IEEE], apesar de muito criticada, tem sido amplamente utilizada como referência nos mundos científico e comercial e tende a se tornar o padrão para a indexação de LOs.

Muitos são os esforços para se definir um padrão de indexação de metadados, mas os estudos sobre a visualização e a localização dos LOs normalmente apenas complementam os estudos sobre indexação de LOs ou apoiam-se em levantamentos empíricos.

Apesar de existirem poucos estudos sobre busca e pré-visualização de objetos de aprendizado, este interesse pode ser notado em coleções de recursos como bibliotecas virtuais de vídeos, imagens, sons ou textos. Com o advento da Internet e a explosão de ferramentas de busca como Google® ou Yahoo®, as ferramentas de busca em geral têm se tornado mais acessíveis aos usuários e mais eficazes nos processos de recuperação e utilização da informação. Adicionalmente, os interesses pela usabilidade e pela comunicabilidade das interfaces têm ficado em foco. Essas demandas advêm da gama crescente de perfis de usuário que se utiliza de tais serviços.

Por meio do levantamento bibliográfico realizado, notou-se que entre os estudos e as ferramentas comerciais que oferecem a rastreabilidade de recursos multimídia (como vídeos, fotos, sons, entre outros), a indexação por classificação temática normalmente é aplicada com sucesso. Portanto, o estudo dos conceitos de taxonomias e ontologias pode, ainda, enriquecer a questão da indexação dos objetos de aprendizado, na medida em que a qualidade do ambiente de busca está relacionada também com a indexação de seus objetos.

Uma característica importante dos LOs é a presença de componentes de potencial comunicativo rico (como vídeos, fotos, sons, entre outros) em sua estrutura. Isso deve ser levado em conta no ambiente de interface que será

desenvolvido, principalmente durante a apresentação dos resultados da busca. A apropriação desta característica permitirá ao usuário encontrar mais facilmente o LO de interesse entre os outros retornados pela busca com uma simples varredura visual.

A IHC, e em particular por intermédio da Engenharia Semiótica, proporciona subsídios teóricos para a criação de um ambiente de interface que expresse as intenções do *designer* e forneça aos usuários a clara noção das funcionalidades disponíveis e dos passos necessários para que as suas metas sejam alcançadas durante a utilização de uma ferramenta computacional.

Espera-se, em suma, que esta dissertação contribua para uma rápida e facilitada localização dos LOs em um ambiente de interface que revele aos usuários as alternativas de busca disponíveis no sistema e a forma como essas alternativas de busca podem ou devem ser utilizadas. Contribuições na representação (pré-visualização) dos objetos de aprendizado e na questão da indexação por classificação temática das coleções de objetos de aprendizado também são esperadas.

## **1.4 Objetivos**

Esta dissertação tem como objetivo geral propor um ambiente de interface de busca e pré-visualização de objetos de aprendizado, com vistas a que os usuários utilizem todo o potencial disponível de refinamento de consultas com pouca carga cognitiva<sup>1</sup> e tenham na pré-visualização um apoio robusto para compreender o objeto.

Os objetivos específicos são os seguintes:

---

<sup>1</sup> O grau de facilidade de uso do ambiente aqui proposto deverá ser objeto de pesquisa e testes futuros.

- a) Apoiar a elaboração de consultas para a busca dos objetos de aprendizado utilizando técnicas de refinamento sucessivo de consultas, com base nos estudos realizados e nas capacidades de busca a serem apresentadas na seção 3.6.2. Essas abordagens permitem ao usuário navegar pelas diversas coleções de objetos e, ao longo do caminho, refinar a sua consulta por meio de palavras-chave;
- b) Apoiar a visualização de objetos de aprendizado, permitindo a identificação dos diferentes tipos de objeto e de seus componentes além da pré-visualização da estrutura de objetos compostos com o apoio de ontologias, principalmente a ALOCoM (*Abstract Learning Object Content Model*) [KLERKX et al 3], e o embasamento teórico da IHC, mais especificamente, da Engenharia Semiótica;
- c) Explorar o conceito de metadados, assim como os padrões de metadados existentes, para facilitar processos mais precisos de armazenamento e melhorar a recuperação de objetos de aprendizado, particularmente o padrão IEEE/LOM;
- d) Fornecer ao usuário auxílio nos diversos níveis necessários, desde o nível estratégico, que revela as possibilidades da aplicação e as melhores formas de se beneficiar dela na execução das atividades do mundo real onde a aplicação está inserida, até o nível operacional, que apoia de forma direta a interação entre os usuários e os elementos da interface. Em outras palavras, auxiliar o usuário no processo de busca e visualização dos objetos de aprendizado por meio do projeto adequado da comunicabilidade do sistema.

Não fazem parte dos objetivos do presente trabalho a implementação de protótipo operacional em *software* nem mesmo a definição das diretrizes de funcionamento ou a arquitetura necessária para a definição da máquina de busca do ambiente de interface de busca proposto<sup>2</sup>. Apenas as características de *design* da interface do ambiente foram tratadas.

---

<sup>2</sup> Esses objetivos são levantados novamente na seção 6 como trabalhos futuros.

## **1.5 Trajetória**

Esta seção apresenta os passos metodológicos seguidos para o desenvolvimento da dissertação.

Com o objetivo de propor uma interface de busca e pré-visualização de LOs em uma coleção de objetos, foi feita inicialmente uma revisão da literatura pertinente à IHC e ao universo da produção de conteúdos didáticos digitais além de relativa a ontologias e processos de ensino.

Após a revisão de literatura, foram analisados trabalhos relacionados à busca e à pré-visualização de LOs e outras interfaces que poderiam enriquecer o trabalho. Foram estudados trabalhos relacionados à busca em coleções multimídia diversas, interfaces de busca por manipulação direta, de filtragem de resultados, entre outras.

Dessa análise, foi possível definir critérios de avaliação relevantes como insumo à resolução do problema proposto. Cada uma das soluções estudadas foi confrontada com esses critérios com o intuito de determinar qual seria a mais apropriada para ser tomada como base para a proposta de uma solução para o problema.

A partir da solução selecionada, de alguns aspectos das outras interfaces e de trabalhos relacionados, e à luz da Engenharia Semiótica e do conceito de comunicabilidade de interfaces, foi possível definir uma nova solução para a busca e a pré-visualização de LOs.

Finalmente, foram criadas imagens estáticas simulando casos de uso do ambiente (*storyboardings*) com o objetivo de complementar a descrição da solução proposta. Na criação dos *storyboardings* foram utilizados os aplicativos Corel Draw® versão 12 e Adobe Photoshop® versão CS.

## 2 Subsídios teóricos do estudo da interação humano-computador (IHC)

Os sistemas computacionais fornecem suas funções por meio de suas interfaces. Em outras palavras, é com a interface que mantemos contato com os sistemas computacionais. Portanto, um bom design de interface é de suma importância para a redução de custos com treinamento (fácil utilização e aprendizado), otimização de tempo (otimização para a aplicação e a situação proposta), redução de erros (minimização de erros cometidos pelos usuários), aumento da segurança (restrição à possíveis falhas de segurança), entre outros.

A interação é um processo que engloba as ações do usuário sobre a interface de um sistema e suas interpretações sobre as respostas reveladas por esta interface [de SOUZA et al].

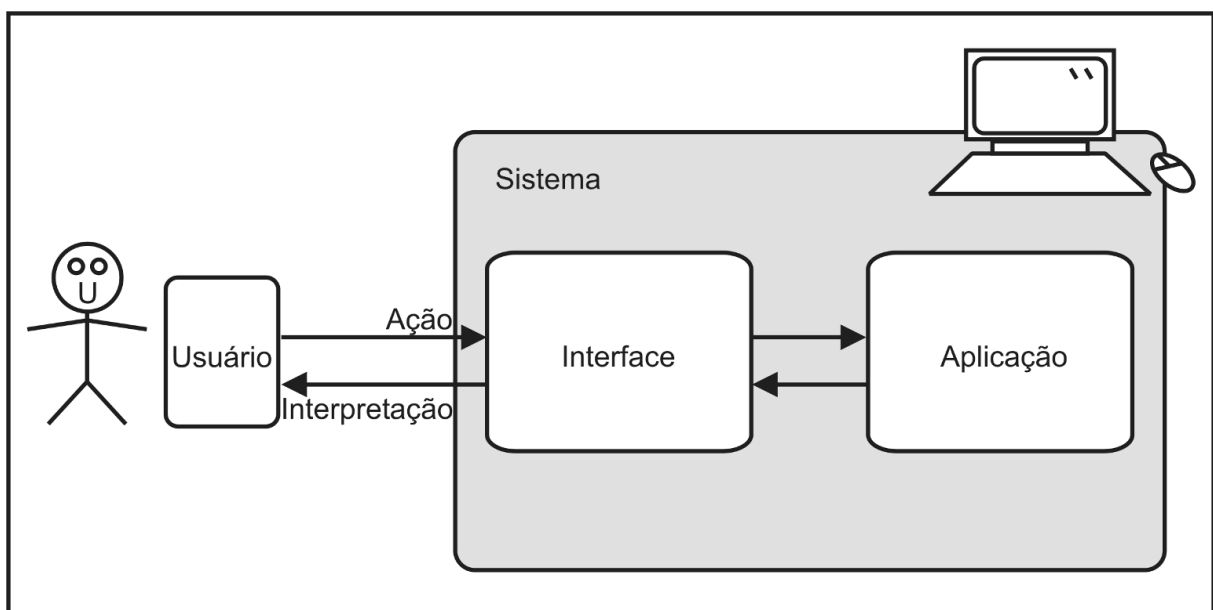


Figura 1: Processo de Interação Humano-Computador [de SOUZA et al]

No processo de interação usuário-sistema, deve-se levar em conta que o usuário possui algumas necessidades. Essas necessidades podem ser analisadas pela óptica da usabilidade [LINDGAARD], comunicabilidade [de SOUZA 1999] e aplicabilidade [FISHER] entre outras.

## **2.1 Usabilidade**

A usabilidade de um sistema é um conceito que se refere à qualidade da interação de sistemas com os usuários e depende de vários aspectos. Alguns dos fatores são [de SOUZA et al]:

- 1) Facilidade de aprendizado do sistema: tempo e esforço necessários para que o usuário atinja um determinado nível de desempenho;
- 2) Facilidade de uso: avalia o esforço físico e cognitivo do usuário durante o processo de interação, normalmente são medidas a velocidade de uso e o número de erros cometidos durante a execução de uma determinada tarefa;
- 3) Satisfação do usuário: avalia se o usuário gosta e sente prazer em trabalhar com o sistema;
- 4) Flexibilidade: avalia a possibilidade de o usuário acrescentar e modificar as funções e o ambiente iniciais do sistema. Assim, este fator está relacionado também à capacidade do usuário em utilizar o sistema de maneira inteligente e criativa, realizando novas tarefas que não estavam previstas pelos desenvolvedores;
- 5) Produtividade: se o uso do sistema permite ao usuário ser mais produtivo do que seria se não o utilizasse.

Muitas vezes o *designer* deve identificar quais dos fatores são mais prioritários, uma vez que dificilmente se consegue alcançar todos de forma equivalente.

## **2.2 Comunicabilidade**

A comunicabilidade de um sistema é a sua propriedade de transmitir ao usuário de forma direta ou indireta as intenções e os princípios de interação que guiaram o seu *design* [de SOUZA 2004]. O objetivo da comunicabilidade é permitir que o

usuário, por meio de sua interação com a aplicação, seja capaz de compreender as premissas, as intenções e as decisões tomadas pelo projetista durante o processo de *design*. Quanto maior o conhecimento do usuário sobre a lógica do *designer* embutida na aplicação, maiores as chances de o usuário conseguir aproveitar ao máximo as funcionalidades oferecidas pela aplicação. A seção 2.4.2 trará mais detalhes sobre a comunicabilidade.

### **2.3 Aplicabilidade**

Além da usabilidade e da comunicabilidade, o *designer* deve buscar atingir também a aplicabilidade, ou seja, a utilidade do sistema na resolução de problemas variados. Segundo [FISHER], todo usuário é especialista em um domínio e uma aplicação de software deve servir à sua especialidade. Ela deve funcionar como um instrumento para o usuário em uma atividade de seu interesse e não presumir que o usuário é quem deve atender às exigências de peculiaridades tecnológicas.

A usabilidade e a comunicabilidade em conjunto pretendem aumentar a aplicabilidade do software [de SOUZA et al].

### **2.4 Teorias de sustento subjacentes à IHC**

Segundo [de SOUZA, L.], as teorias de projeto de interface estão baseadas nas perspectivas de desenvolvimento de sistemas.

Em uma das teorias o computador é visto como ferramenta [de SOUZA 2004] e o desenvolvimento de sistemas é centrado no usuário, em seus aspectos cognitivos. Essa teoria é denominada Engenharia Cognitiva [NORMAN et al 1986].

Outra, a Engenharia Semiótica considera que o *designer* “deve dizer aos usuários o que ele quer significar por meio dos artefatos por ele criados” e é esperado dos usuários que eles “entendam e respondam à lógica do *design*” [de



SOUZA, L.]. Ou seja, a Engenharia Semiótica evidencia os objetivos do *designer* ao projetar a interface e permite ao usuário entender que o sistema se trata de uma solução potencial de um ou mais *designers*.

### 2.4.1 Engenharia Cognitiva

A Engenharia Cognitiva surgiu de estudos acerca da psicologia cognitiva, ciência cognitiva e inteligência artificial que estudam a cognição, isto é, o processo pelo qual se pode adquirir conhecimento e aplicam suas teorias na compreensão das capacidades e limitações da mente dos usuários. As abordagens cognitivas são atualmente dominantes no mundo da IHC [NORMAN et al 1986].

A estratégia dessa abordagem centra-se na elaboração de modelos cognitivos genéricos que são posteriormente levados a experimentos e previsões. A idéia é gerar modelos cognitivos que descrevam os processos e estruturas mentais (recordações, interpretações, planejamento, aprendizado) e possam indicar para pesquisadores e projetistas que propriedades os modelos de interação devem satisfazer de maneira que a interação possa ser desempenhada mais facilmente pelos usuários. O *design* feito com base nessa abordagem, por ser centrada nos aspectos cognitivos do usuário, é chamado de design de sistemas centrado no usuário (*User-Centered System Design* - UCSD) [de SOUZA et al].

A Engenharia Cognitiva considera que o *designer* cria inicialmente um modelo mental do sistema, chamado modelo de *design*, com base nos modelos de usuário e de tarefa. O modelo de usuário é a definição sobre os papéis, familiaridade, nível de conhecimento, frequência de uso e contexto do usuário na aplicação e o modelo de tarefa é a formalização da visão dos usuários em relação às tarefas que eles precisam realizar. O resultado da transposição do modelo de *design* para o meio tecnológico é a imagem do sistema. O usuário então interage com esta imagem e cria seu modelo mental da aplicação, chamado de modelo do usuário. Esse modelo mental é que permite ao usuário formular suas intenções e objetivos em termos de

comandos e funções do sistema. A figura 2 mostra o processo de *design* na abordagem da Engenharia Cognitiva [de SOUZA et al].

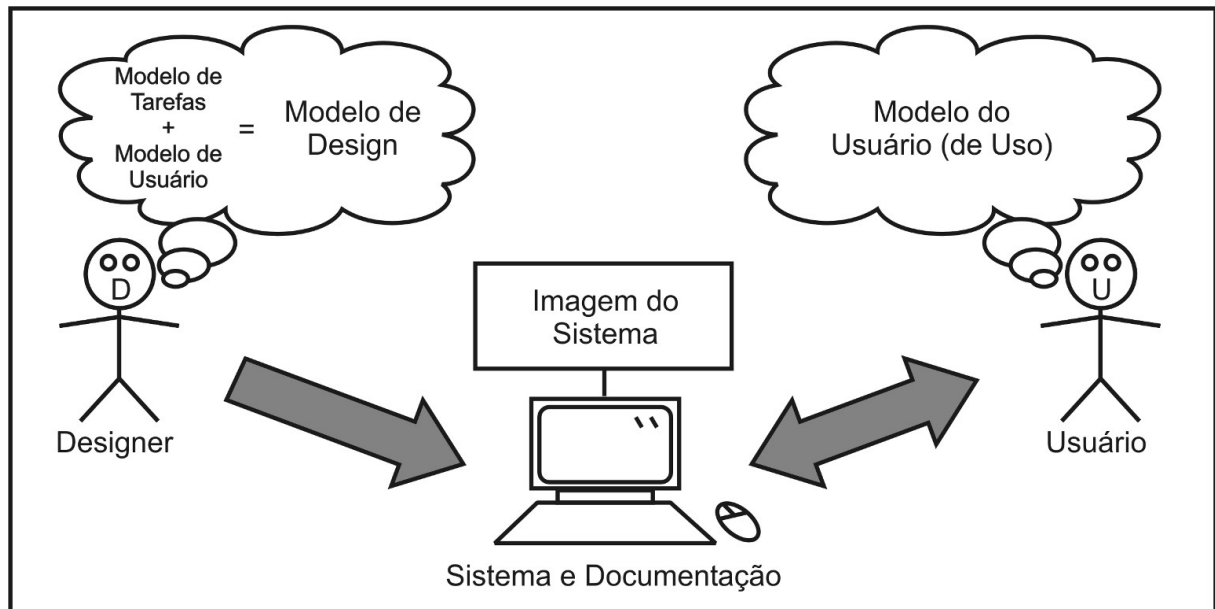


Figura 2: Modelo de interação da Engenharia Cognitiva [de SOUZA et al]

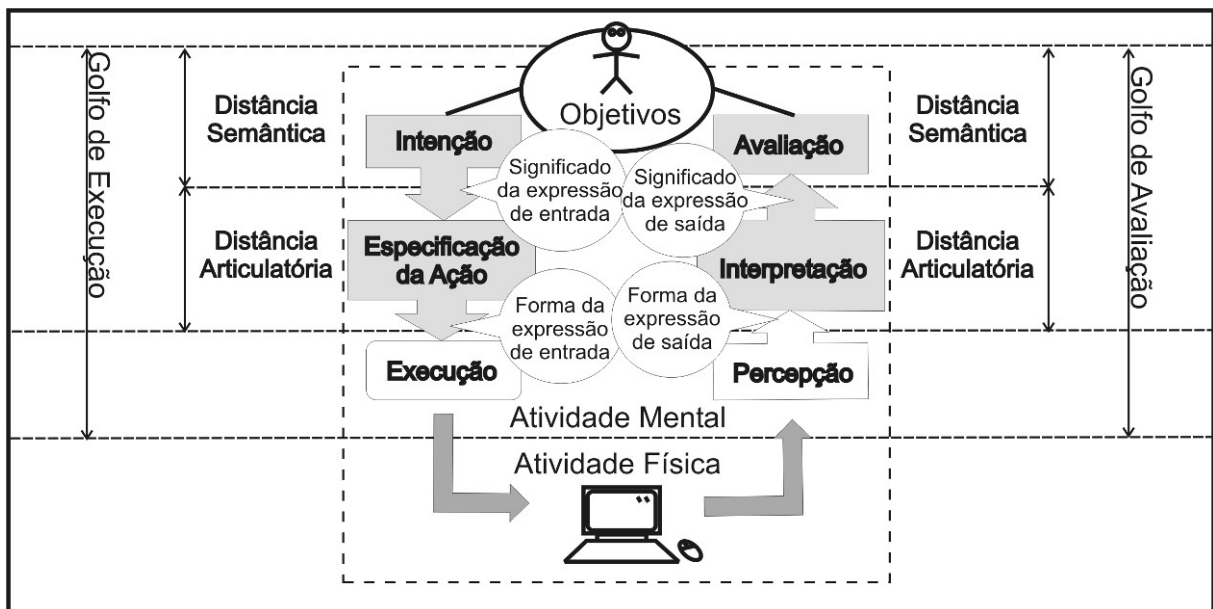
Segundo [de SOUZA et al], é necessário que o designer entenda o processo de interação entre o usuário e o sistema. Dessa constatação, surge a Teoria da Ação.

Segundo a Teoria da Ação, a interação usuário-sistema é desempenhada segundo um ciclo-de-ação com sete etapas e dois “golfos” a serem atravessados. Um deles é o golfo da execução, que tem relação com a intenção e metas do usuário quanto à utilização do sistema e envolve as etapas de intenção (formulação da meta), especificação da ação (ou da seqüência de ações) e a atividade física da execução. O outro é o golfo de avaliação, que tem relação com o retorno fornecido pelo sistema após uma execução e deve ser atravessado pelas etapas de percepção, interpretação e avaliação da intenção inicial.

Outras noções importantes são as de distâncias semântica e articulatória. A distância semântica representa a distância entre as intenções do usuário e o que é fornecido pelo sistema. A distância articulatória representa também a complexidade inerente ao sistema para se executar a intenção do usuário. Já a distância articulatória tem relação direta com o significado da expressão de entrada e a sua

forma física fornecida pelo sistema. Quanto menor for a distância entre a expressão de entrada e a forma física, menor será a distância articulatória. Um bom exemplo de distância articulatória reduzida são os sistemas WYSIWYG (*What You See Is What You Get*) onde a diferença entre o significado das ações e a sua forma visível no sistema é quase nula.

Quanto menores os golfos de execução e avaliação e as distâncias semântica e articulatória, mais próximo o sistema estará das expectativas do usuário e menor será o esforço cognitivo para que ele atinja seus objetivos. A figura 3 ilustra os conceitos apresentados.



**Figura 3: Relação entre os golfos de execução e avaliação e as distâncias semântica e articulatória**  
[NORMAN et al 1986]

O foco da Engenharia Cognitiva está na interação usuário-sistema. Como complemento à Engenharia Cognitiva surge a Engenharia Semiótica, pois essa teoria focaliza centralmente o *designer* e o processo de *design*.

## 2.4.2 Engenharia Semiótica

As abordagens semióticas têm como base teórica a semiótica. [PEIRCE] define semiótica como “uma disciplina que estuda os signos, os sistemas semióticos e de comunicação, bem como os processos envolvidos na produção e interpretação de signos”. Segundo ele, um signo é algo que representa alguma coisa para alguém.

Nas abordagens semióticas, toda aplicação computacional é concebida como um ato de comunicação que inclui o *designer* no papel de emissor de uma mensagem para os usuários dos sistemas por ele criados [NADIN].

Para que a comunicação entre duas pessoas aconteça, é preciso que o emissor da mensagem a expresse em um código que tanto ele, quanto o receptor conheçam. Cada mensagem pode ser formada por um ou mais signos. Assim que o receptor recebe a mensagem, ele gera uma idéia daquilo que o emissor quis dizer e inicia o seu processo de compreensão. Esta idéia que ele gera é chamada de interpretante [JAKOBSON]. O receptor pode, ainda, gerar novos interpretantes em sua mente, numa cadeia indefinida de associações. A este processo dá-se o nome semiose ilimitada [ECO] e ele acontece até que ou o receptor acredite que ele tenha uma boa hipótese do que o emissor quis passar, ou ele conclua que não é capaz de, ou não está disposto a, criar tal hipótese. Neste caso, ele pode ou não dar continuidade ao processo de comunicação, passando então para o papel de emissor. A figura 4 representa o processo de comunicação.

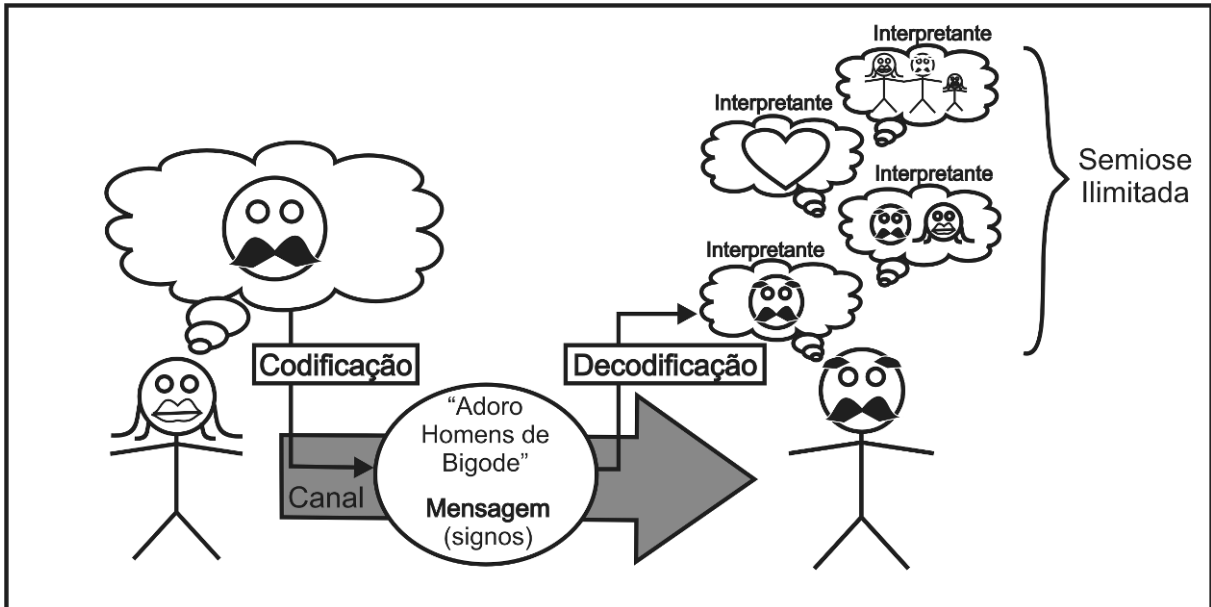


Figura 4: Processo de comunicação entre duas pessoas segundo [de SOUZA et al]

Para mostrar a relação entre a engenharia semiótica e a área de IHC, [de SOUZA 2004] explica que: de um lado, a semiótica é relevante para IHC porque a interação envolve significação e processos relacionados ao significado nos sistemas de computador (que se comunicam por meio de signos como palavras, gráficos, figuras, sons, entre outros) e na mente humana (que decodifica os signos fornecidos pelos sistemas de computador). Por outro lado, a engenharia tem sua relevância na IHC porque é necessário dar suporte ao projeto e à construção de artefatos computacionais.

Portanto, a Engenharia Semiótica [de SOUZA 2004] enxerga a interface de um sistema como sendo uma mensagem enviada pelo *designer* ao usuário. A mensagem tem como objetivo comunicar ao usuário qual a interpretação do *designer* sobre o(s) problema(s) do usuário e como o usuário pode interagir com a aplicação para resolver este(s) problema(s).

O usuário absorve a resposta a essas perguntas à medida que vai interagindo com a aplicação. Essa mensagem é, portanto, unilateral, pois o usuário a recebe, mas não pode dar continuidade ao processo de comunicação no mesmo contexto de interação. A interface pode ainda ser considerada um artefato de comunicação sobre

comunicação ou metacomunicação, uma vez que sendo uma mensagem ela possui ainda a possibilidade de trocar mensagens com o usuário.

A Engenharia Semiótica considera que *designer* e usuário devem se entender e os usuários devem entender a visão de *designer* de forma útil e agradável. O próprio *designer* é apresentado no momento da interação, por meio de seu representante (preposto), ou seja, um elemento da interface para quem o usuário responderá de várias maneiras, inclusive de formas imprevistas. A figura 5 ilustra a teoria apresentada.

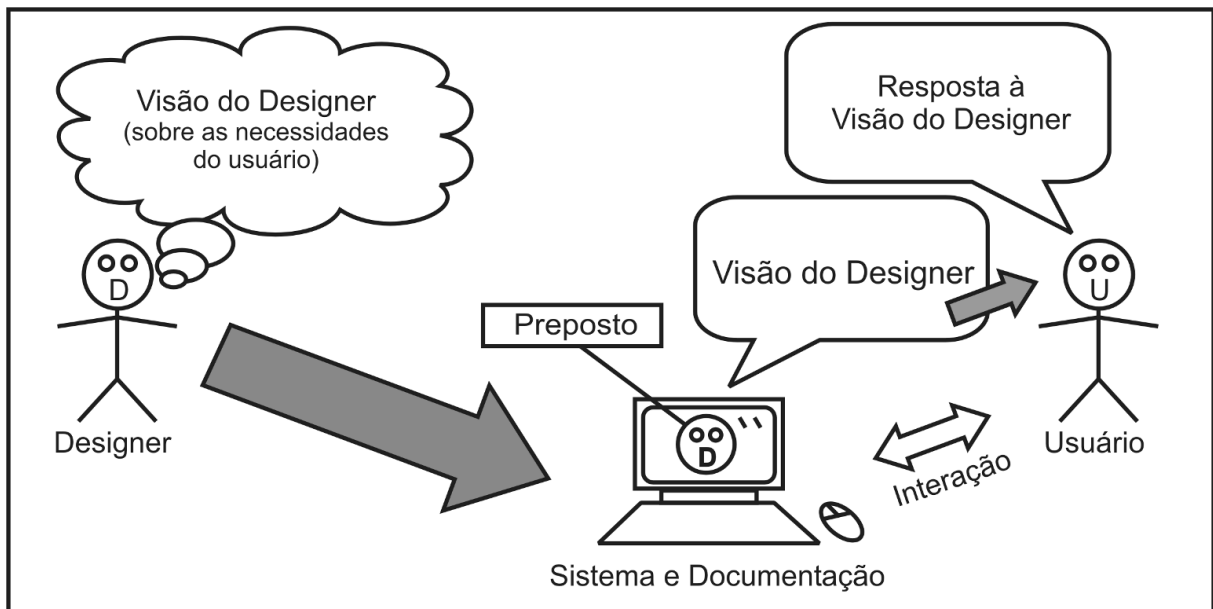


Figura 5: Comunicação entre designer e usuário na Engenharia Semiótica [de SOUZA, L.]

Em suma, a Engenharia Semiótica abrange a Cognitiva porque enfatiza não somente a interação usuário-sistema, como também evidencia a comunicação feita pelo *designer* ao usuário, favorecendo a geração, de forma coesa e consistente, de um processo semiótico que envolve a mensagem *designer*-usuário por meio da interface [de SOUZA et al].

### 2.4.3 Comunicabilidade

Em [BAEZA-YATES et al], os autores descrevem alguns cenários de falha de comunicabilidade no uso de artefatos tecnológicos. Nesse estudo, podem ser apontados pelo menos três níveis bem-definidos: a **comunicabilidade operacional**, que diz respeito à capacidade comunicativa dos elementos pontuais da interface; a comunicabilidade associada às mensagens textuais (de orientação, *feedback* e erro); e a comunicabilidade estratégica, que se refere à capacidade do artefato de comunicar todo o seu potencial e os melhores caminhos para o usuário se apropriar dele.

## 3 Contextualização

### 3.1 Aprendizado auxiliado por computador

Ao longo dos anos novas tecnologias e ferramentas foram incorporadas aos processos pedagógicos tais como o quadro negro e o giz e, mais recentemente, o computador, o projetor multimídia e o apontador *laser*.

Com a evolução das ferramentas, os processos pedagógicos tendem a sofrer mudanças e adaptações. [MALLARD] cita o exemplo da influência das características da sala de aula e seus componentes (disposição das mesas, quadro negro, retro-projetor, projetor multimídia, entre outros) nas interações que serão desenvolvidas entre o professor, o aluno e o conhecimento. *”Uma disposição linear das mesas favorece uma comunicação de aprendizes considerados como receptores. Ao contrário, o agrupamento das mesas e dos alunos favorece as interações, os trabalhos de grupo e transforma consideravelmente o papel do professor”* [MALLARD]. Entende-se então que os componentes do ambiente de aprendizagem têm contribuição na definição dos processos de ensino-aprendizagem.

### 3.2 E-learning

Os primeiros sistemas de *e-learning* surgiram devido a uma demanda por facilidade de localização de informação. Com o surgimento das primeiras redes corporativas de computadores e a Internet, o acesso à informação foi facilitado e conteúdos antes restritos foram disponibilizados na Internet gratuitamente. O grande problema foi que as informações estavam disponíveis na Rede, mas segundo [BRENNAN et al], os profissionais gastavam muito tempo buscando essas informações e isso acarretava perda de produtividade. A demora em se encontrar a informação se dava por dois motivos: ou a informação não estava armazenada e/ou



indexada de forma satisfatória ou o usuário passava pela informação e, devido à desordem e à quantidade de informações apresentadas, não a percebia.

Nesse contexto, as instituições investiram em novas formas de publicação da informação para treinamentos e cursos, o *e-learning*. Essa aposta tinha como principal objetivo a redução de custos com viagens e deslocamentos por meio do aproveitamento da agilidade da Internet.

Para [BRENNAN et al], *e-learning* é uma subdivisão do treinamento auxiliado por computador (TBT – *Technology-based training*), que pode incluir também CD-ROM, DVD-ROM e outras tecnologias. O TBT é uma subdivisão de todos os treinamentos, que se inclui o treinamento liderado por instrutor (ILT – *Instructor-led training*) e o treinamento apoiado em textos. A figura 6 mostra essa relação.

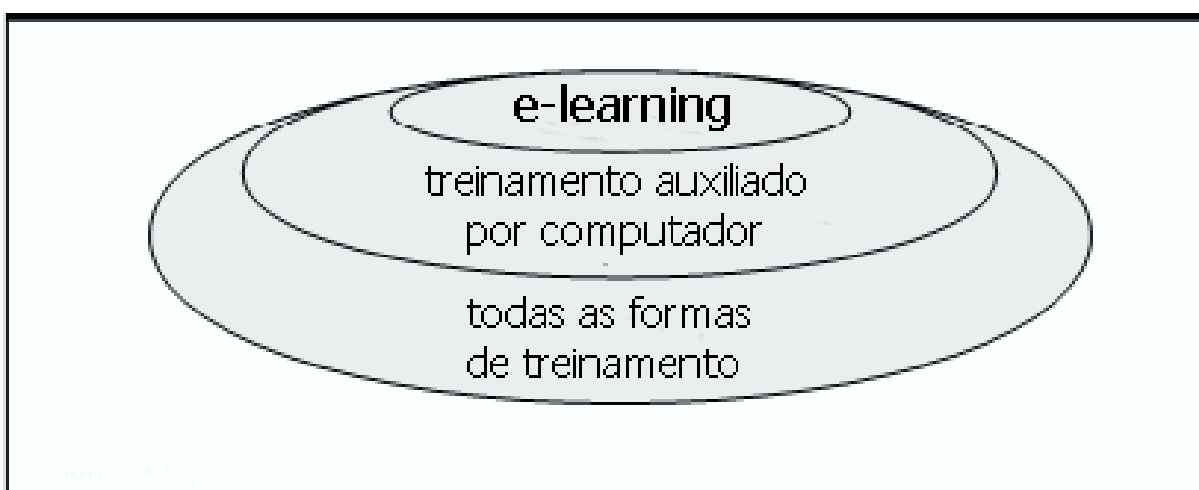


Figura 6: Relação do e-learning com as outras formas de treinamento [BRENNAN et al]

Segundo [SKILLICORN], a tecnologia da informação possibilita o aprendizado de melhor qualidade devido a diversos fatores: pode-se oferecer mais riqueza de informações a partir do material *on-line*, mostrando os relacionamentos entre os assuntos apresentados; os recursos de multimídia podem enriquecer a explicação, a apresentação e a resolução de problemas; podem oferecer caminhos alternativos, de acordo com os estilos e ritmos de aprendizado dos estudantes, avaliando e oferecendo explicações simplificadas para os pontos que mais provocarem dúvidas;

os cursos *on-line* podem, também, ensinar a localizar informações em grandes sistemas, agindo como um filtro de informações na Internet.

Diferentemente do ambiente de sala de aula, no qual a adequação dos recursos é flexível (mover mesas e cadeiras, por exemplo), nos ambientes virtuais a interação é mais rígida, pois as ferramentas de um sistema refletem aproximações das necessidades específicas sob a óptica dos profissionais de tecnologia. Portanto, a flexibilidade nesse caso está diretamente dependente da flexibilidade oferecida pelo sistema e a experiência do usuário em utilizar suas ferramentas.

### **3.3 Design instrucional**

Segundo [FILATRO et al], o *Design Instrucional (Instructional Design - ID)* é compreendido como o planejamento do ensino-aprendizagem, incluindo atividades, estratégias, sistemas de avaliação, métodos e materiais instrucionais. Tradicionalmente, tem sido vinculado à produção de material didático, mais especificamente à produção de materiais em papel ou meio não digital.

Convencionalmente, o ID estrutura o planejamento do ensino-aprendizagem em quatro estágios distintos [FILATRO et al]: análise, onde são levantadas as necessidades, objetos instrucionais e as restrições envolvidas; *design* e desenvolvimento, onde ocorre o planejamento da instrução e a elaboração do material instrucional; implementação: onde o material é apresentado aos professores e alunos para que a situação de ensino-aprendizagem se realize; avaliação, estágio de acompanhamento, revisão e manutenção do material.

O ID evoluiu juntamente com os processos de ensino-aprendizagem devido ao avanço tecnológico e teve que se adaptar às novas tecnologias e, em especial, à Internet. Na educação pela Internet, o ID se dedica ao planejamento, preparação, projeção, produção e publicação de textos, imagens, gráficos, sons e outras tarefas e atividades apoiadas no suporte virtual.

Segundo [FILATRO et al], a tecnologia e o aperfeiçoamento dos recursos de apoio à aprendizagem fortaleceram um movimento recente dentro do ID que propõe novas formas de planejamento para o ensino-aprendizagem.

Para [FILATRO et al], por exemplo, o caminho para um bom ID não está somente na inovação dos recursos, mas sim na adaptação desses recursos às realidades físicas, organizacionais e culturais do ambiente em que se implanta o processo. Já [FILATRO et al] destaca a importância de um ID que dê ao aluno oportunidades efetivas de escolha e direcionamento.

[FILATRO et al] cita as características do ID que possibilitam a contextualização de conteúdos, tais como a personalização ao ritmo individual de aprendizagem do aluno e características regionais, a atualização a partir de *feedback* constante, comunicação entre os agentes (professores, alunos, entre outros) e o acompanhamento da evolução individual e coletiva dos alunos.

Por essa razão, [FILATRO et al] propõe o termo “*Design* Instrucional Contextualizado” (DIC) para descrever o *design* instrucional que se vale das potencialidades da Internet para conceber e implementar mecanismos que favoreçam a contextualização e a flexibilização das situações de ensino-aprendizagem. Outra diferença do DIC é que os estágios de análise, *design*, desenvolvimento e avaliação ocorrem em paralelo e recursivamente e não separadamente como nos modelos convencionais de ID.

### **3.4 Elaboração e uso de conteúdos didáticos digitais**

A elaboração de conteúdos digitais foi uma das conseqüências da evolução da tecnologia e, principalmente, do advento da Internet. Primeiramente, surgiram os sistemas de criação e gerência de conteúdos digitais (*Content Management Systems* - CMSs), posteriormente, com a evolução do *design* instrucional e a introdução do conceito de objetos de aprendizado, surgiram os primeiros sistemas voltados à criação e gerência de conteúdos didáticos digitais e outros voltados à

gerência do aprendizado. Cada um desses conceitos será abordado nas próximas seções.

### **3.4.1 Sistemas de criação e gerência de conteúdos digitais**

O primeiro CMS foi criado em 1996 pela empresa c|net®, que publicava notícias para a Internet. A necessidade de um sistema que controlasse a criação e gerenciasse o conteúdo do *site* da empresa surgiu da grande demanda diária de conteúdo. [FELDSTEIN] explica que para se publicar um artigo na Internet, primeiramente o autor precisava submetê-lo (normalmente escrito com algum editor de texto de domínio do usuário), depois um editor revisava e propunha algumas mudanças e o enviava de volta ao escritor. Depois de sofrer uma série de correções e validações, o artigo era então formatado para um padrão gráfico compatível com o do *site*. Nessa etapa, o artigo era classificado e encontravam-se notícias relacionadas. Depois de tudo pronto, o artigo era publicado no *site*.

Como se pode observar, o fluxo de trabalho para a publicação de notícias para a Internet possuía vários procedimentos passíveis de automatização por meio de um sistema que fizesse o controle desses procedimentos. Nesse contexto, surge o primeiro sistema CMS.

Um CMS é capaz de automatizar as tarefas trabalhosas dos processos de criação de conteúdos digitais, principalmente as tarefas relativas ao fluxo de trabalho como a logística de documentos e a programação do andamento dos processos.

No exemplo do primeiro CMS, inicialmente o texto era escrito e submetido em uma ferramenta de edição para Internet. Como o texto já estava na rede, ele era enviado automaticamente para o editor que propunha modificações e, novamente, encaminhava ao escritor até que o texto estava pronto para publicação no *site*. O processo todo levava menos tempo, pois toda a logística e fluxo de trabalho eram realizados pelo sistema. Depois de pronto, o texto era classificado em um processo interativo e os artigos relacionados eram facilmente encontrados por meio de uma

busca simples nos artigos do *site*. O padrão gráfico não precisava mais ser formatado ao padrão do *site*, pois o padrão era apenas selecionado e o sistema tratava de adaptar o conteúdo ao formato escolhido.

Como se pode notar, nos sistemas CMS o escritor foca-se na escrita e não em processos que não lhe são pertinentes. Também não são necessários *designers* ou programadores para adaptação do texto ao *site*. Portanto, com a utilização de sistemas CMS, a quantidade de conteúdo produzida tende a ser maior que a quantidade produzida por processos convencionais de produção de conteúdo.

### **3.4.2 Objetos de aprendizado**

Os Objetos de Aprendizado têm o objetivo de solucionar os problemas relativos ao acesso e ao compartilhamento de conteúdos didáticos. A definição dos objetos de aprendizado é um tema de grande debate na comunidade científica e muitas são as suas definições:

Para [JONES], um objeto de aprendizado é um recurso em formato digital que proporciona uma experiência didática de algum tipo e são criados intencionalmente para serem compartilhados ou armazenados de forma a facilitar o compartilhamento.

Para [BRENNAN et al], um objeto de aprendizado é a representação de uma parcela de conhecimento, descrita por metadados, que comporta conteúdos e avaliações com um objetivo específico de aprendizado.

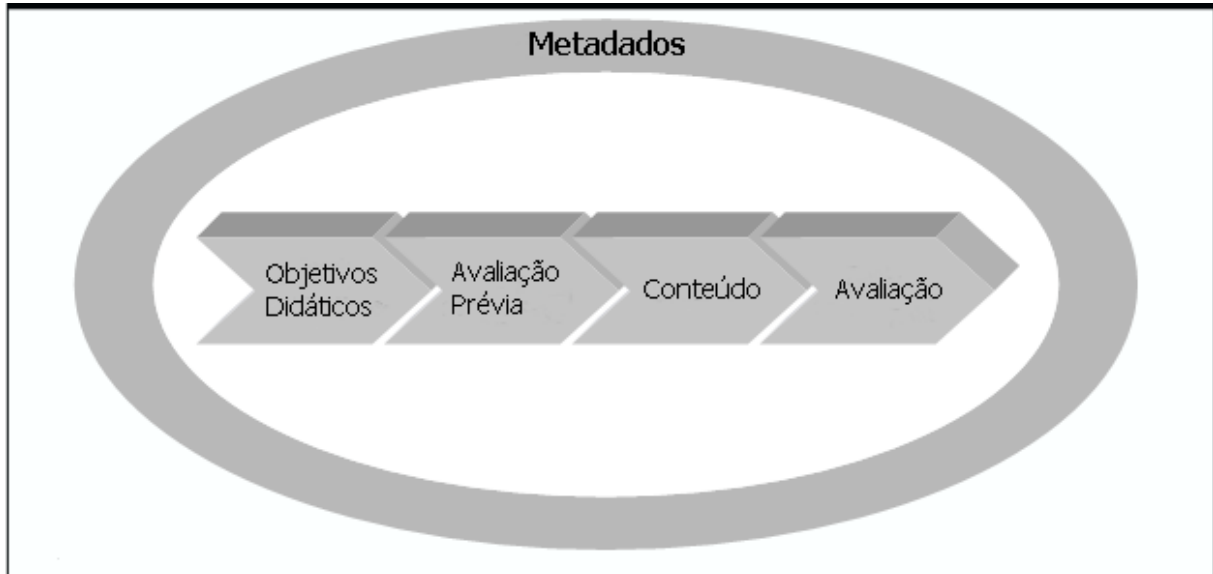


Figura 7: Modelo de LO para [BRENNAN et al]

Já para [CATON et al], um objeto de aprendizado é uma unidade discreta usando objetivos didáticos específicos, com conteúdo, um meio de acesso aos objetivos e metadados associados para facilitar a indexação, a busca e a reutilização do objeto.

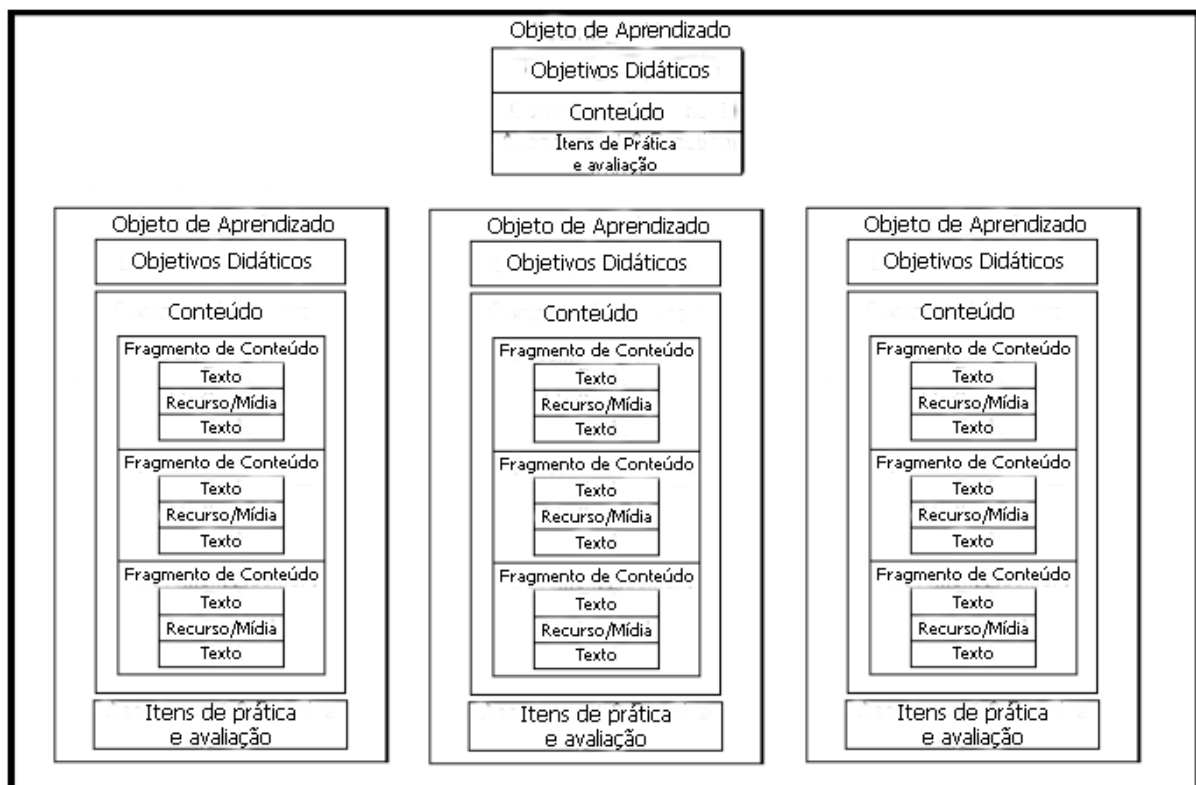


Figura 8: Modelo de LO para [CATON et al]

[SIMARD] considera o objeto de aprendizado como “uma unidade de conteúdo focalizada em um objetivo específico de aprendizado. Ela pode ser constituída de um ou vários componentes ou blocos de informação incluindo texto, imagens, vídeos, sons, animações, entre outras”.

Uma abordagem complementar é proposta por [PERNIN]. Segundo ele, um objeto de aprendizado é uma entidade digital ou não, abstrata ou concreta, que pode ser usada, reusada ou citada durante uma atividade formadora. Nessa definição, existem três principais classes de objetos de aprendizado: as **unidades de aprendizado** que permitem estruturar o conhecimento e organizá-lo no espaço e no tempo; as **atividades pedagógicas** que definem as modalidades precisas de aquisição e de validação a várias proporções de conhecimento; os **recursos pedagógicos**, físicos ou digitais, necessários para a realização da atividade.

Enquanto [PERNIN] apresenta a abordagem mais completa, [WILEY] afirma que ela falha justamente em ser tão genérica. Essa abordagem permite afirmar que qualquer pessoa, coisa, pensamento, em qualquer tempo ou espaço deve ser definido como um LO caso seja citado por algum objeto e isso torna esta abordagem confusa.

Nesta linha de raciocínio, [WILEY], reduzindo o escopo de [PERNIN] sem retirar as características que a deixam completa, define os objetos de aprendizado de forma muito mais pragmática como “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para dar suporte ao aprendizado”.

Muitas outras definições de objetos de aprendizado foram criadas, pois esse é um assunto ainda em aberto na comunidade científica.

Objetos de aprendizado podem conter um fragmento de texto, mídia (como sons, animações, vídeos, entre outros) uma combinação de mídia e texto ou avaliações que estejam inseridas em algum contexto didático.

Os principais benefícios dos LO para [JONES] são:

- 1) Os cursos podem ser adaptados de forma mais rápida às várias necessidades específicas, beneficiando os aprendizes;
- 2) Os professores podem acessar e compartilhar recursos, permitindo construir novos módulos e cursos com menos esforço;
- 3) Administradores de conteúdos didáticos ganham eficiência pela eliminação da duplicidade de esforços;
- 4) Instituições podem oferecer novos cursos mais facilmente e licenciar cursos criados internamente para outras instituições ou pessoas;
- 5) Grandes empresas e instituições podem se unir para criar bibliotecas integradas onde conteúdos podem ser compartilhados.

Para [JONES], os LO devem possuir as seguintes características:

- 1) Facilidade de reutilização;
- 2) Rastreabilidade (facilidade de localização para utilização em outros contextos);
- 3) Interoperabilidade (facilidade de compartilhamento entre sistemas);
- 4) Durabilidade (adaptação a outros contextos, independentemente da tecnologia);
- 5) Facilidade de edição.

Uma característica importante, principalmente em nosso objeto de estudo, é a rastreabilidade do LO, pois um objeto precisa ser rastreável para que sua busca não leve muito tempo (até mesmo mais que aquele utilizado na confecção de um novo LO) e, assim, inviabilize o reuso do LO. Segundo [CATON et al], a chave para a criação de objetos de aprendizado realmente reutilizáveis é a consistência. Eles devem ser equivalentes em tamanho, estrutura e estilo de escrita. Se estes pontos não forem observados, certamente será muito difícil reutilizar um LO a contento.

A granularidade dos LOs é uma questão complexa, pois quanto mais granularizado o objeto mais livre de contexto ele é e mais fácil será o reuso em outros contextos. Entretanto, quanto maior a granularidade, mais complexa se torna



a tarefa de gerência dos objetos, pois existirão mais objetos para indexar, armazenar e buscar. Apesar desse paradoxo, a granularidade dos LOs deve ser definida tendo em vista a potencialização do seu reuso e, portanto, deve-se preferir a utilização de objetos de maior granularidade e a dificuldade de gerência deve ser contornada com metodologias que facilitem a correta indexação e a conseqüente busca nos repositórios.

Para que um LO seja de fácil localização a indexação por metadados faz-se necessária. Os metadados descrevem o conteúdo dos objetos e são definidos classicamente como “*dados sobre dados*” [MALLARD]. Eles devem descrever características relevantes sobre o objeto. Os LOs são indexados utilizando-se padrões de metadados e podem ser posteriormente localizados e reutilizados. Os metadados normalmente contêm informações sobre o conteúdo educacional do objeto, tais como o tempo para completar o material, a linguagem em que está escrito e os pré-requisitos de conhecimento necessários para se utilizar o objeto. Os metadados podem ser planos (“Nome” = “Rodrigo”) ou hierárquicos (“Localidade” = “Brasil > Paraná > Curitiba”) e, ainda, podem conter valores múltiplos ou apenas um valor.

Para [05], a vantagem de se utilizar metadados é que essa abordagem permite ao usuário examinar o conteúdo da base de dados sem ter que recuperar objetos volumosos. O conceito de metadados é ideal para aplicações multimídia interativas nas quais vários objetos podem estar envolvidos em uma única apresentação. Como os LOs apresentam conteúdo multimídia, a indexação por metadados é extremamente valiosa.

[08] classifica os metadados em duas classes. **Metadados objetivos** são aqueles passíveis de identificação por ferramentas tecnológicas sem a intervenção humana (tais como tamanho do arquivo, tempo, entre outros). Esses metadados podem ser indexados diretamente ao objeto sem o auxílio do usuário. **Metadados subjetivos** são aqueles que necessitam da intervenção humana para serem identificados (como exemplos, têm-se artista, importância, objetivos didáticos, entre outros). Esses metadados precisam ser preenchidos pelo usuário.

### 3.4.3 Padrão de Metadados para Objetos de Aprendizado

Para que as características como interoperabilidade, reutilização e rastreabilidade em um LO sejam alcançadas, faz-se necessária a utilização de um padrão de metadados. A escolha do padrão de metadados segundo [FAIT et al] é vital para a boa indexação e recuperação dos LOs. Quando se escolhe um padrão ou uma variação de um padrão, deve-se levar em conta suas vantagens, desvantagens, a capacidade deste padrão em atender às necessidades de indexação de recursos existente e a questão da compatibilidade do padrão escolhido com o utilizado em outras instituições.

Atualmente, existem alguns padrões de metadados como o Padrão de Metadados para Objetos de Aprendizado (*Learning Object Metadata* - LOM), Dublin Core, CanCORE (adaptação do padrão LOM), MARC e EAD, sendo o padrão LOM o padrão mais utilizado e especialmente criado para a indexação de LOs.

O padrão LOM foi criado pelo Comitê de Padrões de Tecnologia para Ensino do IEEE (LTSC/IEEE) especificamente para descrever os objetos de aprendizagem. É uma complementação ao padrão Dublin Core, inclusive contendo todos os seus campos além dos atributos específicos ao ensino. A utilização dos atributos é opcional, ou seja, uma estrutura de metadados, em conformidade com a norma pode não conter todos os atributos.

Segundo [FAIT et al], o LOM possui as seguintes vantagens: é voltado diretamente ao ensino; é versátil quanto a novos recursos; é um modelo amplamente utilizado, inclusive em projetos robustos [MALLARD] como o ARIADNE [ARIADNE] e SMETE [SMETE]; possui compatibilidade com o padrão Dublin Core (também amplamente utilizado); oferece um ambiente único para a descrição de objetos de aprendizagem; além de alguns de seus campos poderem levar o usuário a estender o modelo para melhor descrever suas coleções e tornar mais fácil o acesso a seus objetos. [MALLARD] afirma ainda que é o padrão de referência atual para

descrever os conteúdos didáticos digitais, adotado sucessivamente pela maior parte dos organismos que trabalham com padrões (IMS, ADL).

Apesar de todas as vantagens citadas, o LOM apresenta, ainda, segundo [FAIT et al] as seguintes desvantagens: normalmente é necessário estender o modelo para atender a necessidades específicas; com a possibilidade de especialização dos modelos, eles podem perder a interoperabilidade; a indexação de objetos previamente existentes (uma coleção) tende a ser extremamente penosa pelo dispêndio relativo à padronização dos conteúdos em objetos de aprendizado e adaptação futura ao modelo (que conta com muitos campos para garantir a acessibilidade, a interoperabilidade e a reutilização); segundo [BOURDA et al], a falta de uma definição para os LOs gera uma situação em que o LOM é aplicado a objetos de aprendizado que têm naturezas e funcionalidades muito diferentes, com uma definição mais explícita de LO seria possível a simplificação do padrão LOM; existe a incompatibilidade com representações enriquecidas da informação, ou seja, ele não permite na sua forma atual que sejam usadas linguagens como RDF e DAMOIL para representar os vínculos entre conteúdos, relações lógicas, e outras; para [MALLARD], alguns campos não são pertinentes do ponto de vista da indexação, como no caso da “densidade semântica” ou “dificuldade”, que são campos difíceis de informar; também, para [MALLARD], o modelo é muito complexo por ter cerca de 80 campos que podem ser preenchidos. *“Se considerarmos, segundo a definição do LOM, que uma imagem ou uma definição podem ser objetos de aprendizado e que uma proporção significativa dos campos não podem ser preenchida de maneira automática, o modelo se torna inviável em grande escala”* [MALLARD].

Apesar de todas as desvantagens citadas, o LOM é tido como um padrão de metadados robusto e é referência para a indexação de LOs.

O LOM possui nove categorias que são divididas em 79 campos [IEEE]:

**Geral.** Agrupa informações gerais que descrevem o objeto. *Identificador:* Identificação única do objeto; *Título:* Nome dado ao objeto; *Idioma:* Idioma utilizado

no objeto (português, inglês, espanhol e outras); *Descrição*: Descrição textual do conteúdo do objeto; *Palavras-chave*: Palavras-chave descrevendo os tópicos do objeto; entre outras.

**Ciclo de vida.** Agrupa informações que descrevem as características relacionadas ao histórico e o estado atual dos objetos de aprendizado, e todos os agentes que o têm afetado durante sua evolução. *Versão*: A versão/edição do objeto; *Status*: Estado atual do objeto (rascunho, revisado, editado, indisponível, e outros); *Tipo de contribuição*: Autor, editor, desconhecido, iniciante, designer, técnico, roteirista, especialista em conteúdo entre outros; *Entidades que contribuíram*: Pessoas e/ou organizações que contribuíram na evolução do objeto; *Data*: Data da contribuição.

**Técnica.** Agrupa os requisitos e características técnicas do objeto. *Formato*: Formato de todos os componentes do objeto (MIME types), este atributo pode ser usado para identificar o programa necessário para acessar o objeto; *Tamanho*: Tamanho do objeto em bytes; *Localização*: URL do objeto; *Tipo de Tecnologia*: Sistema operacional e navegador (relacionado com o atributo nome da tecnologia); *Nome da Tecnologia*: PC-DOS, MS-Windows, Mac-OS, Unix, ou Nenhum para sistema operacional e Netscape, MS-Internet Explorer, Opera ou Nenhum para navegador; *Duração*: Tempo de duração (utilizado para sons, vídeos, animações).

**Educacional.** Agrupa as características educacionais e pedagógicas do objeto. *Tipo de Interatividade*: Modo predominante de aprendizagem (ativa, expositiva, mista); *Recurso de Aprendizagem*: Tipo específico do objeto (exercício, simulação, questionário, diagrama, figura, gráfico, índice, slide, tabela, teste, experiência, texto, problema, auto-avaliação, palestra, e outros); *Nível de Interatividade*: Grau de interatividade (muito baixo, baixo, médio, alto, muito alto); *Usuário Final Esperado*: Tipo de usuário para o qual foi desenvolvido o objeto (professor, alunos, administrador entre outros); *Ambiente de Utilização*: Escola, faculdade, treinamento, outro; *Faixa Etária*: Idade do usuário final esperado; *Descrição*: Comentários sobre como esse objeto deve ser utilizado.

**Direitos.** Agrupa direitos de propriedade intelectual e as condições de uso do objeto. *Custo*: Se a utilização do objeto requer pagamento (sim ou não); *Direito Autoral*: Se há restrições de direito autoral para o uso do objeto (sim ou não); *Condições de uso*: Comentários sobre as condições de uso do objeto.

**Meta-metadado.** Características da descrição dos metadados. Como identificador, contribuinte, data, linguagem entre outras.

**Relação.** Relação do recurso com outros recursos através de um identificador.

**Anotação.** Comentários sobre o uso educacional do recurso. Como quem fez, data e conteúdo da anotação.

**Classificação.** Descrição de uma característica do recurso por entradas nas classificações. Como a classificação taxonômica e textual da característica descrita.

A figura 9 representa graficamente os grupos e atributos do padrão IEEE/LOM:

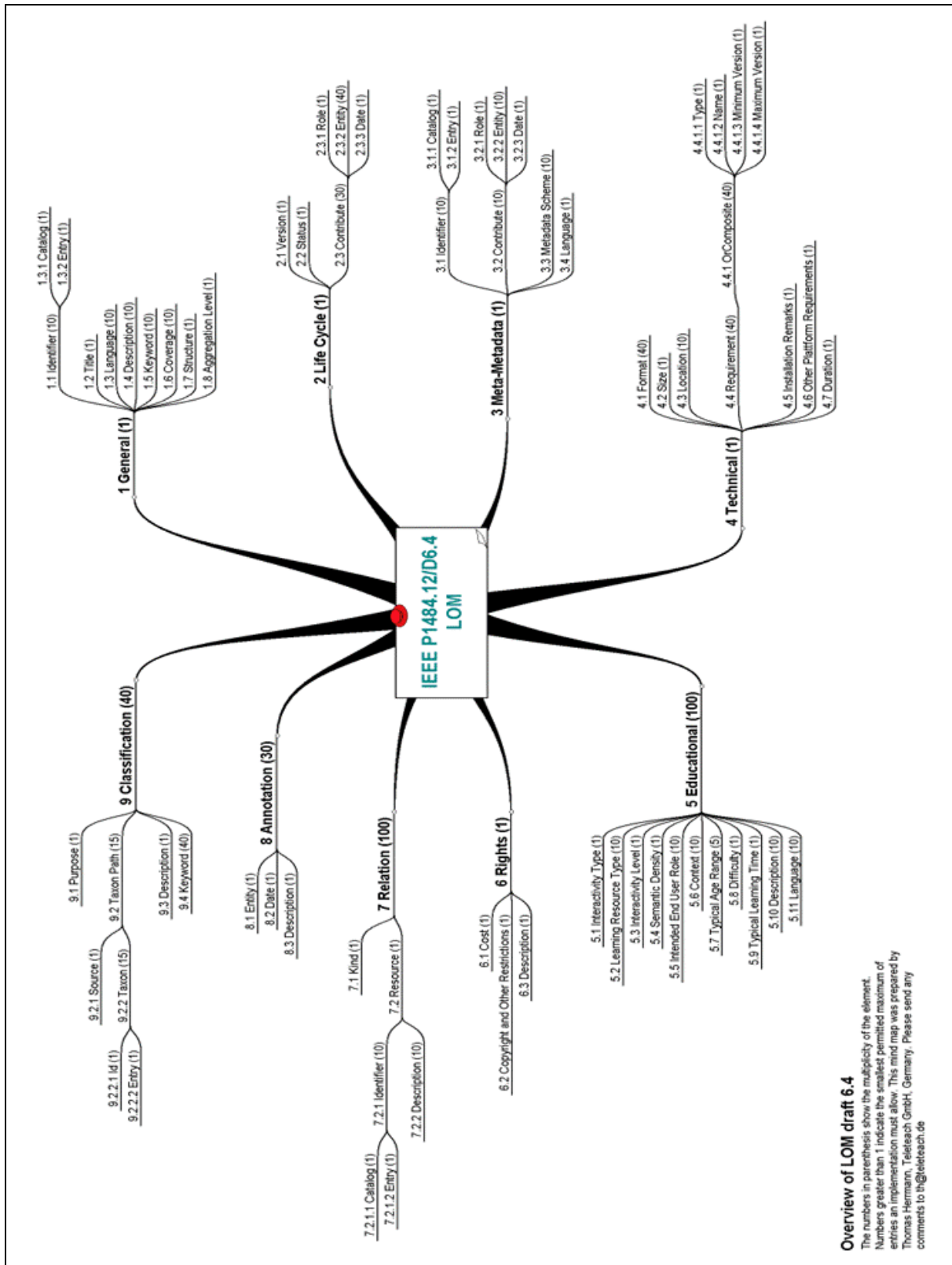


Figura 9: Grupos e atributos do padrão IEEE/LOM [HERMANN]

### 3.4.4 Conteúdo de aprendizado

O conteúdo de aprendizado (*Learning Content* - LC) é o material utilizado para conduzir o assunto de interesse. Costuma conter textos, gráficos, áudio e, no contexto do presente trabalho, deve ser montado a partir de um ou mais objetos de aprendizado. O conteúdo de aprendizado é, portanto, o resultado da montagem de um conjunto de LOs e de um formato de publicação.

Existem algumas opiniões sobre o papel do conteúdo de aprendizado [MALLARD]. Para os racionalistas, a estrutura da informação a ser passada deve ser pré-definida pelo professor; já para os construtivistas, o conteúdo de aprendizado deve ser uma fonte de informação que pode ser consultada em função das necessidades do aluno; para os sócio-construtivistas, o conteúdo deve ser um anexo ao processo de aprendizagem que provém da interação entre os indivíduos. Portanto, a estruturação, a apresentação e a instrumentação desses conteúdos podem ser adequadas em função das diferentes teorias de aprendizado.

O conteúdo de aprendizado é uma das mídias utilizadas para que o professor possa transmitir o conteúdo a seus alunos. Ela funciona como um meio para a transmissão do conhecimento. A mídia digital possui as seguintes características [MALLARD]:

- 1) **Assíncrona:** É planejada, concebida, produzida e publicada antes que o aluno a utilize. Em relação a outras mídias assíncronas como o *e-mail* ou o fórum de discussão ela é geralmente mais elaborada em termos de recursos empregados e de sintaxe.
- 2) **De-um-para-muitos:** É o caso do material didático impresso. Com os conteúdos mais interativos e adaptáveis, a comunicação tende a se tornar individualizada (praticamente um-para-um), pois o conteúdo pode identificar as necessidades do aluno.

- 3) **Bilateral**: Hoje em dia os conteúdos didáticos possuem funcionalidades como anotações, dúvidas, respostas abertas entre outras. A informação pode ser encaminhada ao professor que pode dar suporte ao aluno se achar necessário.
- 4) **Multimídia**: A mídia digital pode integrar várias formas com potencial comunicativo (texto, imagem, som, vídeo entre outras) que é a característica mais atraente desses conteúdos.
- 5) **Multifuncional**: Além de ser um repositório de informação, o conteúdo de aprendizado é um repositório de atividades pedagógicas. Por ser programado, ele pode ser interativo e adaptado. O conteúdo de aprendizado dá suporte a vários tipos de atividades, tais como avaliação, exercícios de criação, anotações, entre outras.

O LC pode, ainda, conter avaliações que podem ser: **prévias**, para avaliar o grau de conhecimento do aluno em relação aos requisitos necessários para assimilação do conteúdo de aprendizado para, assim, guiar o aluno a outros conteúdos ainda não assimilados ou a novos conteúdos se o assunto já for do conhecimento do aluno; ou **de assimilação**, para avaliar se o conteúdo apresentado foi corretamente compreendido por ele. Para [BRENNAN et al], cada objeto de aprendizado deve conter tanto a avaliação prévia quanto a de assimilação.

Para [MALLARD] o conteúdo de aprendizado deve ser interpretado pelo ponto de vista dos atores envolvidos no cenário pedagógico. Do ponto de vista dos autores, existem vários perfis para autoria de conteúdos didáticos devido à sua complexidade, podendo envolver os **especialistas**, que detêm o conhecimento do assunto a ser construído e devem explicar o conhecimento por meio da mídia, sempre se perguntando “O que apresentar?”; os **pedagogos**, que são especialistas em auxiliar na construção do conhecimento, sempre se perguntando “Como apresentar?”; os **produtores de mídia**, que são especialistas na criação de formas semióticas para representar o que o especialista do assunto e o pedagogo recomendam e os **programadores**, que são especialistas em implementar as funcionalidade do conteúdo. Como é difícil encontrar um usuário com todos esses perfis, a utilização de ferramentas de criação de conteúdo que possibilitem a co-



autoria das formas de representação que não sejam de seu domínio é recomendada.

Do ponto de vista dos aprendizes, o conteúdo pode se tornar a principal ferramenta de aprendizado dependendo do grau de adequação com os objetivos a serem atendidos. O aprendiz pode adquirir conhecimento, exercitar sua compreensão ou memorizar informações importantes. O conteúdo tende a ser um instrumento próprio do aluno devido às suas possibilidades de manipulação e interação (exercícios, anotações e outros). Graças a sua indexação, o acesso ao conteúdo pode ser feito por palavra-chave, tipo de mídia, tipo de atividade e outras.

Do ponto de vista do armazenamento, outra característica importante do conteúdo de aprendizado é a sua forma de armazenamento. Por ser digital, ele tem uma série de funcionalidades que os outros tipos de conteúdos não têm: pode ser produzido praticamente sem custo e distribuído a um custo extremamente reduzido; é manipulado com facilidade (atualizado, re combinado ou corrigido); é manipulado diretamente por programas ou agentes de *software*. Essas características fazem do conteúdo de aprendizado uma alternativa promissora como suporte para os processos de ensino.

### **3.4.5 Repositórios de Objetos de Aprendizado**

Um repositório de LOs (*Learning Object Repository*) é uma coleção de objetos de aprendizado (ou metadados descrevendo objetos de aprendizado) que é gerenciado por uma tecnologia que permite que os usuários encontrem, solicitem, publiquem ou submetam estes objetos na rede [JONES]. Normalmente um LOR é parte integrante de um LCMS.

É a partir do repositório de objetos de aprendizado que o criador de conteúdo pode reutilizar objetos como componentes para a montagem de módulos ou conteúdos completos. O mesmo objeto pode ser utilizado quantas vezes forem necessárias e para os mais variados propósitos. A integridade do conteúdo é

preservada por ser independente da plataforma de publicação, ou seja, o conteúdo é separado da forma (conforme o conceito de LO).

Segundo [JONES], os repositórios possuem 3 componentes: **armazenamento de objetos**, que normalmente é um banco de dados; um **facilitador de consultas**, que procura no banco de dados os recursos compatíveis com as requisições dos usuários e uma **interface**, que pode ser uma página na Internet onde os usuários possam conduzir uma busca ou inserir novos recursos.

São, ainda, características importantes: a simplicidade de utilização, a presença de ferramentas de busca de LOs que apresentem resultados relevantes e a presença de ferramentas de gerência do conteúdo no repositório.

[JONES] enfatizada ainda que a possibilidade de gerenciamento de propriedade com o objetivo de proteger os direitos intelectuais, morais e legais dos criadores e donos dos LOs é uma característica vital aos LORs. Essa característica garante aos criadores e donos dos conteúdos o controle sobre a utilização e referência dos objetos ou ainda o pagamento pelo uso.

### **3.4.6 Sistemas de Gerência e Criação de Conteúdos Didáticos**

Um sistema de gerência e criação de conteúdos didáticos (*Learning Content Management System*) é um sistema que auxilia nos processos de criação, montagem, armazenamento e publicação de conteúdos didáticos personalizados. Seu objetivo é reduzir o tempo de desenvolvimento, por meio de suas ferramentas, e facilitar o reuso dos LOs.

Um LCMS possibilita ao aluno receber apenas o conteúdo necessário de forma personalizada na quantidade e tempo corretos quando necessário.

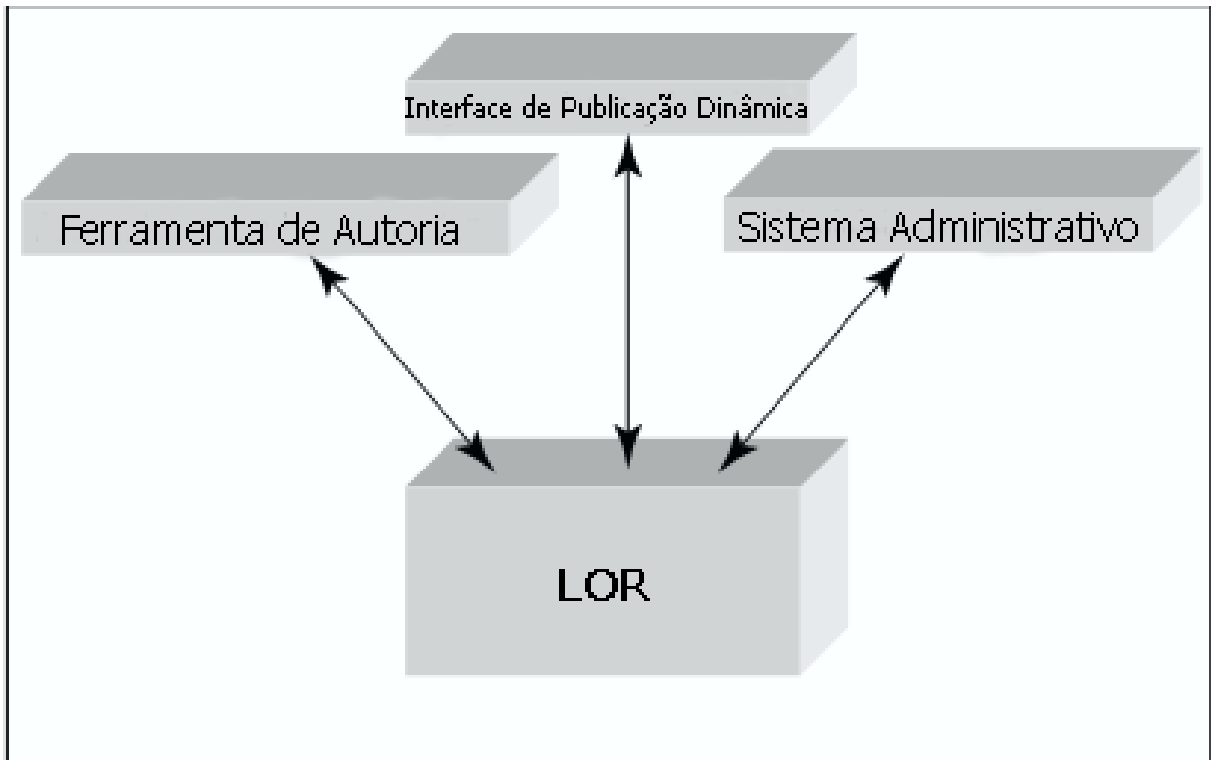


Figura 10: Componentes de um LCMS [BRENNAN et al]

A figura 10 representa os componentes básicos de um LCMS [BRENNAN et al].

A **ferramenta de autoria** é a aplicação necessária para criação dos LO que são acessíveis pelo repositório de objetos. A ferramenta facilita a tarefa de autoria fornecendo ao autor modelos pré-elaborados de apresentação e incorporando conceitos de *design* instrucional na produção do conteúdo. Com os modelos, o usuário pode criar cursos utilizando os objetos pré-existentes, criando novos objetos ou utilizando uma combinação de novos e velhos objetos. Os perfis de utilização da ferramenta variam de conteudistas profissionais (*designers*, diagramadores) até usuários com conhecimento em algum assunto sobre o qual desejem criar um conteúdo de aprendizado, mas não tenham habilidade com formatação ou técnicas de diagramação.

A interface de autoria e montagem de conteúdos didáticos em um LCMS deve ser intuitiva e deve potencializar a tarefa de criação. A ferramenta não deve demandar demasiado tempo para ser dominada e deve ser de fácil assimilação para

todos os perfis de usuário. Deve apresentar conceitos do *design* instrucional e automatizar o fluxo de trabalho de criação.

A **Interface de publicação dinâmica** visa atender às necessidades específicas de cada situação pedagógica e de cada perfil de usuário. Essa interface deve ainda possibilitar o rastreamento da evolução do usuário, proporcionar atalhos para fontes relacionadas de informação e, ainda, dar suporte a vários tipos de avaliação como *feedback* ao usuário. O LCMS deve automaticamente adaptar a interface de publicação à identidade visual da organização.

Segundo [CATON et al], algumas soluções de LCMS não tratam da consistência no *design* e construção dos objetos e, apesar da sua flexibilidade, passam aos usuários a responsabilidade sobre a consistência, o que não é desejável. Outras soluções definem um modelo instrucional rígido e hierarquia de conteúdo. Essas soluções são rígidas e tornam o usuário dependente dos modelos que muitas vezes são inadequados.

A solução ideal para a reutilização de objetos em sua criação é permitir que o usuário defina um método instrucional, um modelo de conteúdo, regras de autoria e tenha estas regras conduzindo a criação do conteúdo na ferramenta de editoração. O LCMS deve comportar vários conjuntos de regras para acomodar múltiplos modelos e as regras devem ser expressivas o bastante para permitir um alto grau de flexibilidade.

O **sistema administrativo** é o componente que faz a administração dos registros inseridos pelos alunos, lança cursos presentes em um catálogo, rastreia e apresenta o progresso do aluno e provê outras ferramentas administrativas particulares à aplicação específica. As informações administrativas podem ser recebidas de um LMS (que será visto na seção 3.4.7) com ferramentas mais robustas.

Os **repositórios de objetos de aprendizado** (LOR) que foram apresentados na seção 3.4.5.

Para [CATON et al], um LCMS deve permitir a criação e a manipulação de avaliações. Ele deve dar suporte à maior variedade possível de tipos de avaliação como avaliações de múltipla escolha, seleção múltipla, casamento de colunas, verdadeiro/falso, perguntas abertas e preenchimento de lacunas e, ainda, possibilitar questões que envolvam multimídia.

Um LCMS pode ainda possibilitar questões em ordens aleatórias, delimitar o número máximo de tentativas, fornecer ajuda, retorno durante o teste, possibilidade de retorno, peso das questões, grau de avaliação e relatórios.

A possibilidade de avaliações prévias é vital para um LCMS. Com estas avaliações, o sistema LCMS é capaz de identificar o nível de conhecimento do usuário em relação ao assunto. Com base no resultado do teste prévio, o usuário recebe um conteúdo personalizado e possivelmente um caminho passível de adaptação para a navegação no curso. A ferramenta LCMS deve ser flexível na modelagem das avaliações e na definição da forma como o resultado das avaliações afeta a navegação do usuário pelo conteúdo. A personalização da navegação pelo conteúdo pode ser guiada pelo perfil do usuário.

Tanto o CMS quanto o LCMS se prestam a criar, manipular e gerenciar conteúdos. Entretanto, o conceito de LCMS foi criado com o objetivo de integrar conceitos de aprendizado e avaliação durante a criação do conteúdo [BRENNAN et al]. Um LCMS diferencia-se de um CMS nos seguintes fatores:

- 1) Um LCMS trabalha com o conceito de LO que é importante para a reutilização, avaliação e encaminhamento do conteúdo fornecido [BRENNAN et al];
- 2) Um conteúdo de aprendizado é interativo: O bom treinamento é interativo e não simplesmente seqüencial e onisciente [FELDSTEIN];
- 3) O conteúdo de aprendizado precisa de vários estilos de apresentação: Dependendo do conteúdo, da interação, dos aprendizes e do tipo de aprendizado o estilo de apresentação do conteúdo deve sofrer mudanças sem que seja necessária a criação de um novo conteúdo para cada situação. Tudo deve ser passível de mudança, desde os recursos multimídia, a navegação, o modelo

gráfico até a quantidade de conteúdo disponível. Conseqüentemente, um LCMS deve ser flexível quando da criação de novos modelos para utilização pelos produtores de conteúdo [FELDSTEIN];

- 4) Um bom conteúdo de aprendizado é particularmente difícil de se escrever: A área de criação de conteúdo de aprendizado está constantemente em estudo e experimentação, portanto, um LCMS deve ser flexível quanto ao estilo de criação [FELDSTEIN].

Como se pôde notar, o conteúdo de aprendizado possui uma série de diferenças em relação a um conteúdo digital qualquer, por exemplo, jornalístico. Entretanto, esse conceito apresenta algumas lacunas em relação ao registro e ao rastreamento do aprendizado fora do conteúdo de aprendizado, sendo estas lacunas preenchidas pelo conceito de Sistema de Gerência do Aprendizado (LMS) que será apresentado a seguir.

### **3.4.7 Sistemas de Gerência do Aprendizado**

As ferramentas de gerência do aprendizado (*Learning Management System*) possuem a característica de intermediação entre o fornecimento da informação e a assimilação do conhecimento pelo aprendiz com base num ambiente de ensino-aprendizagem complexo que integra vários componentes. Esses componentes podem ser utilizados, em função de suas necessidades, por alunos, professores e administradores.

Um LMS possui várias ferramentas que integram o ambiente de ensino-aprendizagem, podendo ser citados [MALLARD]:

- 1) Ferramentas para consulta de conteúdos;
- 2) Ferramentas para comunicação síncrona (*chat*);
- 3) Ferramentas de trabalho em grupo (compartilhamento de arquivos);
- 4) Ferramentas de planejamento (calendário);

- 5) Ferramentas de administração (identificação do percurso do aluno, de suas atividades, de seus resultados);
- 6) Ferramentas de ambientes de sala de aula virtual ou estudo individual, entre outras.

Segundo [CATON et al], um LMS não se restringe à gerência das atividades auxiliadas por computador. Atividades de sala de aula lideradas por professor também devem ser consideradas. Um LMS deve procurar ser independente ao tipo de evento que é mapeado para o planejamento de aprendizado e deve desconsiderar o formato do conteúdo. Deve concentrar-se apenas em lançar o conteúdo e acompanhá-lo.

Um LMS é capaz de gerenciar eventos de treinamento e posteriormente acompanhá-los, além de possibilitar, em alguns casos, a implantação de planos de carreira e certificações. Isso possibilita ao aluno um verdadeiro plano de aprendizado que pode ser rastreado pelo professor e acompanhado pelo aluno.

[CATON et al] cita algumas características vitais de um LMS: **registro de curso**: oferece cursos, cadastra estudantes nos cursos entre outras; **gerência de usuários**: adiciona ou retira usuários da base de dados; **ferramenta de planejamento do aprendizado**: mapeamento dos eventos de treinamento, ferramentas apoiadas em princípios organizacionais como o de plano de carreira, planejamento de certificação e modelo de aptidões; **relatórios**: relatórios refletindo a utilização do LMS; **gerência dos recursos do treinamento**: gerencia instrutores, facilidades de treinamento e rastreia recursos de treinamento; **LMS como API de conteúdo**: publica e rastreia conteúdos formatados a padrões conhecidos.

Normalmente em um LMS a avaliação das interações do usuário com o conteúdo é muito mais limitada que as disponíveis em um sistema LCMS. Segundo [BRENNAN et al], normalmente essas avaliações se restringem a testes rudimentares e à execução ou não dos cursos.

Essa restrição advém do fato de as ferramentas LMS não possuírem o objetivo de criar e gerenciar os conteúdos didáticos como em um LCMS, apesar de algumas incorporarem algumas funcionalidades básicas voltadas ao conteúdo.

Não obstante, essas ferramentas são capazes de entregar o conteúdo que é criado e gerenciado por uma ferramenta LCMS ao usuário final, seja ele professor, aluno ou administrador do sistema. Portanto, nota-se que os conceitos de LMS e LCMS são diferentes, mas, também, complementares.

Quando integrados, os sistemas trocam informações, o que, segundo [BRENNAN et al], resulta em uma rica experiência para o usuário e em uma ferramenta mais compreensível para o administrador do aprendizado. Um LMS pode gerenciar comunidades de usuários e permitir que a cada um deles sejam direcionados os objetos apropriados armazenados e gerenciados por um LCMS. Na entrega do conteúdo, o LCMS pode marcar o progresso de cada estudante, gravar os resultados dos testes e repassá-los ao LMS para a geração de relatórios para o usuário.

### **3.4.8 Integração LCMS e LMS – Visão geral**

A figura 11 apresenta uma visão sintética dos elementos que compõem as arquiteturas de informação para a transferência do conhecimento. Pode se observar que os conceitos de LCMS e LMS são complementares nas finalidades de criar, gerenciar, disponibilizar e rastrear o conhecimento e, se utilizadas de maneira eficiente, são capazes de prover situações de ensino-aprendizagem robustas e completas.



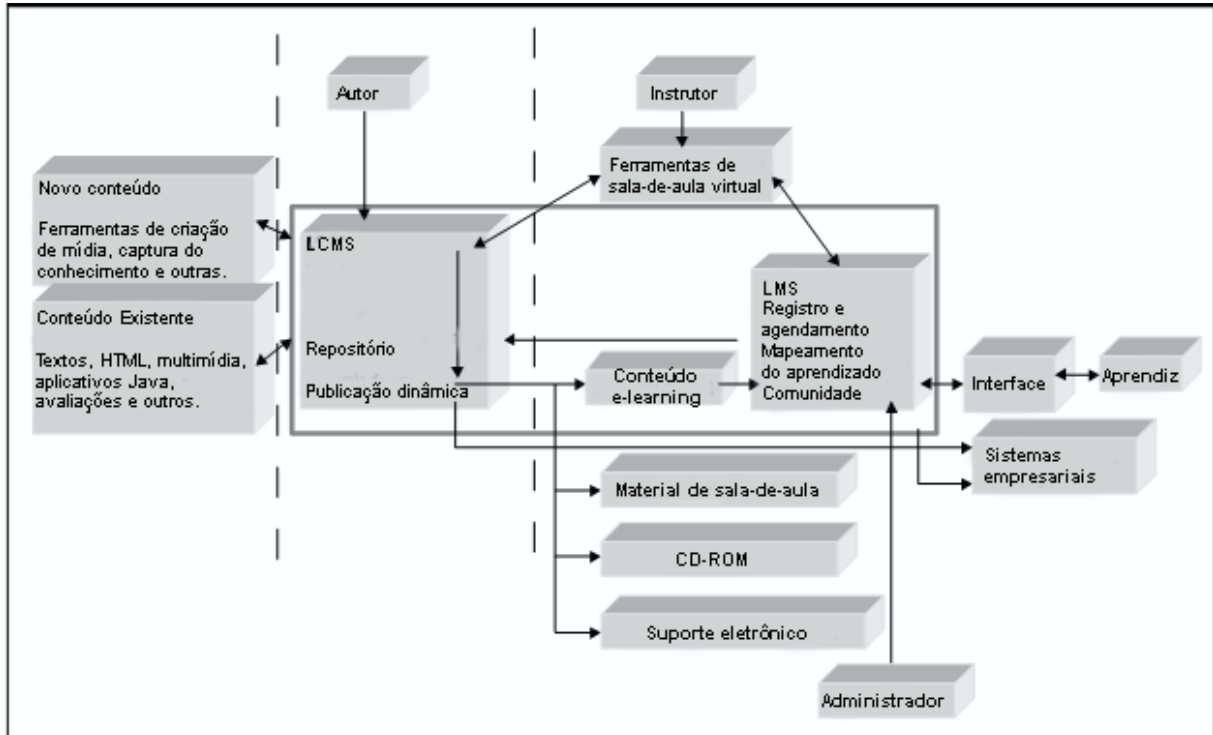


Figura 11: Integração entre LCMS e LMS [BRENNAN et al]

### 3.5 Ontologias e Taxonomias

#### 3.5.1 Ontologias

Existem várias definições para “ontologia”. Em cada área do conhecimento uma nova definição é criada para o termo com base na sua aplicação ou relevância específica. A primeira definição remonta aos tempos de Aristóteles, filósofo grego e discípulo de Platão, que definia a ontologia como a classificação dos seres vivos até então conhecidos. Já [USHOLD et al] descrevem ontologia como um termo usado para se referir a uma concepção compartilhada de algum domínio de interesse que pode ser utilizada para unificar o processo de solução de problemas relativos ao domínio em questão.

As ontologias servem para criar terminologias únicas, são úteis na gerência do conhecimento para recuperação de informação (pois unifica termos, conceitos,

categorias e relações de um mesmo domínio) de modo que o conhecimento possa ser compartilhado e reutilizado. Essas características são úteis para os sistemas de informação devido ao grande aumento de informações e à necessidade constante do reuso e disponibilização das informações geradas.

Uma ontologia subsidia [PINTO et al]: **a explicação da compreensão de um domínio** de maneira que quando a compreensão sobre determinado domínio está exposta e clara, torna-se possível a manutenção e explicação de tudo o que ocorre dentro desse domínio; **a habilitação do reuso do conhecimento de um domínio**, que é um dos objetivos que estão sendo mais investigados para a utilização de ontologias. Uma ontologia pode separar o conhecimento de um domínio do conhecimento operacional como, por exemplo, transformar o que é subentendido em conhecimento explícito; **a análise do conhecimento de um domínio**, que é possível sempre que uma especificação declarativa dos termos contidos nele está disponível. Uma análise formal é valiosa quando o reuso e a extensão (como por meio da incorporação de novos elementos) de ontologias é desejada; e **o compartilhamento de um entendimento comum sobre uma estrutura de informação** é um dos objetivos mais comuns no desenvolvimento de uma ontologia, pois, geralmente, quando se constrói uma ontologia, busca-se compartilhar o que pode ser entendido sobre um determinado domínio, seja entre pessoas ou entre máquinas.

[USHOLD et al] identificaram diferentes aplicações para as ontologias: **comunicação entre pessoas e organizações**, com diferentes necessidades e pontos de vista de um contexto particular, por meio da redução da ambigüidade; **interoperabilidade entre sistemas**, unificando linguagens de representação, bases de conhecimento e ferramentas utilizadas; **engenharia de Software**, na especialização, manutenção e reuso.

Os elementos básicos de uma ontologia são [PINTO et al]: **conceito**, que é algo que se deseja representar sobre determinado domínio. O conceito possui informações associadas a ele, que são denominadas atributos. Os conceitos podem pertencer a um determinado tipo e podem conter várias informações associadas a

eles, podendo também estar ligados a outros conceitos; **relacionamento**, que é a ligação existente entre os conceitos de um determinado domínio. Os relacionamentos expressam a natureza da ligação existente entre dois conceitos e podem possuir cardinalidade; **funções**, que são relacionamentos especiais entre os elementos. Elas determinam que os vários elementos envolvidos nesse tipo de relação são dependentes um dos outros, mas cada um é único com relação ao outro; **axiomas**, que modelam as sentenças que são verdadeiras sobre determinada ontologia. Os axiomas também especificam restrições sobre a sua interpretação; e **instâncias**, que representam os elementos de uma ontologia. As instâncias são os conceitos e relações que foram criados na ontologia.

As ontologias podem ser utilizadas na educação, pois para os conteúdos educacionais, é de fundamental importância a indicação de autoria, a apresentação, disponibilização, a estratégia pedagógica, a avaliação, assim como a evolução contínua desses conteúdos, dado o caráter dinâmico do conhecimento. A modelagem conceitual de conteúdos didáticos busca capturar as partes relevantes do assunto que se deseja ensinar, e estrutura adequadamente de acordo com determinada estratégia pedagógica. [INFO-EDUCAÇÃO].

### 3.5.2 Taxonomias

Segundo [NOVELLO], taxonomias representam o modo como se organizam classes e subclasses em uma ontologia. Uma taxonomia é um sistema de classificação que agrupa e organiza o conhecimento num domínio usando relações de generalização/especialização por meio de herança simples/múltipla.

Uma taxonomia apresenta a forma de uma árvore em que o nó superior se chama “raiz” e os nós seguintes se chamam “folha”. A relação existente entre um nó e os seus sub-nós é a de “tipo de” ou “é um”. O objetivo principal de uma taxonomia é que ela seja fácil e intuitiva para quem dela se utiliza. Utilizar e navegar em estruturas de informação é uma boa forma de aprendizagem da coleção classificada pela taxonomia.





Segundo [CARDOSO 2000], um usuário envolvido com um processo de busca tem um ou mais objetivos em mente e usa uma ferramenta de busca para ajudá-lo a alcançar essas metas.

A figura 14 apresenta de forma simplificada os processos envolvidos na realização de uma busca.

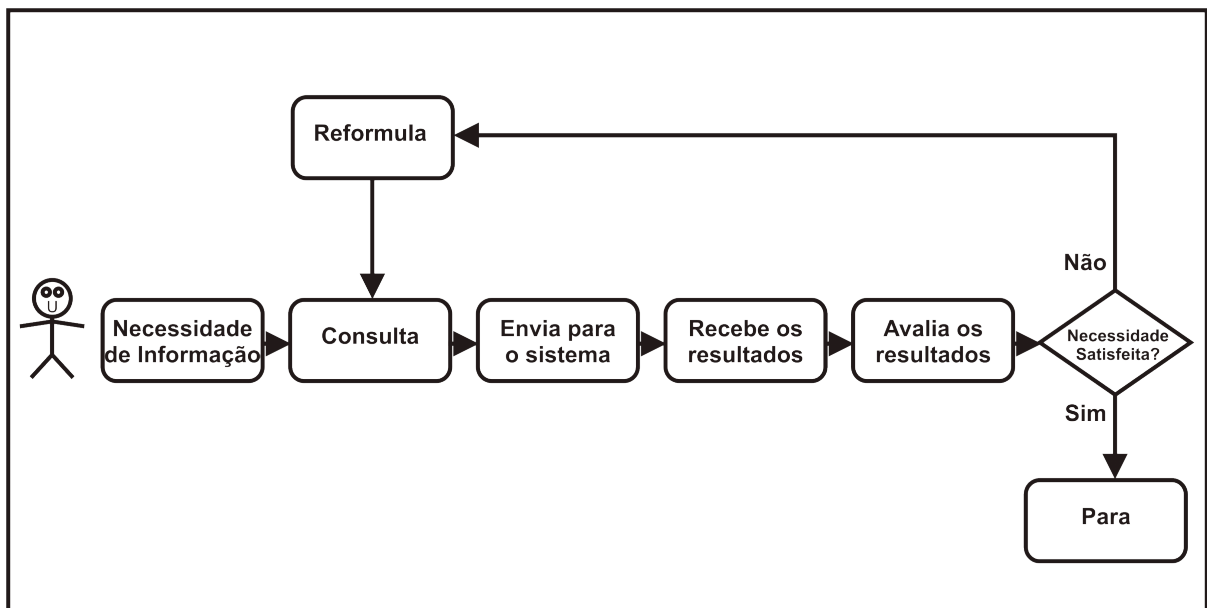


Figura 14: Diagrama simplificado do processo de busca a informação [CARDOSO 2000]

Os sistemas de busca apresentam diferentes capacidades de consulta. A seção 3.6.2 apresenta essas diversificações.

### 3.6.2 Capacidades de busca e suas propriedades

Segundo [CARDOSO 2000], as capacidades de busca dizem respeito às tarefas envolvidas na interface de consulta do usuário. Os usuários têm dificuldade em compreender suas funcionalidades devido a uma série de problemas de usabilidade e comunicabilidade, tais como a falta de auxílio adequado ou de padronização nas opções oferecidas e a sintaxe de utilização.

Existem várias metodologias e abordagens para a busca em coleções digitais. Seguem algumas delas [CARDOSO 2000]:

**Consulta por palavra-chave:** A consulta é composta por palavras-chave e os resultados que contenham tais palavras satisfazem à consulta. Essas consultas são comuns por serem intuitivas e fáceis de expressar [BAEZA-YATES et al].

**Busca por lógica booleana:** Utilizada para combinar palavras-chave, é de utilização intensa nos sistemas de busca. Permitem ao usuário relacionar, a partir da lógica, conceitos múltiplos para definir que informações o usuário deseja. Os operadores booleanos típicos são: AND, OR e NOT. O uso de parênteses é geralmente necessário para especificar a ordem de importância dos termos. Se eles não forem utilizados, o sistema permite uma ordem de precedência dos operadores. Operadores (+) e (-) representam tipicamente as operações E e NÃO, respectivamente.

A utilização de operadores booleanos apresenta grande complexidade para usuários inexperientes e sintaxe extremamente rígida, o que pode aumentar relativamente a carga cognitiva necessária para a tarefa de busca. Por isso, alguns sistemas se utilizam das opções “buscar por todas as palavras” ou “buscar por uma das palavras”, entre outras como forma de redução da carga cognitiva do usuário da interface de busca. Apesar da dificuldade para sua utilização, os operadores booleanos são extremamente poderosos se bem utilizados.

**Busca por proximidade:** A proximidade é utilizada para restringir a distância entre dois termos de busca. Localiza os resultados em que os termos especificados ocorrem pelo menos uma vez e quanto mais próximos estiverem os termos dentro de um resultado maior a sua relevância. Algumas vezes, o relacionamento de proximidade contém um operador de direção a indicando (BEFORE ou AFTER) [KOWALSKI]. Também pode ser utilizado o operador ADJ significando “adjacente”.

Alguns exemplos de busca por proximidade são: “objeto de” ADJ “aprendizado” irá encontrar itens que mencionem “objeto de aprendizado”, mas não que

mencionem “aprendizado objeto de”; “Interface” WITHIN FIVE WORDS OF “busca” apresentará resultados que apresentem cinco palavras começando com interface e terminando com busca como, por exemplo, “interface de sistemas de busca”; “Interface” BEFORE “máquina” encontrará “Interface homem máquina”, mas não “máquina e sua interface”.

Como se pode notar, a busca por proximidade é igualmente complexa e de carga cognitiva extremamente alta devido a sua complexa sintaxe, mas é igualmente poderosa também devido ao nível de especificidade do resultado apresentado.

**Busca exata:** Tem a finalidade de localizar itens que casem diretamente com a frase de busca digitada pelo usuário. Existem algumas formas de utilização desse método como: o uso da expressão “Exatamente como” disponível na interface; colocar entre aspas a frase; adição do símbolo gráfico hífen entre as palavras; e operadores de proximidade como ADJ entre outros. Essa forma de busca é amplamente utilizada.

**Busca por lógica expansão Fuzzy:** Oferece a capacidade de localizar palavras com similaridade na escrita (*spell like*) ou na pronúncia (*sounds like*). Esta função foi pensada para compensar erros provenientes de um descuido no momento da escrita ou dúvida quanto à forma correta de escrita da palavra [KOWALSKI]. Porém, a utilização desta opção pode pesquisar por uma série de outros termos que não são interessantes para a consulta, mas que apresentem alguma similaridade. Por isso, normalmente os motores de busca como o Google® utilizam a expansão Fuzzy apenas para sugerir outras palavras semelhantes que retornem mais resultado ou então, em outros sistemas, é utilizada apenas em nomes próprios.

**Busca com Wildcard ou Term Masking:** É a habilidade de expandir a consulta partindo de uma origem comum, sem considerar a origem lingüística da palavra [BAEZA-YATES et al]. Alguns exemplos são “multi\$nacional” busca por termos como “multi-nacional” ou “multinacional”, mas não “multi nacional”; “\*computador\*” busca, por exemplo, por “microcomputadores” ou “multicomputador”; “compu\*” encontra “computador”, “computação” entre outras.



**Busca por termos relacionados ou expansão *Thesaurus*:** Permite localizar sinônimos da palavra sugerida e é de grande auxílio ao usuário. Ela auxilia aos usuários que não tenham grande conhecimento por sinônimos ou jargões específicos de uma determinada área. Seu uso não é muito comum, mas merece estudos aprofundados, pois é uma forma muito produtiva de auxílio ao usuário em nível estratégico.

**Busca *Stopwords*:** normalmente utilizado para ignorar algum conjunto de palavras ou termos. Normalmente é utilizado para caracteres especiais, conjunções, artigos e preposições com palavras ignoradas [CARDOSO 1999]. Porém, normalmente o usuário não conhece essa propriedade e insere tais conectivos em sua consulta. Deste modo, a consulta é alterada a tal ponto que chega a não mais refletir a consulta do usuário. Os resultados nocivos dessa estratégia podem ser minimizados com o *feedback* claro dos termos excluídos na consulta. Essa estratégia normalmente é utilizada por questões de segurança e em sistemas voltados à Internet onde a segurança é um ponto muito importante.

**Busca *case sensitivity* (sensível a maiúsculas e minúsculas):** É uma propriedade comum entre os sistemas de recuperação de informação que ignora ou não o uso de caracteres em maiúsculo ou minúsculo. Assim como no caso dos *wildcards*, o usuário deve ser alertado sobre o uso dessa estratégia e o seu comportamento.

**Busca por linguagem natural:** A linguagem natural é utilizada para se referir de maneira genérica à linguagem que o usuário domina, podendo ser português, inglês ou qualquer outra linguagem existente. Nesse paradigma de interação, o usuário pode interagir com o sistema em sua própria linguagem. Em uma busca por linguagem natural o usuário teria muito menos esforço cognitivo, pois não precisaria memorizar comandos, pois estaria “conversando” com o sistema em sua própria linguagem. Entretanto, o processamento computacional para interpretação de sentenças em linguagem natural é extremamente complexo [LEITE].

Alguns sistemas que processam linguagem natural limitam o escopo de vocabulário e das sentenças para facilitar o processamento computacional na interpretação e geração de sentenças. Outros sistemas utilizam menus associados à linguagem natural na construção de interfaces mais simples. Nesses casos, os menus são apresentados ao usuário e ele vai formando sentenças que são passíveis de interpretação pelo sistema. A abordagem de menus é interessante por motivar o usuário a formular suas perguntas com base em um vocabulário específico do domínio que o usuário possa não ter memorizado [DIX et al].

**Busca no texto completo:** Nessa forma de busca, todos os textos de documentos como livros, documentos, entre outros, são rastreados na busca. O cuidado para não interpretar operadores booleanos ou palavras reservadas deve ser tomado para que o usuário possa buscar por textos que contenham realmente as palavras mesmo sendo elas reservadas à sintaxe da linguagem de busca.

**Busca por metadados:** Diferentemente da busca por texto completo, a busca por metadados será realizada apenas nos metadados que indexam o registro a ser localizado. Os metadados contêm descrições sobre o conteúdo semântico dos registros, mas não necessariamente a representação fiel do conteúdo. A busca por metadados só obterá sucesso se a indexação do registro estiver correta e condizente com o conteúdo semântico do registro, caso contrário de nada adianta. A busca por metadados normalmente é realizada em coleções de objetos que não sejam textuais como imagens, vídeos entre outras.

**Busca por similaridade** [YEE et al]: É a busca visual realizada pelo usuário normalmente em coleções de imagens e vídeos que podem ser representados visualmente.

**Busca apoiada na taxonomia:** Alguns campos de metadados possuem vocabulários pré-definidos com valores que criam taxonomias. Por exemplo: O vocabulário para o campo “tipo de mídia” contêm o valor “texto”, “texto.páginaURL” e “texto.páginaURL.organizacional”. A busca por taxonomia usa essa informação para encontrar objetos relevantes [HATALA et al].

Todas as abordagens e propriedades apresentadas são de utilidade nos sistemas de recuperação de informação. O uso das técnicas apresentadas pode agilizar o processo de localização de um LO relevante ao usuário.

## **4 Soluções encontradas e trabalhos relacionados**

### **4.1 Trabalhos relacionados**

Os esforços voltados à melhoria da qualidade das interfaces de busca de LOs são escassos. O resultado direto dessa constatação são LORs e LCMSs com interfaces de busca complexas e ineficientes. Entretanto, trabalhos como [KLERKX et al 2], [KLERKX et al 1] e [KLERKX et al 3] trouxeram ao debate esta questão propondo a utilização de conceitos de Visualização de Informação [CARD et al] para a apresentação dos resultados de busca de LOs. Já em [NAJJAR], é feita uma análise empírica e o aperfeiçoamento da ferramenta de busca do LOR Ariadne que levou a resultados concretos.

Outros trabalhos não exatamente específicos de produção de conteúdos didáticos podem contribuir para a evolução das interfaces de busca e pré-visualização de LOs. São os casos de [YEE et al] e [WIZA et al 2004]. Em [YEE et al], a busca por navegação na estrutura hierárquica do repositório e também o potencial comunicativo dos elementos buscados (no caso imagens) são muito bem explorados. Já em [WIZA et al 2004], é descrita uma interface multimodal de busca em 3D que objetiva a avaliação e a localização de resultados de buscas na Internet.

Nas próximas seções serão apresentadas sínteses dos artigos estudados com maior potencial de contribuição para a elaboração do ambiente de interface de busca e pré-visualização de objetos de aprendizado, objetivo geral do presente trabalho. No ANEXO A é possível acompanhar com mais detalhes a análise de cada um desses artigos.

#### **4.1.1 Utilização da Visualização de Informação para o Acesso a Repositórios de Objetos de Aprendizado**

No artigo [KLERKX et al 2], são utilizadas técnicas de Visualização de Informação, que é o uso de representações visuais apoiadas por computador de dados abstratos para diminuir o esforço cognitivo do usuário [CARD et al], com o objetivo de tornar a busca de LOs um processo mais flexível e interativo.

Em [KLERKX et al 2], foram estudadas três possibilidades de interface: **diagrama de Venn**, que é a representação do relacionamento entre grupos de objetos que compartilham nenhuma, algumas ou todas as suas características; **arvore Hiperbólica**, que é uma técnica de foco e contexto baseada na geometria hiperbólica para visualização e manipulação de grandes hierarquias e **mapa de Árvore** (figura 15), que é utilizada para a visualização de estruturas hierárquicas por meio da subdivisão recursiva de um espaço retangular.

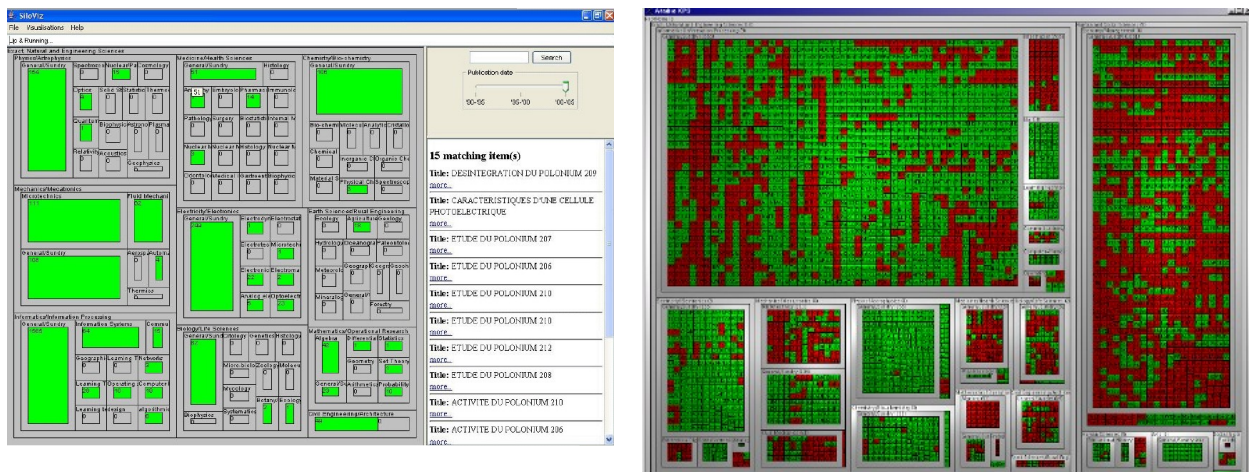


Figura 15: Mapa de Árvore [KLERKX et al 2]

Das três possibilidades estudadas, o método mapa de árvore se mostrou o mais robusto quanto à distribuição da estrutura do resultado no espaço, quanto à relação da ordem de grandeza do conjunto de objetos do repositório pelo número de *pixels* disponíveis e retorno ao ponto inicial da consulta.

#### 4.1.2 Um Ambiente de Desenvolvimento que Utiliza Visualização de Informação para Acessar Repositórios de Objetos de Aprendizado

O artigo [KLERKX et al 1] complementa os estudos realizados em [KLERKX et al 2] e mostra um ambiente de desenvolvimento bem flexível para desenvolvimento de interfaces utilizando técnicas de Visualização de Informação, mais especificamente a representação de mapa de árvore. Com esse ambiente de desenvolvimento, foram criados estudos de caso com o LOR Ariadne e os artigos da conferência EdMedia (figura 16) com o objetivo de facilitar o trabalho de localização de LOs nesses repositórios.

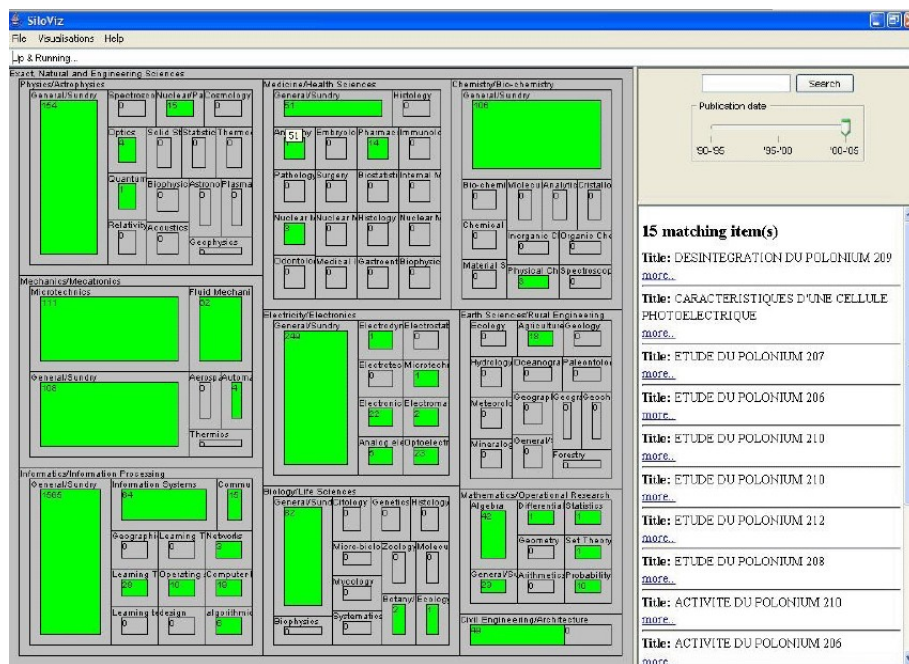


Figura 16: Exemplo da interface do protótipo [KLERKX et al 1]

A conquista do protótipo [KLERKX et al 1] foi a de possibilitar ao usuário navegar na estrutura do repositório sem a necessidade da formulação de critérios de busca complexos e avaliação dos resultados apresentados para posterior refinamento dos critérios de busca. O usuário pode ainda manipular filtros relacionados a metadados, navegar nos grupos de LOs mais relevantes e, além disso, ter uma visão geral de como os filtros de busca restringem a quantidade de LOs relevantes em cada grupo.

### 4.1.3 Visualização do Reuso: “Mais do que os Olhos Podem Observar”

O artigo [KLERKX et al 3] complementa os estudos realizados em [KLERKX et al 2] e [KLERKX et al 1]. Nele é apresentada uma aplicação interativa de visualização de grandes repositórios com pequenos componentes de LOs criados por meio da desagregação de conteúdos didáticos completos. O estudo de caso apresentado no artigo é o repositório ALOCOM.

No repositório ALOCOM, os componentes são representados por meio de um grafo com vértices alocados de forma circular, o que pode ser visto na figura 17. Cada vértice representa um componente no repositório e cores são usadas para representar a granularidade desses componentes. As arestas representam uma relação “é parte de” entre diferentes componentes no repositório.

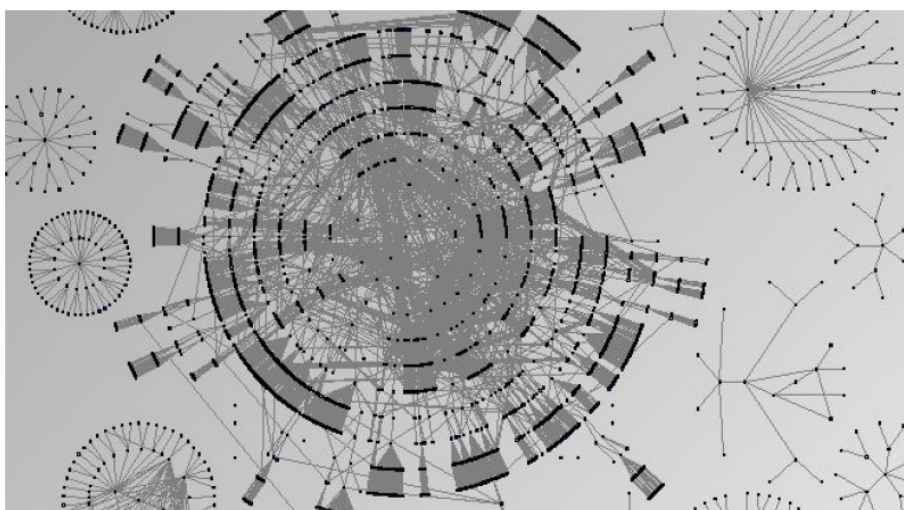


Figura 17: Grafo representando os componentes do repositório ALOCOM [KLERKX et al 3]

A maior contribuição do repositório ALOCOM foi a possibilidade de visualização dos componentes granulares dos LOs no repositório, das situações em que os objetos foram reutilizados e como eles são agregados no conteúdo original. Entretanto, como interface para localização dos LOs, a interface não atende às

necessidades, pois não existe forma alguma de classificação dos componentes dos LOs para que o usuário possa iniciar a busca.

#### **4.1.4 Localização do LO apropriado: Uma avaliação empírica**

O objetivo da pesquisa [NAJJAR] foi avaliar e melhorar a usabilidade da ferramenta de busca do LOR Ariadne. Para coletar informações sobre a usabilidade da interface corrente e da nova interface proposta, a pesquisa dividiu-se em duas fases.

Na **primeira fase** da pesquisa foram coletadas informações sobre sessões de utilização de 16 participantes sem familiaridade com a ferramenta para determinar a usabilidade dela na versão corrente. Já na **segunda fase**, após analisar e realizar modificações na interface de busca, novos 10 participantes foram submetidos a sessões de utilização agora na interface modificada. Posteriormente, todas as informações colhidas foram confrontadas para a análise final e conclusões.

Nessa pesquisa [NAJJAR] foram tiradas as seguintes conclusões: a) Funções simples e eficientes de busca são importantes para elevar a motivação e confiança do usuário; b) A organização e a estrutura da informação devem ser adaptadas às necessidades do usuário; c) A terminologia deve ser compreensível ao usuário; d) Ajuda e respostas devem ser melhoradas para aumentar a atuação do usuário; e) O desempenho da busca é aumentado com a habilidade de refiná-la.

#### **4.1.5 Metadados Facetados para Busca e Navegação em Repositórios de Imagens**

Em [YEE et al], é apresentada uma solução criativa e completa para a busca em uma coleção de imagens. A abordagem permite ao usuário navegar pelas dimensões conceituais que descrevem a imagem fazendo uso de metadados



hierárquicos e gerando dinamicamente amostras da consulta (figura 18). Assim, a interface não só oferece a busca sucessiva por meio de cliques, que evitam sintaxes complexas de consulta, como também proporciona aos usuários a possibilidade de conhecer a estrutura do repositório de imagens.



Figura 18: Interface de busca de imagens [YEE et al]

A grande conquista desse trabalho está no suporte ao auxílio à pesquisa em nível estratégico, limitando as conseqüências negativas, tais como as buscas sem resultado e a sensação de desorientação, normais nas buscas por palavra-chave. O auxílio é proporcionado naturalmente, pois o usuário durante a navegação tem uma previsão da quantidade de resultados do próximo passo de sua pesquisa e pode retornar ao ponto inicial.

#### 4.1.6 Periscope – Um Sistema para a Visão 3D Adaptativa de Resultados de Busca

O artigo [WIZA et al 2004] apresenta um sistema para visualização em 3D de resultados de busca na Internet, o Periscope. Ele usa uma nova abordagem para a visualização adaptativa de dados complexos. O processo de visualização é dividido em passos interativos. Em cada passo, o usuário pode escolher o melhor método de apresentação dos resultados da busca.

No trabalho é abordada uma solução híbrida que aproveita o melhor das representações 2D e 3D. Foram utilizados três tipos principais de interface nesta abordagem. A interface **sintética** para a apresentação dos dados agregados, a **analítica** (figura 19), apresentando detalhes particulares dos documentos encontrados, e a interface **híbrida**, que mostra tanto as informações agregadas como também informações particulares dos documentos.

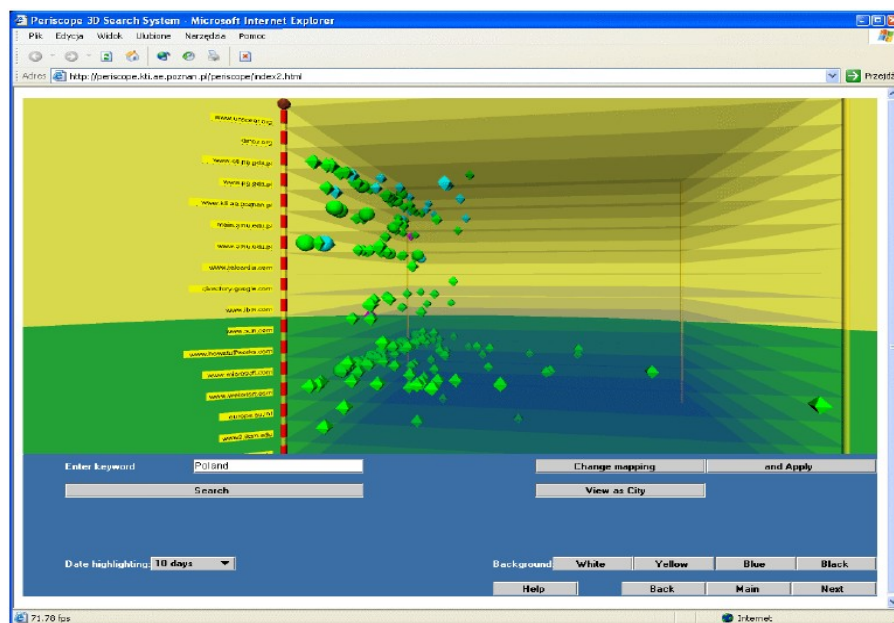


Figura 19: Exemplo de interface analítica [WIZA et al 2004]

Os autores concluem que o sistema Periscope fornece uma interface inovadora para a busca na Internet. A partir das interfaces sintéticas, é possível representar informações estratégicas sobre grupos de resultados e não apenas fornecer listas textuais com o resultado de alguns poucos documentos relevantes. Podem ser utilizados vários níveis de abstração (como linguagem, tipo de documento entre outros) para visualização e agrupamento, o que pode auxiliar o usuário a tirar

conclusões mais precisar. É possível também refinar os critérios de busca para acurar os resultados.

#### **4.1.7 Soluções LOR e LCMS**

Foram estudadas algumas soluções em LOR e LCMS. Uma das dificuldades encontradas foi em relação às ferramentas comerciais, que em poucos casos possuem uma versão para avaliação. Mesmo assim, ferramentas comerciais como o eLogic® [ELOGIC], Scenari® [SCENARI] e Toolbook® [TOOLBOOK] foram analisadas. As soluções comerciais não possuem ferramentas de busca e pré-visualização de objetos de aprendizado apesar dos bons resultados em relação à produção de conteúdo. A ferramenta gratuita e para a WEB Moodle® [MOODLE] possui uma busca simples por palavra-chave nos metadados dos conteúdos.

As soluções de LOR analisados foram o ARIADNE [ARIADNE], EdNA [EDNA], SMETE [SMETE] e MERLOT [MERLOT]. Todas as soluções são implementadas na Internet e possuem uma abordagem própria para a busca nos metadados dos conteúdos nos repositórios. O LOR EdNA possui navegabilidade agradável e uma busca simples por palavras-chave nos metadados relacionados aos LOs e em outros repositórios de LOs e apresenta no resultado a porcentagem de relevância do registro encontrado na consulta além de aconselhar o usuário outros resultados semelhantes. O LOR SMETE possui uma classificação simples dos objetos de aprendizado, aceita localizar LO por 8 tipos de metadados (entre eles outras coleções de LO) e permite ao usuário salvar em seu espaço de trabalho os objetos que achar interessante para futuras utilizações. O LOR MERLOT possui praticamente as mesmas características do SMETE, entretanto, permite que usuários do portal façam comentários sobre os objetos e os dêem notas quanto as suas qualidades. A busca por metadados também é mais completa. O LOR ARIADNE se sobressai por ter, além da interface de busca por palavras-chave, possui uma possibilidade de interface embasada no trabalho [KLERKX et al 2], especificamente a interface de mapa de árvore, e analisada na seção 4.1.1 do presente trabalho.

#### 4.1.8 Conclusões gerais

Cada um dos trabalhos revisados neste capítulo possui alguns pontos importantes para a solução dos problemas da busca e pré-visualização de LOs em um LOR ou LCMS. Entretanto, os trabalhos [KLERKX et al 2] e [KLERKX et al 1], devido à sua relação direta com os LOs e aos resultados positivos obtidos, devem ser destacados.

Os métodos de árvores hiperbólicas ou diagrama de Venn apresentam problemas como a má distribuição da estrutura de resultados no espaço e também a relação ruim entre a ordem de grandeza do conjunto de objetos do resultado e o número de *pixels* associado. É visível também a dificuldade para o retorno ao estágio inicial da consulta e a ineficiência no caso de coleções em que os objetos estejam agrupados unicamente pela sua classificação semântica.

O artigo [NAJJAR] traz uma série de orientações para o desenvolvimento da interface de filtragem para as buscas simples e avançadas.

Já em [KLERKX et al 3], percebe-se como é importante a representação do reuso no universo dos LOs e como a informação do seu nível de reuso pode ser determinante para a sua utilização. Também em [KLERKX et al 3], é apresentada uma interface que trata os LOs como pequenos recursos que, unificados, formam conteúdos didáticos completos ou parcelas de conteúdo.

Em [NAJJAR], a facilitação da consulta por meio do modelo de interfaces diferenciadas (sintética, analítica ou mista), dependendo da situação e do número de resultados retornados, será de grande proveito para a resolução do problema. Esse trabalho também introduz o conceito da escolha das variáveis (metadados) envolvidas na consulta para a representação dos diferentes eixos de significado. Desse artigo, podemos concluir que, no caso dos LOs, a introdução de um novo eixo de visualização não traz ganhos significativos para a interatividade e a produtividade

da consulta, pois a busca de LOs pode ser tida como n-dimensional devido ao grande número de metadados envolvidos.

Apesar de [YEE et al] ter relação direta com consultas em coleções de imagens e não especificamente com LOs, a indexação pelo significado semântico é mais uma vez abordada e a interface utilizada para representar as imagens utiliza todo o potencial comunicativo de seu conteúdo, o que é um dos requisitos do presente trabalho

## **4.2 Avaliação comparativa das soluções encontradas**

Nas próximas seções são apresentados os critérios de avaliação por nós definidos e utilizados como apoio à análise dos trabalhos relacionados, com o interesse de selecionar um desses trabalhos como base para uma solução para a busca e pré-visualização de LOs.

### **4.2.1 Identificação de critérios de avaliação**

Com base na revisão dos estudos relacionados, das ferramentas de LCMS e LOR, foram construídos critérios de avaliação que emergiram de maneira diferencial para a busca em coleções de LOs. Cada um dos estudos relacionados foi analisado com base nesses critérios. Ao final da etapa de análise, foi selecionado aquele que se mostrou mais promissor e ele serviu como base para a construção da solução de interface de busca e pré-visualização de LOs. A metodologia adotada para a determinação do conjunto de critérios, que serviram como eixos de avaliação dos diferentes ambientes de interface disponíveis na literatura, constitui-se em uma montagem *bottom-up*, partindo-se dos ambientes revisados pela óptica da bibliografia de referência na IHC (com destaque para a Engenharia Cognitiva e a Engenharia Semiótica).

Os critérios de avaliação identificados foram:

### **Atalho para o ponto inicial da consulta ou pontos intermediários**

Algumas vezes durante o refinamento da consulta, o usuário nota que tomou uma decisão equivocada e precisa voltar atrás, no pior caso, retornar ao início da consulta. É importante que o ambiente de interface proporcione atalhos para os estados intermediários da consulta para atender a esta necessidade.

### **Reaproveitamento de consultas anteriores na elaboração de uma nova consulta**

Um sistema de busca deve ser capaz de fornecer ao usuário as informações necessárias para que o usuário possa refinar a sua consulta sem precisar iniciar o processo desde o ponto inicial. Para isso, a interface deve fornecer as informações do estado da consulta corrente para que o usuário possa decidir os próximos passos de refinamento ou analisar onde ocorreram decisões equivocadas de refinamento de consulta e possa refazê-las.

### **Visualização da posição relativa do resultado no contexto da classificação do repositório**

Esse artifício permite ao usuário verificar em que posição relativa da classificação do repositório ele se encontra durante a busca corrente. Isso aumenta a sensação de orientação do usuário e o entendimento do processo iterativo da busca de um LO em um repositório organizado hierarquicamente.

### **Visualização estratégica do repositório completo**

Essa visualização permite ao usuário tirar conclusões estratégicas sobre a coleção de LOs do repositório. Essa habilidade é ainda mais importante no caso de repositórios especializados, pois permite ao usuário observar de forma estratégica a especialização para que ele decida se a consulta no repositório trará resultados positivos na sua área de interesse. Em [KLERKX et al 2], a visualização do

repositório completo é possível de forma sintética, pois pode-se observar a quantidade de LOs em cada uma das classificações temáticas do repositório.

### **Visualização “sintética” e analítica do resultado da busca**

A possibilidade de visualização “sintética” do resultado permite ao usuário analisar o resultado da busca mesmo quando esse envolver muitos registros. Entretanto, a visualização sintética normalmente apresenta o resultado por meio de agrupamentos de informação e não pela representação de cada um dos resultados retornados, não sendo possível a localização de um conteúdo específico. Essa forma de visualização é utilizada para guiar o usuário durante a sua navegação no processo de busca e, ainda, proporcionar informação sobre a coleção de conteúdos presentes no repositório.

Já na visualização analítica do resultado da busca, o usuário é apresentado ao resultado de forma direta por meio da representação de cada um dos conteúdos retornados pelo sistema. Essa forma de visualização é utilizada para o retorno de listas de conteúdos ou então quando a quantidade de resultados pode ser alocada fisicamente na interface. Pode-se citar nesse caso a representação da quantidade de LOs como uma visão sintética, pois apresenta um resumo do resultado e a visão da pré-visualização de uma lista de LOs como analítica.

### **Visualização do resultado mapeado por diferentes atributos**

Conforme o observado em [KLERKX et al 2], em alguns casos a visualização do resultado mapeado por apenas um atributo pode não ser satisfatória. Para isso, a adição de novos atributos ou a escolha de outros atributos para a visualização do resultado traz grandes possibilidades à consulta.

### **Pré-visualização da estrutura semântica do conteúdo com o aproveitamento do potencial comunicativo do conteúdo**

A representação de um elemento computacional, como uma imagem, som ou vídeo, em um repositório digital muitas vezes é feita por meio de metadados textuais que expressam seus conteúdos semânticos. Podemos citar como exemplos a descrição de uma imagem, o nome de uma música ou a duração de um vídeo.

Apesar de ser uma abordagem amplamente utilizada para a descrição desses elementos computacionais, a representação por metadados textuais mostra-se muitas vezes ineficazes. No caso de figuras, sons e vídeos abstratos ou de difícil representação textual ou, ainda, no caso de a descrição textual de dois elementos ser idêntica ou semelhante, essa ineficiência fica explícita.

Portanto, a pré-visualização da estrutura semântica e o aproveitamento das características comunicativas dos LOs, que podem conter além de textos outros recursos multimídia, se mostra uma abordagem promissora para a localização desses objetos em coleções digitais. No caso de imagens digitais, um bom exemplo do aproveitamento do potencial comunicativo em sua pré-visualização poderia ser a representação da mesma imagem em tamanho reduzido.

### **Técnicas de manipulação direta do resultado da busca**

Segundo [NORMAN 1986], as interfaces de manipulação direta proporcionam ao usuário uma evolução em relação aos meios computacionais abstratos. Nas interfaces de manipulação direta, a interação é feita graficamente (por meio de ícones e da movimentação do *mouse*) de uma forma mais próxima da maneira como as pessoas pensam sobre o problema. Com isso, até mesmo usuários esporádicos podem utilizar a interface e perceber se estão obtendo sucesso em suas ações. Caso não estejam, é possível mudar rapidamente de plano.

### **Potencialidade da resposta como insumo à avaliação do resultado**

Muito mais que uma forma de representação do resultado de uma consulta, a resposta do sistema pode, ainda, potencializar insumos à avaliação do resultado como fator importante para a identificação da maneira como a consulta será



reformulada pelo usuário ou a análise de grupos de LOs. Isto atende, de forma direta, ao conceito de transposição do “golfo de avaliação” [NORMAN et al 1986]. Em alguns casos, a análise da quantidade de resultados na consulta corrente pode determinar o próximo passo da interação com o sistema. No caso da interface de mapas de árvore [KLERKX et al 2] o usuário pode ter como fator decisivo para a decisão de que ramo seguir na busca, a quantidade de resultados em cada uma das regiões apresentadas.

### **Potencialidade da resposta como insumo à análise comparativa de resultados**

Assim como a avaliação do resultado, a análise comparativa entre duas ou mais consultas é importante, pois ela permite ao usuário averiguar comparativamente o efeito de uma consulta em relação a outra realizada previamente.

### **Adoção de um padrão de metadados**

Existe uma série de padrões de metadados como o Dublin Core, CanCORE, MARC, EAD entre outros, cada qual com suas características e especificidades. No universo do aprendizado e dos LOs, existe o padrão LOM de metadados. A adoção de um padrão de metadados pelo repositório de LOs é uma opção importante para garantir não só a rastreabilidade e a durabilidade do LO, mas também a sua visibilidade em buscas federadas.

### **Busca federada**

Os repositórios federados são a união de dois ou mais repositórios distintos que compartilham conteúdos por meio da padronização da busca. Essa capacidade amplia bastante as possibilidades e a quantidade de objetos disponíveis e, ainda, potencializa a especialização dos conteúdos dos repositórios. Para o usuário, a escolha de um conteúdo em um determinado repositório pode ser uma decisão de consulta uma vez que o repositório pode ser mais especializado em determinado

assunto ou, então, o acesso físico aos dados desse repositório ser mais rápido em outra consulta.

#### 4.2.2 Análise comparativa das soluções estudadas

A análise dos estudos relacionados foi realizada por meio do quadro que segue. Nele, cada uma das colunas representa um critério de avaliação e cada uma das linhas uma solução de interface encontrada nos estudos relacionados. A cor azul representa que o critério já é explorado na solução, a cor verde que não é explorado (mas é possível explorá-lo) e a cor branca representa que o critério de avaliação não é pertinente à solução em questão.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M
1	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	White	Green	Green	Blue	Green
2	Green	Green	Green	Blue	Blue	Green	Green	Blue	Green	Green	Blue	Green
3	Green	Green	Green	Blue	Blue	Green	Green	Blue	Green	Green	Blue	Green
4	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Blue	Green	Green	Blue	Green
5	White	Blue	White	Blue	Green	Green	Green	Blue	Green	Green	Blue	Green
6	White	Green	Blue	White	Green	White	Green	White	White	Green	Blue	Blue
7	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Green	Green	Green	Green

Critério de Avaliação **Explorado** na Solução  
 Critério de Avaliação **Passível de Exploração** na solução  
 Critério de Avaliação **Incompatível** com a solução

Figura 20: Quadro comparativo entre o aproveitamento dos critérios de avaliação nos estudos relacionados

<b>Estudo Relacionado</b>	<b>Critério de Avaliação</b>
1. Metadados Facetados [YEE et al]	A. Atalho para o ponto inicial da consulta ou pontos intermediários
2. Diagrama de Veen [KLERKX et al 2]	B. Reaproveitamento de consultas anteriores na elaboração de uma nova consulta
3. Árvore Hiperbólica [KLERKX et al 2]	C. Visualização da posição relativa do resultado no contexto da classificação do repositório
4. Mapa de Árvore [KLERKX et al 2]	D. Visualização estratégica do repositório completo
[KLERKX et al 1]	E. Visualização “sintética” e analítica do resultado da busca
5. LOR ALOCOM [KLERKX et al 3]	F. Visualização do resultado mapeado por diferentes atributos
6. LOR Ariadne [NAJJAR]	G. Pré-visualização da estrutura semântica do conteúdo com o aproveitamento do potencial comunicativo do conteúdo
7. Periscope [WIZA et al 2004]	H. Técnicas de manipulação direta do resultado da busca
	I. Potencialidade da resposta como insumo à avaliação do resultado
	J. Potencialidade da resposta como insumo à análise comparativa de resultados
	L. Adoção de um padrão de metadados
	M. Busca federada

Para o presente trabalho, alguns dos critérios foram considerados com maior prioridade. Os itens E e F da figura 20 foram explorados na solução proposta no que se refere à interface de busca, pois são os itens mais importantes a esse respeito. Entretanto, ainda em relação à busca, os itens A, B, C, D, H, I e J foram também utilizados na solução. Quando fala-se de pré-visualização de LOs e seus componentes, o item G será o de maior importância, pois certamente é a área que mais carece de soluções robustas e que mais trará contribuições. O item L é praticamente um pré-requisito para um LOR ou LCMS e normalmente o padrão escolhido é o LOM. O item M é um critério desejável principalmente com a popularidade da Internet e a disponibilização de conteúdos.

### **4.2.3 Conclusão**

Por meio do quadro apresentado pode-se notar que, pelo prisma dos critérios de avaliação propostos para a análise, as soluções que se destacam por apresentarem mais critérios passíveis de exploração ou já explorados são a dos metadados

facetados e a dos mapas de árvore. Nessas soluções, poucos são os critérios que ainda não foram explorados. No caso dos metadados facetados, a manipulação direta não é aplicada por se tratar de uma busca textual. Já no caso dos mapas de árvore, todos os critérios ou já estão exploradas de alguma maneira ou são passíveis de exploração e, portanto, essa seria a solução mais avançada obtida nesta análise. Com essa conclusão, a solução escolhida como base para a nossa proposta de solução foi a de mapas de árvore. No entanto, cada uma das soluções encontradas contribuiu para a solução, juntamente com a teoria da IHC e os conceitos apresentados na seção 3 do presente trabalho.

## 5 Solução

### 5.1 Introdução

Após a análise dos trabalhos relacionados e das ferramentas existentes, foi selecionada a solução “mapa de árvore” de [KLERKX et al 2] como ponto de partida para o desenvolvimento de uma solução integrada para o problema da busca e da pré-visualização de objetos de aprendizado.

A solução proposta segue, assim, o princípio da interface de mapa de árvore, mas com algumas diferenças que serão explicitadas ao longo do presente capítulo. A principal diferença é a introdução da possibilidade de desagregação dos LOs (seção 5.6) em objetos de conteúdo (*content objects* - COs) e fragmentos de conteúdo (*content fragments* - CFs) apoiada na ontologia ALOCOM [VERBERT et al]. Conceitos e soluções pontuais relevantes de outros trabalhos analisados também foram utilizados para compor a solução tendo como embasamento teórico os conceitos da IHC, em especial a Engenharia Semiótica.

### 5.2 Recursos Visuais do Ambiente de Interface

Antes de descrever o ambiente de interface de busca e pré-visualização de LOs propriamente dito, é importante que alguns recursos visuais nele utilizados sejam apresentados de forma separada:

**Abas:** O recurso das abas é utilizado quando é necessário um novo contexto de consulta ou de apresentação das informações dos LOs, COs ou CFs. Na interface proposta, existem dois tipos de abas: **de consulta**, que ao serem abertas criam um novo contexto de busca, e **de desagregação**, que são complementares às abas de

consulta e guardam as informações de desagregação e pré-visualização de LOs, COs e CFs.

As abas de consulta ficam localizadas na margem superior da interface e as de desagregação na margem inferior. O contexto das abas de desagregação é dependente do contexto das abas de consulta, ou seja, cada nova aba de consulta tem associado um conjunto de abas de desagregação. Durante a navegação as informações do estado corrente de cada uma das abas é armazenado e resgatado assim que o contexto é retornado ao da aba em questão. Como nenhum dos trabalhos relacionados apresentava essa característica, foi extraído o princípio das abas de visualização do sistema livre Mozilla Firefox® [FIREFOX]

**Cores:** As cores desempenham papel fundamental para a coerência da comunicação na solução. A figura 21 mostra as principais cores utilizadas no sistema:

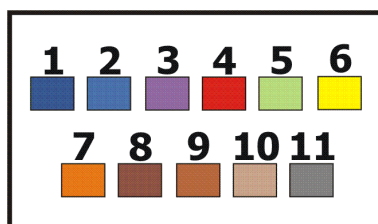






Figura 21: Cores utilizadas na interface

As cores 1 e 2 (■ e ■) são utilizadas nas consultas ou classificação dos conjuntos de LOs. Quando existe a possibilidade de encontro de duas regiões azuis, é utilizada a superposição de tons. As cores 4, 5 e 6 (■, ■ e ■) representam os direitos em relação ao LO. A 4 representa os LOs de uso e visualização irrestritos, a 5 os de uso e visualização restritos (como os LOs pagos) e a 6 os de visualização irrestrita e uso restrito (como os LOs sob *copyleft* [GNU] ou *creative commons* [CC]). A escolha das cores 1, 2, 4 e 5 segue [KLERKX et al 2]. A cor 3 (■) representa a listagem de LOs. Como se trata de uma mensagem semelhante à passada pelas cores 1 e 2, a cor 3 foi escolhida por ser a próxima cor após o azul no espectro de luz. A cor 7 (■) representa a desagregação dos LOs. Essa cor foi escolhida por ser uma cor vibrante e contrastante com as cores da interface de

busca de LOs. As cores 8, 9 e 10 (,  e ) representam, respectivamente, LOs, COs e CFs. Essas cores foram escolhidas por passarem mensagens análogas à da cor 7 e por serem variantes dessa cor com o acréscimo ou decréscimo de luminosidade correspondendo a níveis subseqüentes de completude do elemento. A cor 11 () representa os símbolos desabilitados.


**Ícones:** Como se pode observar na figura 22, é possível classificar os ícones da interface em ícones de ação, que ao pressionados executam alguma ação, e de identificação, que apenas identificam algum elemento da interface.

Ação			
	<b>Desagregar</b>		<b>Listar</b>
	<b>Fechar/Retirar</b>		

Identificação			
FCs discretos		FCs contínuos	
	<b>Texto</b>		<b>Animação</b>
	<b>Gráfico</b>		<b>Vídeo</b>
	<b>Foto</b>		<b>Som</b>
	<b>Link</b>		
	<b>Ilustração</b>		

Figura 22: Ícones da interface

Os ícones de ação são coloridos e suas cores remetem à ação que eles executam. Como a cor alaranjada representa a desagregação e a cor roxa representa a listagem, os ícones seguem essa especificação. O ícone de ação “Fechar/Retirar” () segue o padrão do sistema operacional do usuário da interface.

Os ícones de identificação não são coloridos e são utilizados na interface de desagregação para facilitar a identificação dos CFs. Cada tipo de CF possui uma representação icônica específica. Esses ícones podem ser apresentados isoladamente ou, como nos vídeos e imagens, como apoio de um ícone que representa uma pré-visualização do CF em tamanho menor, no caso de imagens, ou de um quadro, no caso de vídeos. A divisão entre CFs discretos e contínuos seguiu a classificação proposta em [VERBERT et al]. Os ícones que representam os CFs discretos representam objetos estáticos, tais como um texto ou um gráfico, entre outros. Os contínuos representam objetos em movimento ou em ação para representar essa característica dos elementos representados.

### **5.3 Auxílio ao usuário**

O auxílio ao usuário tem por objetivo principal proporcionar informação estratégica para a exploração de todo o potencial do ambiente. Este tipo de auxílio mostra-se especialmente relevante nas ferramentas de cunho intelectual, como é o caso da aplicação em questão. A ajuda é composta de duas partes, que se complementam, fornecendo visões sobre a aplicação de dois prismas diferentes (o primeiro da aplicação para o mundo real – auxílio estrutural, e o segundo do mundo real para a aplicação – auxílio procedural). O vocabulário utilizado deve seguir o do usuário em potencial, pois trata-se de uma comunicação direta entre o usuário e a ferramenta de ajuda.

O **auxílio estrutural**, "Qual o potencial do ambiente?", descreve a utilidade da aplicação, do ponto de vista dos ganhos que ela propicia à atividade real de aproveitamento e elaboração de material didático. O auxílio procedural, "Como ...?", descreve o procedimento para atingir os objetivos na atividade do mundo real, via a funcionalidade proporcionada pela aplicação. Os questionamentos levantados a seguir devem ser respondidos pela ferramenta de ajuda.

#### **"Qual o potencial do ambiente?"**



O ambiente gerencia Objetos de Aprendizado (OAs) com o objetivo de permitir a sua localização para futuro reaproveitamento. Ele representa os OAs respeitando a sua navegação e estrutura, que pode ser exibida sob demanda. O ambiente permite a especificação de expressões de busca, a filtragem por área temática ou pelos diversos tipos de elementos, a visualização de objetos agrupados por objeto de aprendizagem (OAs) e de conteúdo (OCs), como também por fragmentos de conteúdo (FCs), que podem ser vídeos, fotos, textos entre outros.

### **"Como ...?"**

Iniciar uma busca de OAs?

Visualizar os resultados de uma busca de OAs anterior?

Desistir de uma busca de OAs?

Avaliar os resultados visuais da busca de OAs?

Comparar os resultados de diferentes buscas de OAs?

Mapear o resultado da busca de OAs por diferentes classificações?

Filtrar a busca de informação de OAs?

Visualizar uma lista de OAs?

Visualizar a desagregação de um OA?

Visualizar a desagregação de um conjunto de OAs?

Visualizar os resultados de desagregação anterior?

Desistir de uma desagregação?

Comparar os resultados de diferentes desagregações?

Agrupar os resultados de uma desagregação por OAs, OCs ou FCs?

Filtrar a busca de informação de OAs, OCs ou FCs?

Filtrar os tipos de OCs ou CFs mostrados?

Iniciar uma busca de OCs ou FCs?

Pré-visualizar um AO?

Pré-visualizar um OC?

Pré-visualizar um FC?

Visualizar o reuso de um OC ou FC?

## 5.4 Interface inicial de busca

A visão inicial da interface é uma prévia do repositório completo, como se pode notar na figura 23. Essa visão segue o trabalho de [KLERKX et al 2]. As áreas azuis representam as áreas e sub-áreas do conhecimento dos LOs. As áreas verdes, amarelas ou vermelhas representam o nível de restrição dos LOs e a numeração ao topo dessas áreas representam a quantidade de LOs presentes em cada uma delas. A área ocupada por essas regiões é proporcional à respectiva quantidade de objetos nelas. Ao “cliquear” em uma das regiões azuis, verdes, amarelas ou vermelhas, o usuário é levado a um nível “abaixo” ou “acima” do nível corrente, como se pode ver na figura 25, que registra o instante seguinte à ativação da opção “CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E ENGENHARIA” no instante refletido pela tela da figura 23. Na visão inicial há ainda uma janela para a seleção de filtros de informação e outra para a seleção do campo que será utilizado como base para o mapeamento dos conteúdos da interface.

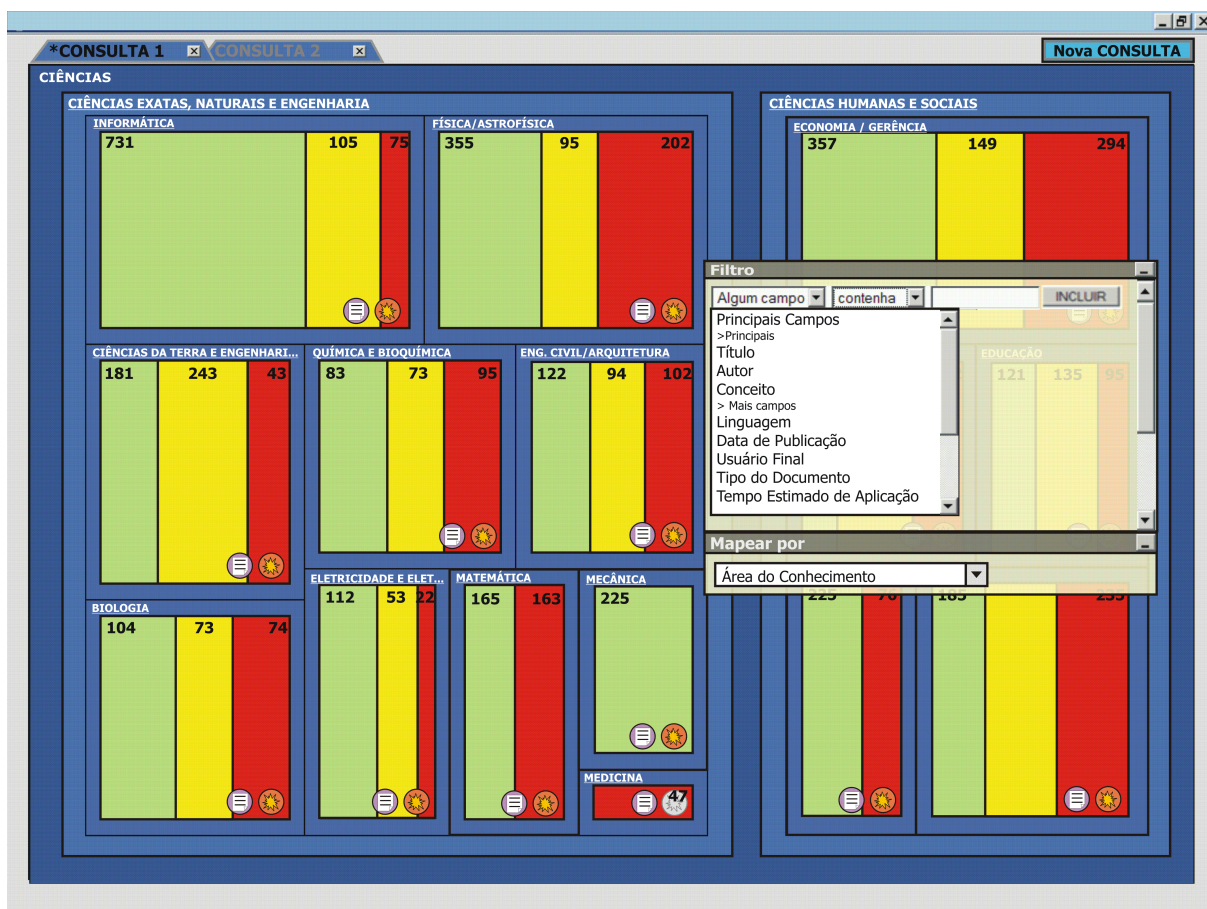


Figura 23: Visão inicial da interface

### 5.4.1 Contribuições

Na tela inicial da interface proposta, existem algumas contribuições em relação à interface de mapa de árvore de [KLERKX et al 2], descritas a seguir:

- 1) Representação da quantidade de objetos no conjunto por meio da proporcionalidade da área da região do retângulo verde, amarelo ou vermelho. Essa representação é importante para a coerência da linguagem visual, pois a analogia do tamanho dos retângulos com a quantidade de objetos na região deve facilitar a interpretação;
- 2) Representação da disponibilidade ou indisponibilidade de acesso ou uso dos LOs por meio das cores verde (acesso e uso irrestritos), amarela (acesso irrestrito e uso restrito) e vermelha (acesso e uso restrito). A inclusão de um nível intermediário de classificação dos LOs, o nível amarelo, é um diferencial relevante da solução proposta. A informação dos direitos de um LO é relevante como insumo à decisão da seleção ou não do mesmo;
- 3) Nas regiões retangulares, as cores verde, amarela e vermelha representam que existe ao menos um elemento sob uma das classificações de acesso e uso levantadas no item anterior. A área ocupada por essas regiões é proporcional à quantidade de elementos nelas. O artifício de visualização da relevância em áreas de tamanhos proporcionais e a identificação por meio de cores são utilizados também em [MARUMUSHI]. Assim como no item anterior, esta representação pode evitar um próximo passo frustrado na consulta;
- 4) Apenas as áreas que possuem algum objeto compatível com a filtragem realizada são mostradas ao usuário. Isso evita o desperdício de área de consulta e a retirada de foco de visão com a visualização de regiões vazias por não terem nenhum objeto relevante para a consulta corrente;

- 5) Predominância da área de consulta, pois as ferramentas de filtragem da informação, que em [KLERKX et al 2] eram fixas, agora podem ser deslocadas ou ocultadas. Para [KLERKX et al 2], o bom aproveitamento da área de consulta é um dos fatores importantes para uma interface de consulta de LOs. Ainda, para que alguma informação importante não seja ocultada por estar atrás das janelas de filtragem, essas janelas possuem a característica da transparência parcial. Isso faz com que informações contidas na área de consulta possam ser visualizadas parcialmente pelo usuário quando houver sobreposição da janela de filtragem. Essas características são mostradas nas figuras 23 e 25;
- 6) Mapeamento do conjunto corrente de objetos por outras classificações que não a semântica. As opções de mapeamento têm como base os campos do padrão LOM de metadados, tais como autor, linguagem ou granularidade. Esse mapeamento possibilita a filtragem mais acurada das informações e potencializa a avaliação dos resultados encontrados e foi utilizada em [WIZA et al 2004]. Um exemplo de mapeamento por linguagem pode ser visto na figura 24;
- 7) Filtro que possibilita a consulta nos metadados ou no conteúdo dos objetos sem a necessidade de uma grande área de visualização. O filtro será explicado em detalhes na seção 5.4.2;
- 8) Possibilidade de armazenamento do estado corrente da consulta e da comparação entre duas ou mais consultas. Com a solução apresentada, é possível armazenar o resultado corrente da consulta por meio das abas azuis localizadas no topo da interface de busca. Se o usuário quiser iniciar uma nova consulta, ele deve pressionar o botão “Nova CONSULTA”. Feito isso, uma nova aba (denominada “CONSULTA” mais um número sequencial) é aberta com o estado inicial da visualização do repositório. Assim, o estado corrente é mantido na aba anterior indefinidamente. Para alternar entre duas

consultas e realizar a comparação das filtragens, basta “clique” em uma dessas abas;

- 9) Visualização do estado da consulta corrente e possibilidade de retorno a estados anteriores de maneira coerente com a linguagem visual da interface. O caminho percorrido pela consulta pode ser observado nas áreas azuis mais ao topo da interface de busca. A cada novo aprofundamento no repositório, os níveis selecionados são apresentados nessas áreas. São intercalados dois tons de azul para facilitar a leitura dos rótulos dos níveis subseqüentes;

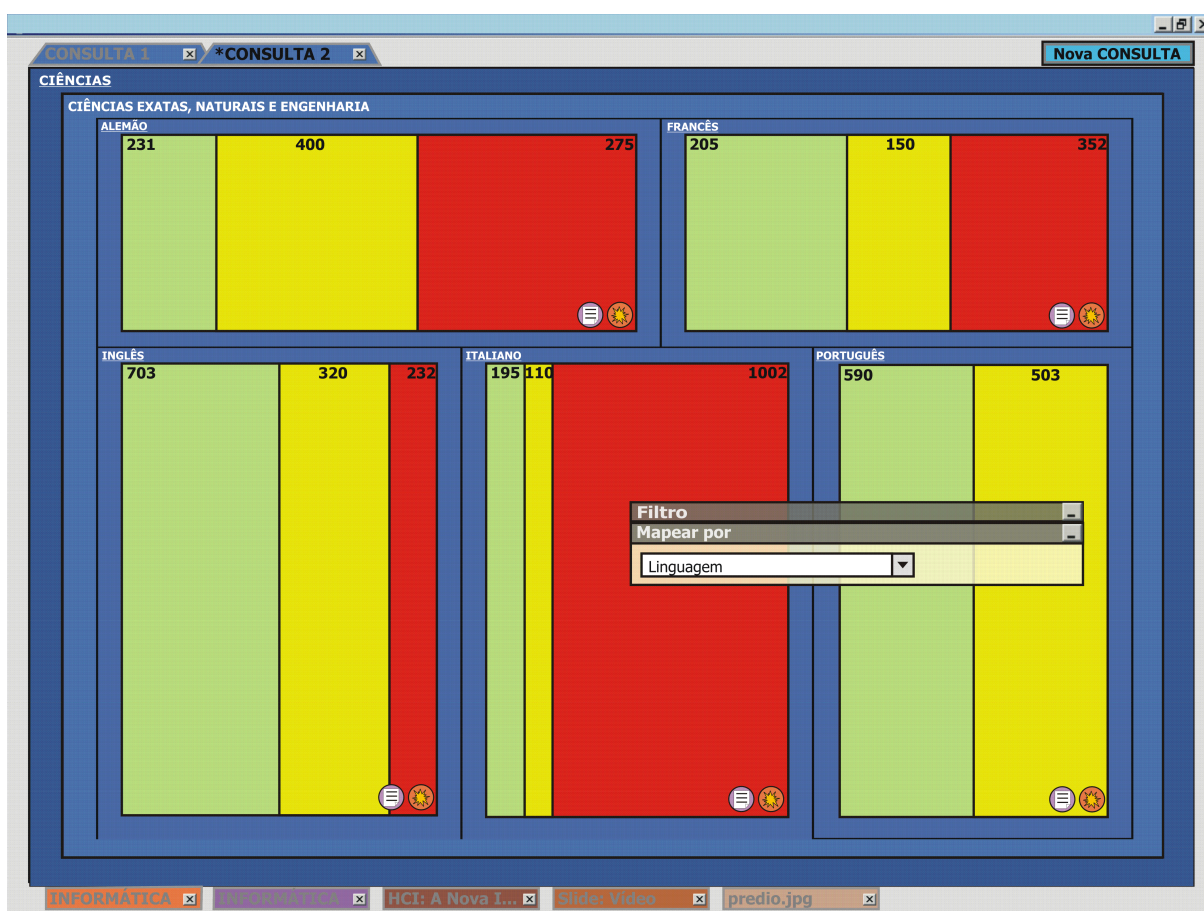





Figura 24: Exemplo de mapeamento por linguagem

- 10) Assim como na opção de armazenamento de várias consultas, as abas foram utilizadas para o armazenamento de sub-consultas e pré-visualizações, neste caso com as abas situadas na parte inferior da interface. Cada uma das abas representa uma listagem, uma desagregação, um LO, um CO ou um CF.

Cada uma das abas possui uma cor específica escolhida pela sua funcionalidade, destaque e coerência com o projeto de comunicabilidade da interface. As abas estão representadas na figura 24 ou 25. Denominaremos a partir daqui essas abas de “abas secundárias” e as abas representando as consultas de “abas principais”.

- 11) É possível desagregar [KLERKX et al 3] os LOs de um conjunto para consulta de objetos de COs e CFs internamente aos LOs ao “clicar” no ícone . Onde não existem LOs com permissão de acesso, este ícone está desabilitado (). O conceito de desagregação será abordado com maior profundidade na seção 5.6;
- 12) Como na interface de [KLERKX et al 2], também é possível se obter a listagem dos objetos de uma área selecionada ao se “clicar” no ícone . O conceito de listagem será apresentado na seção 5.5.

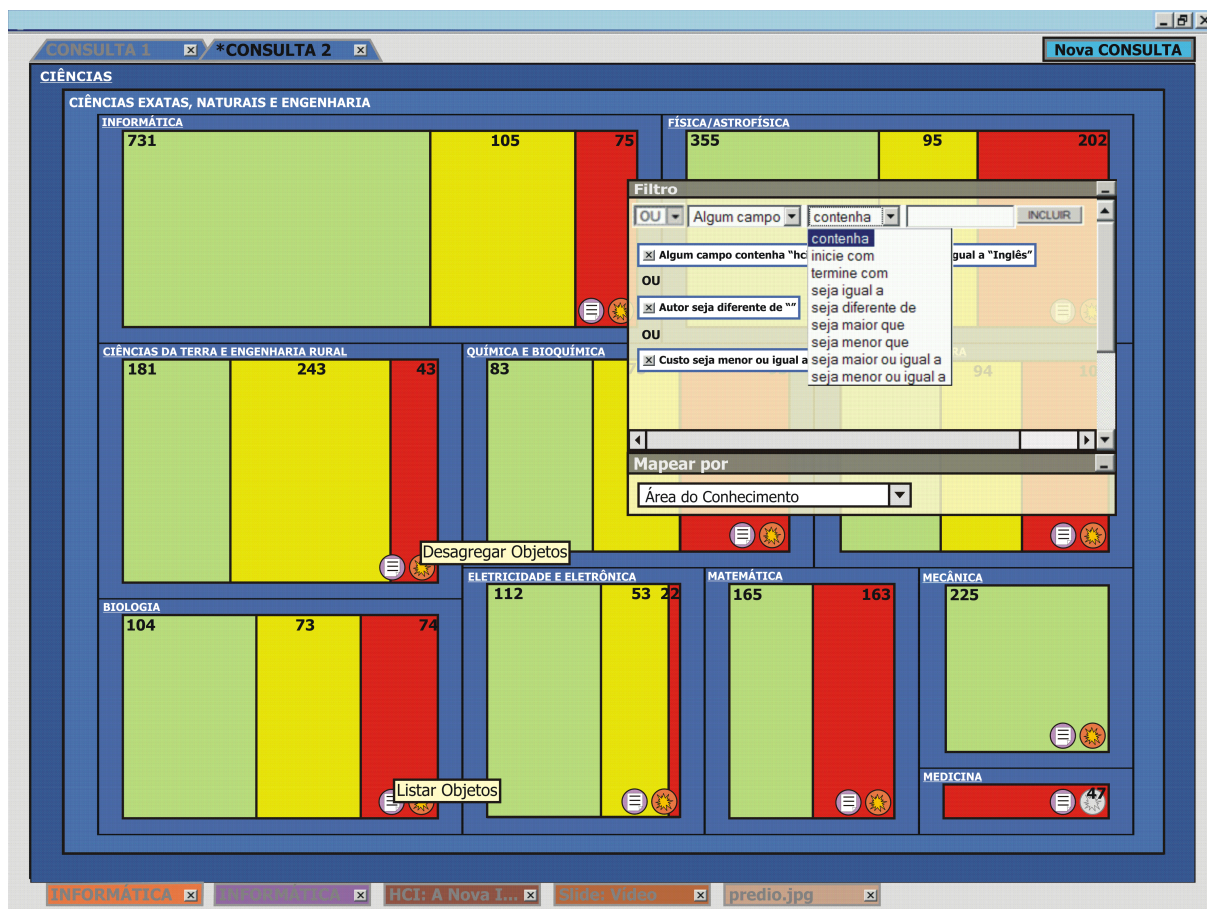


Figura 25: Consulta nas classificações hierárquicas da coleção

### 5.4.2 Filtro

Quando um formulário possui muitos campos de filtragem ele pode se tornar muito volumoso e ocupar espaço desnecessário na interface. Uma solução para este problema é um filtro com poucas opções de entrada e com a possibilidade de elaboração de cláusulas de consulta. A ferramenta de filtro da solução é composta apenas por três ou quatro campos de formulário: campo para consulta, operação, valor e os operadores booleanos E ou OU. Com a ferramenta de filtro é possível elaborar cláusulas que ao serem aplicadas à consulta corrente produzem resultado imediato na visualização do resultado da consulta. A figura 26 mostra exemplos em *storyboarding* de funcionamento da ferramenta de filtro.

As figuras 26-1 e 26-2 representam o estado inicial da ferramenta de filtro (sem cláusulas de filtragem definidas) e as figuras 26-3, 26-4, 26-5 e 26-6 os estados em que já foram formuladas anteriormente cláusulas de consulta.

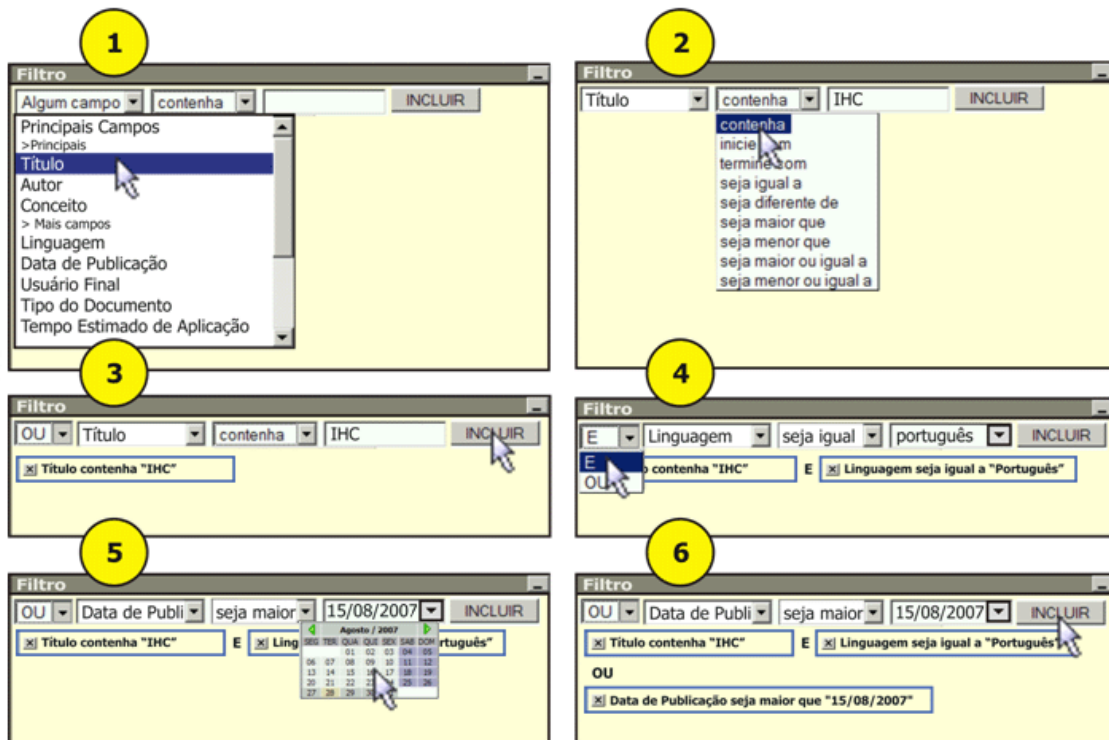


Figura 26: Funcionamento da ferramenta de filtro

Como se pode observar na figura 26-1, a primeira caixa de seleção é responsável por indicar o campo em que será realizada a filtragem. As primeiras opções foram extraídas de [NAJJAR] e correspondem aos metadados mais utilizados (título, autor e conceito) intitulados “Principais” e os campos da busca avançada (linguagem, data de publicação entre outros) intitulados “Mais campos”.

Ao selecionar o campo de metadado que sofrerá a filtragem, o usuário pode selecionar a operação (“contenha” ou “termine com” ou “seja igual a”, entre outras) que será aplicada à busca (como se pode observar na figura 26-2). As opções desse campo têm como base o sistema livre “PHP My Admin®” [PHPMYADMIN].

Depois de selecionadas as duas primeiras opções, o usuário deve preencher a terceira entrada do formulário que corresponde à informação que se deseja filtrar. O valor desta entrada dependerá da escolha do campo de metadado a ser filtrado e poderá ser de entrada limitada ou textual. A figura 26-3 mostra um exemplo onde a entrada é textual (campo preenchido com o valor “IHC”, campo “Título”) e as figuras 26-4 e 26-5 mostram exemplos em que a entrada é limitada por caixas de seleção -



campos “Linguagem” e “Data de Publicação”, preenchidos com os valores “português” e “15/08/2007” respectivamente.

Na figura 26-3, depois de selecionar os três primeiros campos do formulário e “clicar” no botão INCLUIR, a primeira cláusula é inserida no filtro, a interface de busca é afetada com essa cláusula e um novo campo de formulário é apresentado (E/OU).

Depois que uma cláusula é inserida, o novo campo E/OU deve ser preenchido. Ao criar uma nova cláusula com a opção “OU” desse campo, uma nova linha com a cláusula escolhida é adicionada ao filtro antecedida por uma linha com a palavra “OU” (figura 26-6). Se a opção selecionada for “E”, a cláusula escolhida é adicionada ao lado da última cláusula do filtro, antecedida da palavra “E” (figura 26-4).

No modelo apresentado, é possível que as cláusulas inseridas sejam retiradas do filtro da consulta. Para retirar uma cláusula da consulta, o usuário deve “clicar” no ícone “X” que se encontra anterior à cláusula específica. Ao retirar uma cláusula, ela é removida da interface de filtro e a interface de busca é afetada pelo filtro corrente (sem a cláusula retirada). As opções de adição ou remoção de cláusulas de filtragem foram extraídos de [YEE et al].

### **5.5 Visão dos LOs em lista**

A listagem era uma opção permanente em [KLERKX et al 2]. Segundo [KLERKX et al 2] e [YEE et al], a procura em uma lista é muito mais dispendiosa que uma consulta visual. Por este motivo, na interface proposta, a listagem se tornou opcional, pois, a seleção de um LO de uma lista deve ser a última opção de consulta do usuário [YEE et al] e a lista deve conter um número mínimo de opções [KLERKX et al 2].

Existem duas maneiras alternativas de se obter uma lista de LOs na interface proposta como solução. Uma das formas é obtida chegando ao nível mais baixo da classificação dos LOs. Se não houver nenhuma outra classificação, ao invés de mostrar os LOs divididos em regiões retangulares, como é feito em [KLERKX et al 2], é mostrada uma lista internamente à região quadrangular, conforme pode-se

notar na figura 27. Em [KLERKX et al 2], é possível notar que regiões retangulares com grande quantidade de LOs podem se tornar não passíveis de visualização. Já a opção de rolagem traz mais legibilidade à informação dos LOs. No último nível da interface proposta no presente trabalho, a moldura da região retangular possui a cor roxa (■) para identificar a lista de LOs.

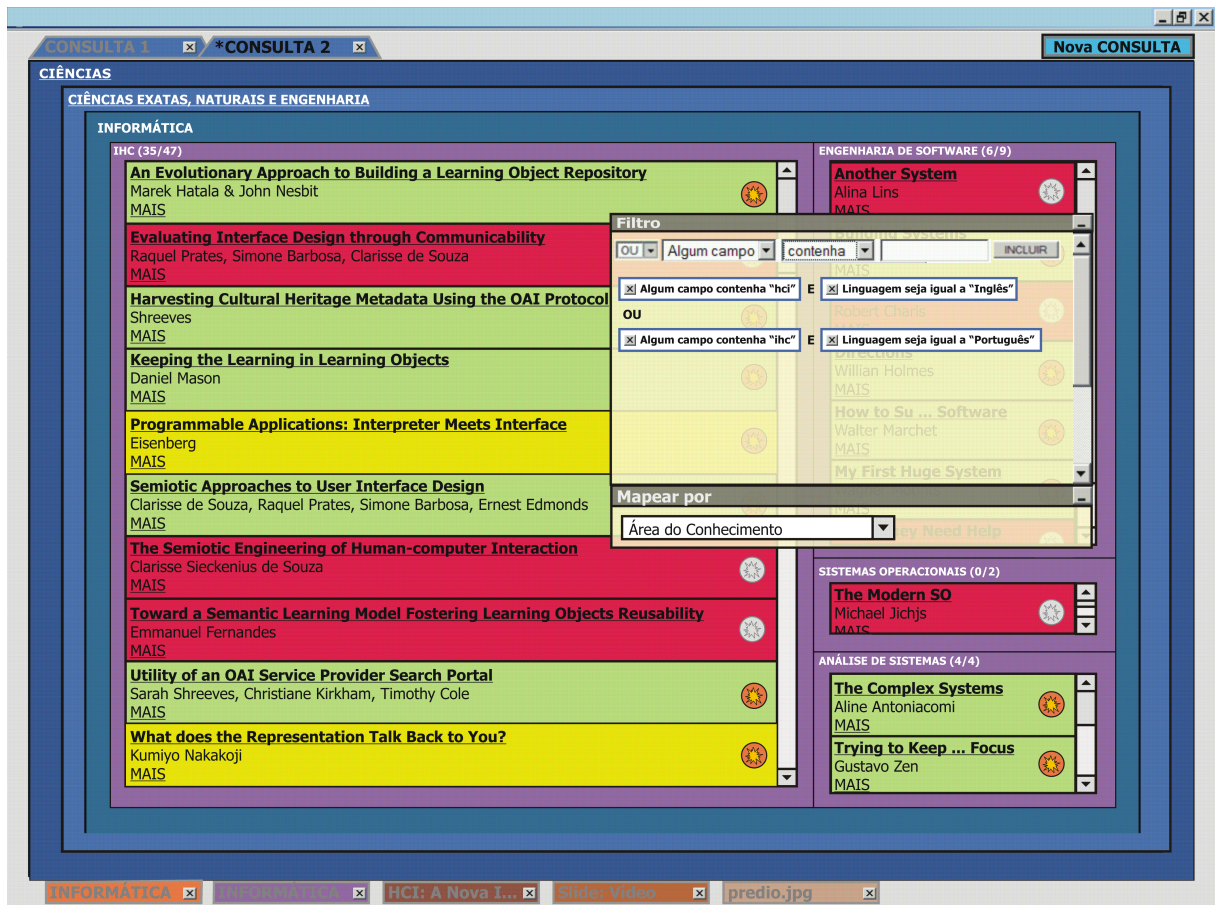



Figura 27: Último nível hierárquico da coleção

A outra maneira de obter uma lista consiste em “clique” no ícone  que pode ser visto nas figuras 23 e 25 (no canto inferior direito de cada uma das regiões retangulares verdes e vermelhas). Nesta opção de listagem, é criada uma nova aba secundária com o caminho da consulta e a lista de valores, como representado na figura 28. O nome dessa aba é determinado pelo nome da região retangular selecionada. Assim como na listagem do último nível de classificação, a moldura da região retangular e a aba também possuem a cor roxa para identificar a lista de LOs.

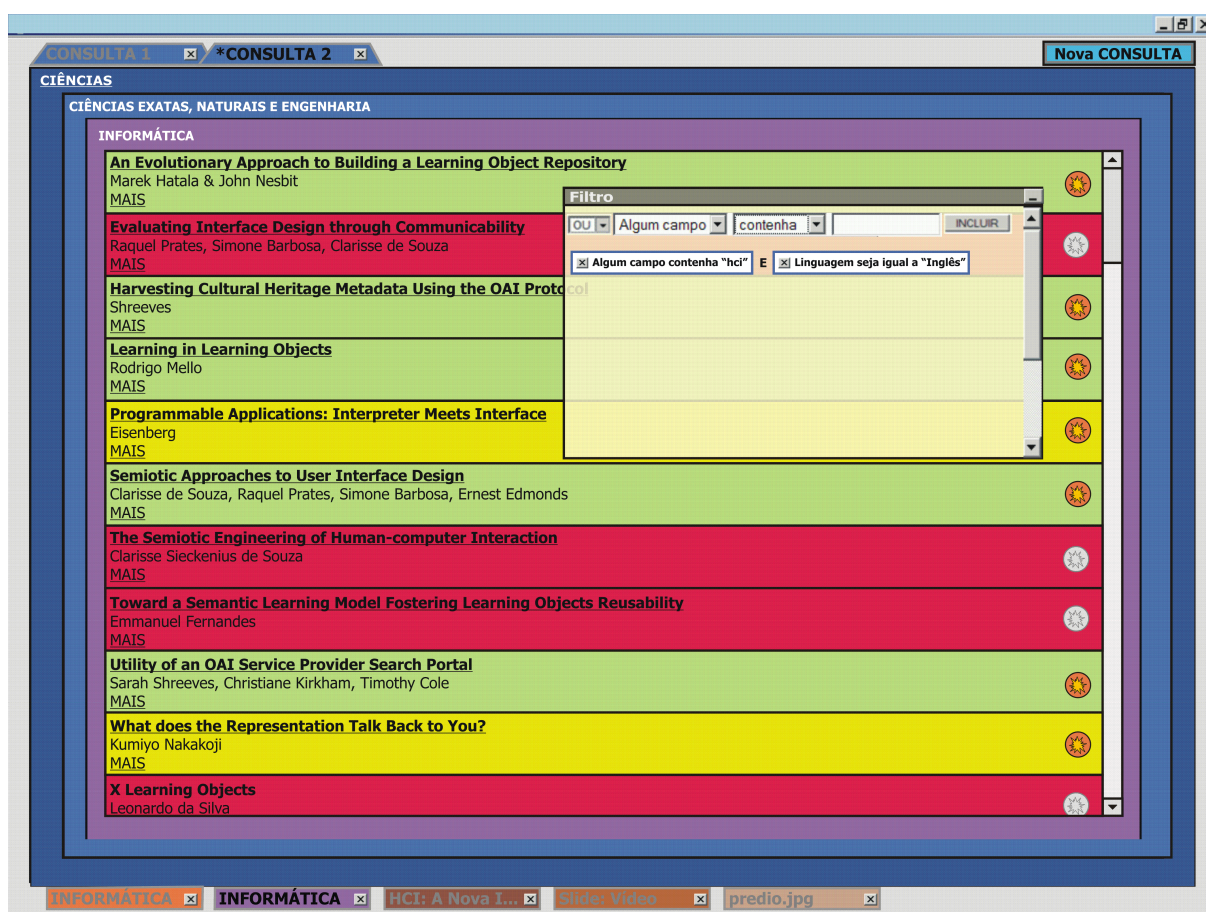




Figura 28: Lista dos LOs no conjunto consultado

Em ambas as alternativas, é possível desagregar os LOs “clcando” no ícone  e selecionar o LO para visualização de informação adicional “clcando” no próprio título do LO ou no texto “MAIS”. A desagregação dos objetos será explicada na próxima seção, assim como a pré-visualização dos LOs e seus fragmentos.

## 5.6 Visão dos LOs desagregados e busca de COs e CFs

A idéia de visualizar os LOs desagregados surgiu do trabalho descrito em [KLERKX et al 3]. Nesse trabalho, é construído um LOR onde é possível visualizar a desagregação dos LOs, ou seja, é possível visualizar os fragmentos que compõem um LO (como imagens, textos, vídeos, entre outros) e selecionar para reuso um desses fragmentos. Os conceitos seguidos na solução proposta no presente

trabalho para a desagregação dos LOs vêm da ontologia ALOCoM [VERBERT et al], que define os conceitos de Objetos de Conteúdo (*Content Object* - CO) e Fragmentos de Conteúdo (*Content Fragment* - CF).

Conforme mostrado anteriormente nas figuras 23 e 25, o ícone  representa a desagregação dos LOs. O grafismo da explosão foi escolhido para representar a visão “explodida” de um LO, uma metáfora que pode ser feita à desagregação. A desagregação pode ser de um conjunto de LOs, exemplificada nas figuras 23 e 25, ou de um LO específico, como mostrado nas telas das figuras 27 e 28. Em ambos os casos, uma nova aba secundária de cor laranja é aberta e rotulada com o nome do nível selecionado ou do LO em questão. Esta nova aba contém o caminho da consulta com o último nível na cor laranja, como na listagem.

Na visualização dos LOs desagregados existe uma ferramenta de filtragem análoga àquela apresentada na busca de LOs. Entretanto, como está sendo tratada uma consulta no nível dos fragmentos dos LOs, as opções de campos fazem referência aos metadados dos CFs. Ao acrescentar uma cláusula ao painel de filtragem, apenas os LOs ou COs que contiverem CFs compatíveis com a filtragem corrente são apresentados. Devido à heterogeneidade dos CFs, que podem ser vídeos, imagens, textos, entre outros, e também dos metadados que os indexam, uma opção de campos de consulta são os do padrão Dublin Core de metadados [DCEDUCATION], padrão robusto e amplamente utilizado para tipos diversos de documento. Na busca de fragmentos de LOs por meio da apropriação da descrição de [VERBERT et al], é possível também buscar no conteúdo de fragmentos textuais.

Internamente à nova aba são apresentados os elementos de um ou mais LOs. O resultado pode ser agrupado por LO, por CO ou por CF. Cada um dos agrupamentos dos resultados possui uma visualização específica, conforme descrito a seguir.

No agrupamento por LOs, são apresentados como introdução à decomposição dos LOs em COs os principais metadados dos LOs e os COs que os compõem. Os

COs são representados por agrupamentos de CFs ordenados pela navegação inerente e divididos por linhas pontilhadas que representam o limite dos CFs. A ordenação dos COs é feita também pela navegação nos seus respectivos LOs. Um exemplo de desagregação de LOs agrupados por LOs é representado na figura 29;

The screenshot displays a web-based interface for managing learning objects. At the top, there are tabs for 'CONSULTA 1', '\*CONSULTA 2', and 'Nova CONSULTA'. The main content area is titled 'CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E ENGENHARIA' and 'INFORMÁTICA'. It lists three learning objects:

- 1) HCI: A Nova Interação**  
 Linguagem: Português  
 Descrição: Apresentação sobre os novos paradigmas de interação.  
 Autores: Altair Júnior  
 This LO is divided into two sections: 'slide' and 'avaliação'. The 'slide' section contains three items: 'HCI: A Nova Interação', 'Com a evolução e a velocidade da comunicação, muitas...', and 'Comunicação entre duas pessoas. Chave: comunicação; evolução; ihc.'. The 'avaliação' section contains two items: 'O que significa a sigla IHC?' and 'Ideologias Humanas e Cadas...'.
- 2) Engenharia Semiótica na Web**  
 Linguagem: Português  
 Descrição: Apresentação da Engenharia Semiótica na Web  
 Autores: Rodrigo Mello  
 This LO is divided into four 'slide' sections:
  - 'Cachorro mordendo garrafa d'água. Chave: cachorro; cão; garrafa; água; azul. Um dos exemplos de Fragmento de Conteúdo é a foto. É possível...'.
  - 'Nona Sinfonia. Chave: Beethoven; nona; sinfonia; música. Outro exemplo são os sons que podem ser ouvidos...'.
  - 'Pombas na chaminé. Chave: Pombas; pombo; chaminé; tijolo. www.youtube.com/?id=99392929291'.
  - 'Gráfico das línguas. Chave: linguagem; alto; nível; baixo.'
- 3) Quando a Interação se Torna Gargalo**  
 Linguagem: Português  
 Descrição: Exemplos de situação onde a interação humano-computador coerente se faz obrigatória  
 Autores: Aline Antoniacomi

A search filter is visible over the first LO, with the text 'Filtro' and 'Alguns campos contêm "hci"'. Below the filter, there are radio buttons for 'Objetos de Aprendizado', 'Objetos de Conteúdo', and 'Fragmentos de Conteúdo'. The taskbar at the bottom shows several open windows: 'INFORMÁTICA', 'Engenharia Semiótica', 'HCI: A Nova I...', 'Slide: Vídeos', and 'predio.jpg'.

Figura 29: Desagregação de um conjunto de LOs agrupados por LO



No agrupamento por COs, ilustrado na figura 30, são mostrados apenas os COs e uma lista com os tipos de COs. O resultado é agrupado por esses tipos [VERBERT et al], que apresentam, adicionalmente, o número de resultados em cada um dos agrupamentos. Não existe mais a referência aos LOs como anteriormente (apenas após a seleção de um CO). Na representação da figura 30, por exemplo, existem 250 COs do tipo “SLIDE”. A visualização dos COs segue como na figura 29, mas com o auxílio adicional do componente “Mostrar” por meio do qual é possível selecionar apenas os tipos de COs de interesse<sup>3</sup> para facilitar a localização dos COs do repositório;

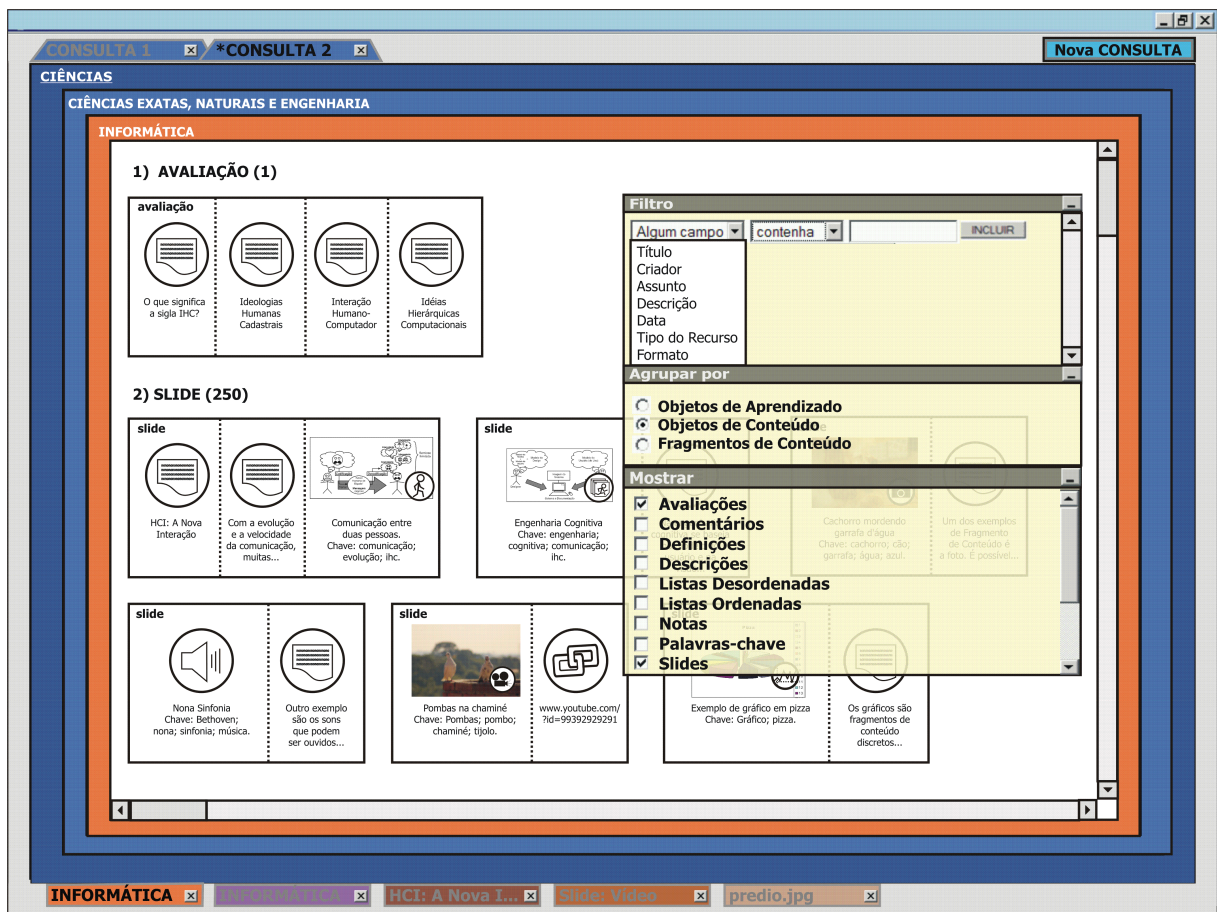


Figura 30: Lista de COs dos LOs, agrupados por tipo de CO

<sup>3</sup> As opções do componente “Mostrar”, presente na busca de LOs desagregados e agrupados por CO e CF, são fornecidas pela classificação da ontologia ALOCoM.

No agrupamento por CFs, além da listagem de tipos de CFs e do número de elementos presente em cada um desses conjuntos, a pré-visualização dos CFs, com seus títulos e palavras-chave, são evidenciados. A pré-visualização dos CFs aproveita o conteúdo com potencial comunicativo desses fragmentos de modo a facilitar a consulta do usuário. Por exemplo, uma fotografia é representada por uma amostra em tamanho menor da fotografia original com a adição de um ícone representando que aquela imagem representa uma fotografia (e não um vídeo, por exemplo). Não são representados nem as estruturas nem os metadados de COs e LOs. Essas informações podem ser obtidas apenas depois da seleção do CF. Assim como na visualização do agrupamento por COs, é possível mostrar apenas os tipos de CFs de interesse do usuário. Uma amostra da desagregação agrupada por CFs é mostrada na figura 31.

The screenshot displays a web application window titled "CONSULTA 1" and "\*CONSULTA 2". The main content area is titled "CIÊNCIAS" and "CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E ENGENHARIA". The current view is "INFORMÁTICA".

The main content is organized into three groups:

- 1) ANIMAÇÃO (25)**: Contains three items:
  - Engenharia Cognitiva (Chave: engenharia; cognitiva; comunicação; ihc).
  - IHC - Interação Humano-Computador (Chave: ihc; comunicação).
  - Distâncias na comunicação (Chave: engenharia; cognitiva; comunicação; ihc).
- 2) GRÁFICO (32)**: Contains three items:
  - Gráfico das línguas (Chave: linguagem; alto; nível; baixo).
  - Exemplo de gráfico em pizza (Chave: gráfico; pizza).
  - Exemplo de gráfico em linha (Chave: gráfico; linha).
- 3) IMAGEM (179)**: Contains five items:
  - Cachorro mordendo garrafa d'água (Chave: cachorro; cão; garrafa; água; azul).
  - Câmera fotográfica Nikon 1994 (Chave: nikon; camera; fotográfico; SLR).
  - Estátua da praça em da Catedral em Curitiba (Chave: Estátua; praça; catedral; Curitiba).
  - Lua Cheia (Chave: lua; cheia; astro; satélite).
  - Prédio antigo de Curitiba, ao lado da Catedral (Chave: prédio; antigo; Curitiba; catedral).

On the right side, there is a "Filtro" panel with a search field set to "contenha" and an "INCLUIR" button. Below the filter is a "Mostrar" panel with a list of content types and their selection status:

- Objetos de Aprendizado
- Objetos de Conteúdo
- Fragmentos de Conteúdo

The "Mostrar" panel also includes a list of content types with checkboxes:

- Animações
- Gráficos
- Imagens
- Links
- Simulações
- Sons
- Textos
- Vídeos

At the bottom of the window, there are several open tabs: "INFORMÁTICA", "HCl: A Nova L...", "Slide: Vídeo", and "predio.jpg".

Figura 31: Lista de CFs dos LOs, agrupados por tipo de CF

Em qualquer uma das interfaces de visualização da desagregação de LOs, ao “clique” em um dos elementos da interface (LOs, COs ou CFs), uma nova aba é aberta com o conteúdo do elemento em questão e sua pré-visualização. As interfaces de pré-visualização de LOs, COs e CFs serão descritas mais detalhadamente nas próximas seções.


### **5.6 Pré-visualização de LOs, COs e CFs**

Conforme [VERBERT et al], um LO é uma estrutura complexa que possui fragmentos de conteúdo organizados por navegação e acrescidos de um objetivo didático. Portanto, para a pré-visualização adequada de um LO, é necessário representar esta estrutura com a maior riqueza de informação possível. Vale lembrar que quando este trabalho introduziu o conceito de LO considerou-se apenas o conteúdo e não a forma, pois um conteúdo de aprendizado deve ser considerado com esses aspectos em separado [BRENNAN et al]. A forma de apresentação é de responsabilidade do sistema de publicação do conteúdo (LCMS, por exemplo) e deve ser uma característica do conteúdo de aprendizado publicado.

Na solução apresentada, é possível visualizar tanto LOs quanto COs ou CFs, assim que o usuário interage com os ícones e *links* da interface de desagregação ou de listagem de LOs. As telas correspondentes à pré-visualização de LOs, COs ou CFs são divididas em duas regiões (*frames*). Na região à esquerda, estão os metadados do elemento visualizado (LO, CO ou CF). Junto aos metadados está a informação do reuso do elemento, indicando quantas vezes ele foi utilizado no repositório. Ao “clique” nessa informação, é apresentada uma lista com os LOs que utilizam esse elemento. Na região à direita, é mostrada a pré-visualização do elemento selecionado. Seguem as descrições e as respectivas ilustrações das três formas de visualização.

As telas de pré-visualização de LOs tornam-se acessíveis quando o usuário “clique” no título de um LO na tela ilustradas pela figura 29, por exemplo. À esquerda



estão os metadados do LO (compatíveis com o padrão LOM) e a quantidade de vezes em que o LO foi utilizado a partir da consulta ao repositório. Os metadados são divididos conforme as regras do padrão [HERMANN]. Na região à direita, é possível visualizar um LO completo com todos os seus componentes: COs, CFs e a navegação entre estes elementos. É possível também desagregar esse LO, “clitando” no ícone , ou, então, visualizar um CO em particular. Essas ações levam a uma nova aba de visualização, como uma nova consulta. Um exemplo de pré-visualização de LOs é mostrado na figura 32. Outra possibilidade de visualização do conteúdo do LO será apresentada na seqüência

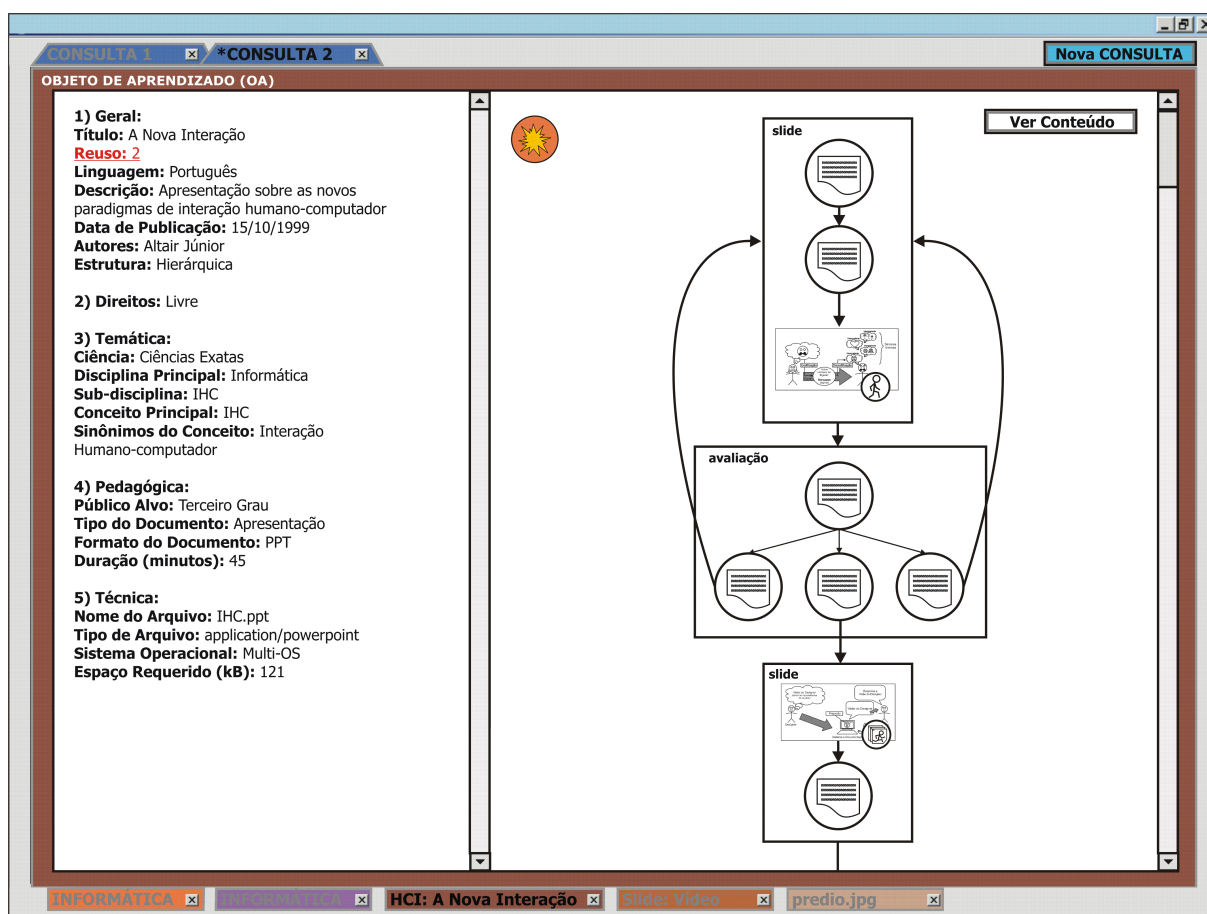


Figura 32: Visão da navegação e metadados de um LO

A interface contempla também a visualização de COs, que é disponibilizada quando o usuário “clica” na região retangular que delimita a área de representação dos COs (exceto na área dos ícones que representam os CFs) nas telas representadas pelas figuras 29 a 31. Na região esquerda são apresentados os metadados do CO e do seu reuso. À direita, são mostrados os metadados de cada um dos CFs que compõem o CO. A disposição é determinada pela navegação do CO. Na janela à direita, é proporcionada a pré-visualização dos CFs que compõem o CO. Uma numeração faz a correlação dos metadados com a pré-visualização. A figura 33 mostra um exemplo de pré-visualização de CO. Nela, é possível notar que a numeração “1)” representa o vídeo “pombas.mpg”.

The screenshot shows a software window titled "CONSULTA 1" and "\*CONSULTA 2" with a "Nova CONSULTA" button. The main area is divided into two panes under the heading "OBJETO DE CONTEÚDO (OC)".

**Left Pane (Metadata):**

- Tipo:** Slide
- Reuso:** 6
- Nome:** Vídeos
- Descrição:** Um dos exemplo de fragmentos de conteúdo, o vídeo.
- 1) Vídeo: pombas.mpg**
- Reuso:** 13
- Arquivo:** pombas.mpg
- Tipo:** Vídeo
- Descrição:** Pombas na chaminé.
- Palavras-chave:** Pombas; pombo; chaminé; tijolo.
- MIME:**
- Camera:** Sony DXC
- Lenght:** 5min
- Sound:** Yes
- Orientation:** Horizontal (normal)
- X-Resolution:** 72 dpi
- Y-Resolution:** 72 dpi
- Software:** Adobe Premier
- Date and Time:** 2006:11:28 01:40:00
- Date and Time (Original):** 2005:11:25 09:44:13
- Date and Time (Digitized):** 2005:11:25 09:44:13
- Compressed Bits per Pixel:** 4 bits
- User Comment:** DIGO
- Compression:** MPG
- Image Width:** 640 pixels
- Image Height:** 480 pixels
- 2) Texto: link\_passaros.txt**
- Reuso:** 2
- Arquivo:** link\_passaros.txt
- Tipo:** Link
- Descrição:** Link para o vídeo "Pássaros" na Internet.
- Palavras-chave:** Pássaro; Pombo; Ave; Dia; Chaminé.

**Right Pane (Pre-visualization):**

- 1)** A video player showing a still image of two pigeons on a chimney with a play button overlay.
- 2)** A link icon followed by the URL <http://www.youtube.com/?id=99392929291> and the text "Link para o vídeo "Pássaros" na Internet."

The taskbar at the bottom shows several open windows: "INFORMÁTICA", "HCI: A Nova I...", "Slide: Vídeo", and "predio.jpg".

Figura 33: Visão de um CO e seus metadados

Como dito anteriormente na corrente seção, outra possibilidade de pré-visualização de um LO é análoga à pré-visualização dos COs com a diferença de que existe a referência ao LO de origem. Os COs são citados por letras seqüenciais (A, B, C ...) e os fragmentos por números também seqüenciais. Um exemplo de visão de conteúdo dos LOs é apresentado na figura 34.

**OBJETO DE APRENDIZADO (OA)**

**Ver Navegação**

**Geral:**  
**Título:** HCI: A Nova Interação  
**Reuso:** 2  
**Linguagem:** Português  
**Descrição:** Apresentação sobre os novos paradigmas de interação humano-computador  
**Data de Publicação:** 15/10/1999  
**Autores:** Rodrigo Mello  
**Estrutura:** Hierárquica

**Direitos:** Livre

**Temática:**  
**Ciência:** Ciências Exatas  
**Disciplina Principal:** Informática  
**Sub-disciplina:** IHC  
**Conceito Principal:** IHC  
**Sinônimos do Conceito:** Interação Humano-computador

**Pedagógica:**  
**Público Alvo:** Terceiro Grau  
**Tipo do Documento:** Apresentação  
**Formato do Documento:** PPT  
**Duração (minutos):** 45

**Técnica:**  
**Nome do Arquivo:** IHC.ppt  
**Tipo de Arquivo:** application/powerpoint  
**Sistema Operacional:** Multi-OS  
**Espaço Requerido (kB):** 121

A) **Tipo:** Slide  
**Reuso:** 5  
**Nome:** Introdução HCI  
**Descrição:** Introdução ao material de apoio a IHC.

1) **Texto:** titulo\_hci.txt  
**Reuso:** 2  
**Arquivo:** texto\_video\_1.txt

**A.1)** HCI: A Nova Interação. Um estudo que mostra como os paradigmas de interação têm evoluído para o melhor acesso aos conteúdos.

**A.2)** Com a evolução da tecnologia muitas das interfaces de acesso a informações eram pouco utilizadas por não apresentarem as condições mínimas para o uso. Isso de alguns anos para cá vem mudando com a introdução de linguagens visuais de maior acessibilidade.

**A.3)**

**Canal**  
**Codificação**  
**Decodificação**  
**Interpretante**  
**Semiose Ilimitada**  
**Adoro Homens de Bigode**  
**Mensagem (signos)**

Figura 34: Visão dos conteúdos e metadados de um LO

Na pré-visualização de CFs, assim como nos outros casos, são mostrados os metadados que indexam o fragmento na área da esquerda e a pré-visualização do fragmento à direita. O acesso à pré-visualização do CF é realizado quando o usuário “clica” em um dos ícones que representam o CF, como ilustrado nas telas das figuras 29, 30 e 31. Se o fragmento for uma imagem, gráfico ou foto é mostrado o fragmento (em melhor qualidade e em maior tamanho que no ícone da interface de desagregação), juntamente com o ícone correspondente ao tipo de fragmento. Se for um texto ou *link*, é mostrado o próprio conteúdo do texto ou *link*. Se for uma animação, vídeo, som ou música, a interface apresenta os comandos necessários para reproduzi-los ou executá-los. Um exemplo de um fragmento de tipo foto é mostrado na figura 35.

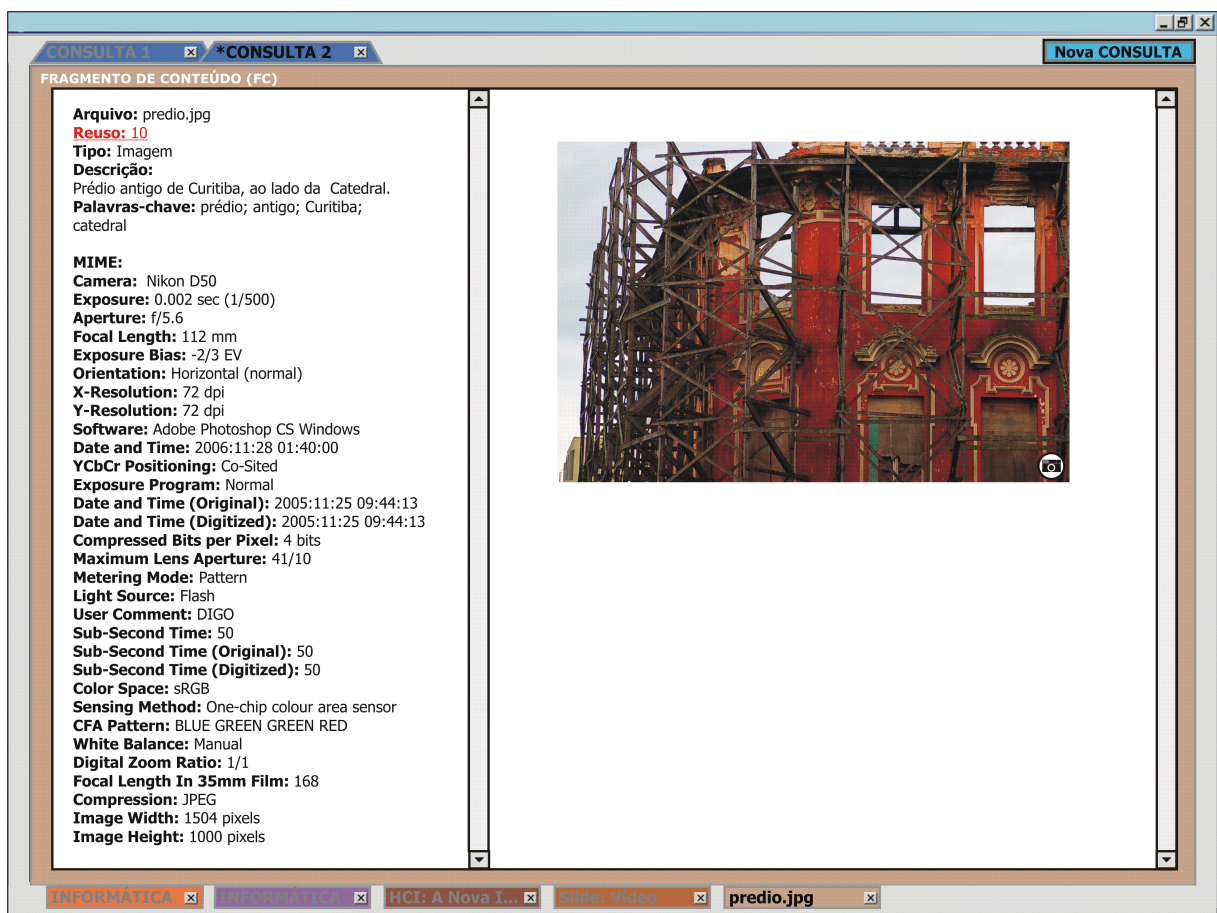


Figura 35: Visão de um CF e seus metadados

## 5.7 Diretrizes

Ao realizar uma análise do ambiente proposto no presente trabalho, pode-se verificar que os critérios de avaliação construídos no decorrer do mesmo foram exaustivamente buscados como apoio à construção da solução.

A. Atalho para o ponto inicial da consulta ou pontos intermediários: A verificação deste critério foi buscada na solução, pois seria possível “clique” em posições intermediárias da consulta nos níveis classificatórios;

B. Reaproveitamento de consultas anteriores na elaboração de uma nova consulta: Esta característica pode ser vista nas ferramentas de filtragem presentes no protótipo em *storyboarding*. Para realizar uma nova consulta seria possível remover ou acrescentar cláusulas à filtragem corrente [YEE et al];

C. Visualização da posição relativa do resultado no contexto da classificação do repositório: Este critério foi incorporado ao protótipo por meio da permanência do caminho da consulta durante a toda a navegação na estrutura;

D. Visualização estratégica do repositório completo: Este critério já era considerado na solução de mapa de árvore [KLERKX et al 2];

E. Visualização sintética e analítica do resultado da busca: Este critério também era explorado pela solução escolhida, mas a solução apresentada acrescenta, ainda, a possibilidade de visualização analítica [WIZA et al 2004] do conteúdo dos LOs, a partir da possibilidade de desagregar os LOs em COs e CFs e ainda a visualização da navegação do LO;

F. Visualização do resultado por diferentes atributos: Este critério foi buscado pela possibilidade de visualização do resultado por mapeamentos diferentes na interface de busca por LOs. A janela “Mapeamento” viabilizaria esta característica.

G. Pré-visualização da estrutura semântica do conteúdo com o aproveitamento do potencial comunicativo do conteúdo: Este critério foi buscado no processo de busca dos elementos que compõem um LO, que foi chamada no presente trabalho de “busca nos LOs desagregados” [KLERKX et al 3];

H. Técnicas de manipulação direta do resultado da busca: A interface de mapa de árvore [KLERKX et al 2] já possuía essa característica. Entretanto, foi adicionada a possibilidade de manipulação direta dos elementos que formam os LOs;

I. Potencialidade da resposta como insumo à avaliação do resultado: Este critério já era atendido pelo trabalho tomado como base [KLERKX et al 2] para a construção da solução. Entretanto, foi adicionada a analogia da área dos retângulos das consultas com a quantidade de elementos contidos nessas regiões e também a visualização apenas das regiões que contêm algum resultado compatível com a consulta;

J. Potencialidade da resposta como insumo à análise comparativa de resultados: Este critério foi considerado pela proposta do sistema de abas [FIREFOX] para as novas consultas. Com esta técnica seria possível comparar o resultado de uma consulta em duas abas diferentes;

L. Adoção de um padrão de metadados: O padrão LOM, como possível indexador e base para a escolha dos campos de pesquisa, foi mantido e o padrão Dublin Core foi sugerido como opção para a base de escolha dos campos de pesquisa do filtro dos elementos que compõem o LO (COs e CFs);

M. Busca federada: Em casos de bases de dados federadas, seria possível facilmente acrescentar à interface a opção de filtragem e agrupamento pela localização do objeto.

## 6 Considerações finais e trabalhos futuros

Dois problemas relacionados ao reuso de objetos de aprendizado largamente relatados na literatura têm sido a identificação de objetos de interesse e a sua visualização. Estas ações, quando resolvidas adequadamente, se constituem em insumos à decisão posterior relativa ao reaproveitamento de objetos. O presente trabalho consistiu no levantamento de uma série de soluções disponíveis e na construção de uma proposta de ambiente em *storyboarding* ancorada em conceitos da área de IHC.

Como visto na seção 5.7, os resultados da trajetória do trabalho trouxeram contribuições relevantes à busca e pré-visualização dos LOs. Os objetivos iniciais do presente trabalho foram alcançados, como atesta a argumentação a seguir acerca do ambiente de interface proposto.

Os refinamentos sucessivos foram previstos nas ferramentas de filtragem de informação [YEE et al] e na própria navegação nos mapas de árvore [KLERKX et al 2] que refinariam a busca a cada interação.

O ambiente de interface proposto contempla a visualização dos LOs, além de seus componentes (COs e CFs) e permite a identificação dos diversos tipos de LOs e de suas estruturas complexas.

O padrão IEEE/LOM foi utilizado como possível indexador dos LOs e na ferramenta de filtragem e recuperação de informação.

Houve uma preocupação muito grande em fornecer ao usuário auxílio na navegação e coerência na linguagem visual do ambiente com o objetivo de facilitar o processo de busca e pré-visualização das informações do repositório de LOs.

Na continuidade do trabalho, o próximo passo seria a implementação de um protótipo funcional do ambiente de interface proposto com o objetivo de realizar

testes de usabilidade e comunicabilidade com a participação de potenciais usuários, de forma a permitir a avaliação da solução e a sua melhoria futura.

Alguns trabalhos futuros importantes seriam: a incorporação de novas capacidades de busca à ferramenta de filtragem de informação [CARDOSO 2000]; o aprimoramento da ordenação dos resultados apresentados pelas buscas como a ordenação por *ranking* dos resultados apresentados [OCHOA et al]; o apoio ao processo de busca cooperativo entre os usuários do repositório, com a indexação cooperativa e dinâmica dos objetos e a possibilidade de anotações sobre o uso dos objetos reutilizados, como insumo à novas decisões sobre o seu possível reaproveitamento, entre outras.



## BIBLIOGRAFIA

[ARIADNE] ARIADNE – Foundation for the European Knowledge Pool.  
<http://www.ariadne-eu.org/>

[BOURDA et al] BOURDA, Yolaine et HÉLIER Marc (2000) Métadonnées et XML: Application aux Objets Pédagogiques, TICE 2000, Troyes octobre 2000.  
[http://wwwsi.supelec.fr/yb/publis/tice2000\\_2.pdf](http://wwwsi.supelec.fr/yb/publis/tice2000_2.pdf)

[BAEZA-YATES et al] BAEZA-YATES, Ricardo, RIBEIRO, Berthier N. (1999) Modern information retrieval. New York, N.Y.: Addison-Wesley. 513p.

[BRENNAN et al] BRENNAN, Michael; FUNKE, Susan; ANDERSON, Cushing. IDC White Paper (2001) The Learning Content Management System – A new eLearning Market Segment Emerges.

[CARD et al] CARD, S., MACKINLAY, J. D., SHNEIDERMAN, B.(1999). Readings in Information Visualization, using vision to think, Morgan Kaufmann Publishers, Inc.

[CARDOSO 1999] CARDOSO, J.C. (1999) Considerações em interfaces de Bibliotecas Digitais. Porto Alegre, 1999. 45f. Trabalho individual II. (Mestrado em Ciência da Computação) – Faculdade de Informática, PPGCC/PUCRS, novembro, 1999.

[CARDOSO 2000] CARDOSO, J.C. (2000) iLIB, Uma Proposta de Interface de Consulta Personalizável Para Bibliotecas Digitais.

[CATON et al] CATON, Jeff; KATZMAN, Jeff. Peer3 (2001) Evaluating Learning Content Management Systems (LCMS) – Establishing Criteria for Comparison.

[CC] Creative Commons. <http://creativecommons.org/>

[DCEDUCATION] DCEDUCATION (1999). Dublin Core Education, Study of 6 education metadata projects. <http://www.ischool.washington.edu/sasutton/DC-Education.html>

[DIX et al] DIX, Alan, FINLAY, Janet, ABOWD, Gregory et al. (1998) Human computer interaction. 2.ed. London: Prentice-Hall. 628p.

[ECO] ECO, U. (1976) A Theory of Semiotics, Bloomington, IN: Indiana University Press.

[EDNA] EdNA – Australian Free Online Network for Education. <http://www.edna.edu.au/edna/go>

[ELOGIC] eLogic Learning. <http://www.elogiclearning.com/>

[FAIT et al] FAIT, Holly; HSI, Sherry (2005) From Playful Exhibits to LOM: Lessons from Building an Exploratorium Digital Library.

[FELDSTEIN] FELDSTEIN, Michael. (2002) What's important in a learning content management system. ACM Portal – eLearning Magazine.

[FILATRO et al] FILATRO, Andréa; PICONEZ, Stela (2004) Design Instrucional Contextualizado.

[FIREFOX] Mozilla FIREFOX. <http://www.mozilla.org/>

[FISHER] FISHER, G. (1998) "Beyond 'Couch Potatoes': From Consumers to Designers" In Proceedings of the 5th Asia Pacific Computer-Human Interaction Conference. IEEE Computer Society. pp.2-9.

[GNU] GNU – Copyleft. <http://www.gnu.org/copyleft/>

[HATALA et al] HATALA, Marek; NESBIT, John. An Evaluatory Approach to Building a Learning Object Repository.

[HERMANN] HERMANN, Thomas. Overview of LOM Draft 6.4. (IEEE P1484.12/D6.4 LOM)

[http://www.september15.net/log\\_september15\\_archive/LOM6\\_4\\_mindmap.html](http://www.september15.net/log_september15_archive/LOM6_4_mindmap.html)

[IEEE] IEEE (2002), 1484.12.1-2002 - Draft Standard for Learning Object Metadata, 15 de julho de 2002.

[INFO-EDUCAÇÃO] INFO-EDUCAÇÃO (2000) Informática na Educação: Teorias & Prática. UFRGS, v. 3, n. 1, Porto Alegre, set. 2000.

[JAKOBSON] JAKOBSON, R. (1970) Lingüística e Comunicação. Cultrix, São Paulo.

[JONES] JONES, Susan. Australian Flexible Learning Framework (2004) Learning Objects Quick Guide – Developing concepts and technologies in the VET sector.

[KLERKX et al 1] KLERKX, Joris et al. “An Information Visualization Framework for Accessing Learning Objects Repositories”, Dept. Computerwetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven.

[KLERKX et al 2] KLERKX, Joris et al. “Using Information Visualization for Accessing Learning Object Repositories”, Computer Science Department, K. U. Leuven.

[KLERKX et al 3] KLERKX, Joris et al. “Visualizing Reuse: More than Meets the Eye”, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.

[KOWALSKI] KOWALSKI, G. (1997) Information retrieval systems: theory and implementation. Boston: Kluwer Academic. 282p.

[LEITE] LEITE, J.C. (1998) Projeto de interfaces de usuário. Rio Grande do Norte, 1998. Polígrafo (Curso de Ciência da Computação) - Faculdade de Informática e Matemática Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

[LINDGAARD] LINDGAARD. G. (1994) Usability Testing and System Evaluation. London, UK: Chapman & Hall.

[MALLARD] MALLARD, Romain (2004) Interoperabilidade dos Conteúdos Didáticos Digitais: Uma Contribuição a Questão dos Padrões.

[MARUMUSHI] MARUMUSHI - Newsmap Application.

<http://www.marumushi.com/apps/newsmap/newsmap.cfm>

[MERLOT] MERLOT – Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>

[MOODLE] MOODLE - Course Management System. <http://moodle.org/>

[NADIN] NADIN, M. (1988) "Interface Design and Evaluation - Semiotic Implications". Em Hartson, R. e Hix, D. (eds.), Advances in Human-Computer Interaction, Volume 2, 45-100.

[NAJJAR] NAJJAR, Jehad et al. "Finding Appropriate Learning Objects: An Empirical Evaluation", Computer Science Department, K. U. Leuven.

[NORMAN et al 1986] NORMAN, D.A.; DRAPER, S.W. (1986) User Centered System Design. Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates. Norman, D.A. Cognitive Engineering.

[NORMAN 1986] NORMAN, D. (1986) Cognitive Engineering. In D. Norman & S. Draper (eds.) User Centered System Design. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum. pp.31-61.

[NOVELLO] NOVELLO, Taisa Carla. Ontologias, Sistemas Baseados em Conhecimento e Modelos de Bancos de Dados.

[OCHOA et al] OCHOA, Xavier et al. (2006). Use of Contextualized Attention Metadata for Ranking and Recommending Learning Objects, ACM.

[PEIRCE] PEIRCE, C.S. (1977) Semiótica. São Paulo, Ed. Perspectiva S.A. (Coleção Estudo, n.46).

[PERNIN] PERNIN, Jean-Phillipe (2002) Objects pédagogiques: Unités d'apprentissages activités ou ressources?, STE (Sciences et Techniques Educatives), Hors série Ressources Numériques, XML et Education, Ed° Hermès, 2002.

[PHPMYADMIN] PHPMYADMIN. <http://www.phpmyadmin.org/>

[PINTO et al] PINTO, Gabriela R. P. R.; PEREIRA, Hernane B. de B.; BURNHAM, Teresinha. Definição de uma Ontologia para os Canais Preferenciais de Difusão do Conhecimento Técnico-Científico: Fase de Preparação.

[SCENARI] SCENARI. <http://www.digitalsk.com.br/v3/home/>

[SIMARD] SIMARD, Cyrille (2002) Normalisation de la formation en ligne, enjeux, tendances et perspectives, Document d'orientation stratégique, Agence Universitaire de la francophonie, NordSud.org, Février 2002.

[http://ameriqueu-nord.auf.org/documents/Normalisation\\_e-formation.pdf](http://ameriqueu-nord.auf.org/documents/Normalisation_e-formation.pdf)

[SKILLICORN] SKILLICORN, D. B. (1996). Using distributed hypermedia for collaborative learning in universities. The Computer Journal, 39, 471-482.

[SMETE] SMETE Digital Library. <http://www.smete.org/smete/>

[de SOUZA 1999] de SOUZA, C.S. (1999) "Semiotic engineering principles for evaluating end-user programming environments". Em Lucena, C.J.P. (ed.) Monografias em Ciência da Computação. Departamento de Informática. PUC-Rio/Inf MCC 1099. Rio de Janeiro. 23p.

[de SOUZA 2004] de SOUZA, Clarisse Siekenius – The MIT Press (2004) The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction.

[de SOUZA et al] de SOUZA et al. (1999) Projeto de Interface de Usuário: Perspectivas Cognitivas e Semióticas. Capítulo de Livro. JAI - jornada de Atualização em Informática. rio de Janeiro. pp.425-476.

[de SOUZA, L.] de SOUZA, L. (2004) Informação de Auxílio ao Usuário no Paradigma de Auto-Publicação em Arquivos Abertos. Dissertação de Mestrado.

[TOOLBOOK] TOOLBOOK – A Sumtotal Product. <http://www.toolbook.com/>

[USHOLD et al] USHOLD, M. GRUNINGER, M. (1996) Ontologies: Principles, methods and applications. Knowledge Engineering Review.

[VERBERT et al] VERBERT, K et al. (2004). Toward a Global Architecture for Learning Objects: A Comparative Analysis of Learning Object Content Models.

[WARE] WARE, C. (2004). Information Visualization, perceptions for design, second edition, Elsevier, Morgan Kaufmann Publishers, Inc.

[WILEY] WILEY, D.A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy.

[WIZA et al 2004] WIZA, Wojciech et al. (2004) "Periscope – A System for Adaptive 3D Visualization of Search Results", ACM.

[WIZA et al 2003] WIZA, W., WALCZAK, K., CELLARY, W. (2003) Adaptive 3D Interfaces for Search Result Visualization. IADIS International Conference e-Society 2003, 365-372.

[YEE et al] YEE, Ka-Ping; SWEARINGEN, Kirsten; LI, Kevin; HEARST, Marti (2003) Faceted Metadata for Image Search and Browsing.

## **ANEXO A**

### ***A.1 Utilização da Visualização de Informação para o Acesso a Repositórios de Objetos de Aprendizado***

A forma mais comum para a busca de LOs em LORs é por meio de formulários eletrônicos em que o usuário cria combinações booleanas de critérios para elaborar sua pesquisa. No artigo [KLERKX et al 2], são utilizadas técnicas de Visualização de Informação com o objetivo de tornar a busca de LOs um processo mais flexível e interativo. Visualização de Informação é o uso de representações visuais apoiadas por computador de dados abstratos para diminuir o esforço cognitivo do usuário [CARD et al].

Em [KLERKX et al 2], é enfatizada a importância do espaço utilizado para a apresentação dos LOs resultantes da consulta. A escolha dos metadados mais importantes para a identificação de cada um dos resultados da busca é de suma importância, pois o espaço de visualização é limitado. Em relação à identificação, o LOM pode informar a classificação semântica do LO. [KLERKX et al 2] cita que a classificação semântica é uma forma interessante para a classificação de um LOR, uma vez que normalmente os estudantes e professores costumam iniciar suas buscas por um tópico em particular. Além disso, a divisão por classificação semântica cria uma série de subdivisões interessantes para a visualização do LOR.

No ambiente descrito em [KLERKX et al 2], existem basicamente duas maneiras para realizar a busca de LOs. Pode-se formular uma consulta simples ou avançada por meio do preenchimento de formulários eletrônicos que permitem ao usuário criar critérios booleanos de busca ou buscar por meio das categorias de classificação dos LOs, navegando pela estrutura classificatória do repositório. Já para ter acesso a um LO, o usuário pode: a partir de uma tela sem resultado algum, realizar uma consulta simples ou avançada, analisar o resultado obtido e reformular seus critérios de busca caso necessário. Essa técnica pode ser muito desgastante e pode consumir muito tempo; ou a partir de uma tela que mostra o LOR por completo, filtrar os



resultados apresentados por meio da manipulação dos metadados do repositório. Esse processo só tem sucesso em sistemas com grande interatividade. Uma combinação dos dois métodos é também possível. O usuário poderia fazer uma consulta simples para que os primeiros LOs sejam apresentados e esse resultado ser o ponto de partida para a visualização.

Em [KLERKX et al 2], foram estudadas três possibilidades de interface:

**Diagrama de Venn** (figura A.1): É a representação do relacionamento entre grupos de objetos que compartilham nenhuma, algumas ou todas as suas características;

**Árvore Hiperbólica** (figura A.2): É uma técnica de foco e contexto baseada na geometria hiperbólica para visualização e manipulação de grandes hierarquias. O usuário pode navegar na árvore hiperbólica “clcando” nos nós de interesse. Fazendo isso, o usuário trás o nodo “clcado” para o foco central;

**Mapa de Árvore** (figura A.3): É uma visualização de estruturas hierárquicas. É compacta e tem como base a subdivisão recursiva de um espaço retangular. É utilizada no LOR Ariadne. Nele, são utilizadas duas cores: a vermelha representa que o usuário corrente não tem acesso ao LO em questão e a verde representa que o LO pode ser utilizado livremente por qualquer usuário. O usuário pode aprofundar-se nas classificações do LOR que sejam de seu interesse. A interface mostra apenas alguns poucos dados sobre o LO (título, autor e identificador), mas o usuário pode selecionar o LO para ter acesso a mais informações. O usuário inicia com uma visão global do LOR e filtra os resultados por meio da manipulação dos metadados e da classificação do LOR.

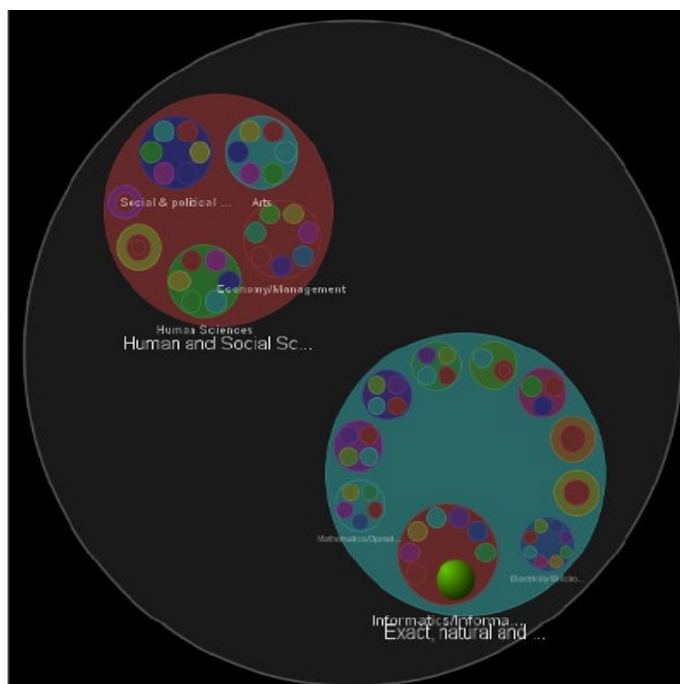


Figura A.1: Diagrama de Venn [KLERKX et al 2]

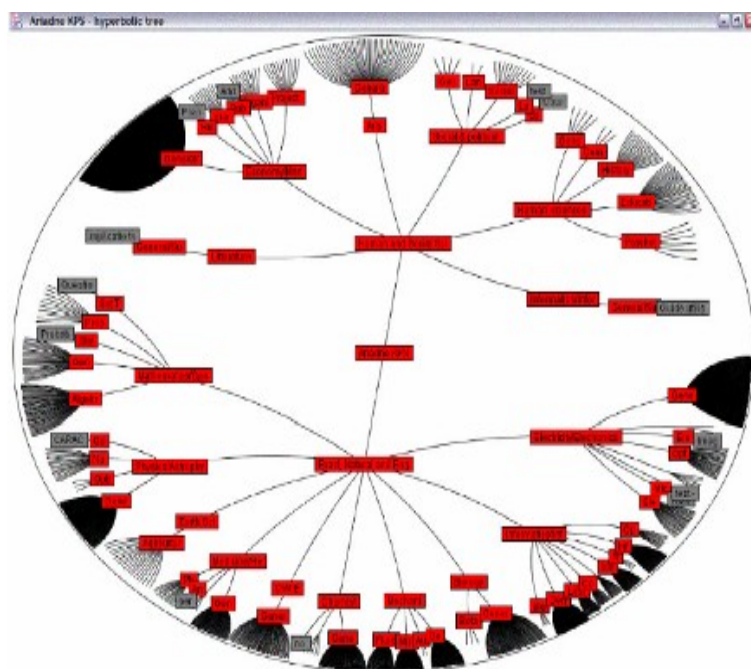


Figura A.2: Árvore Hiperbólica [KLERKX et al 2]

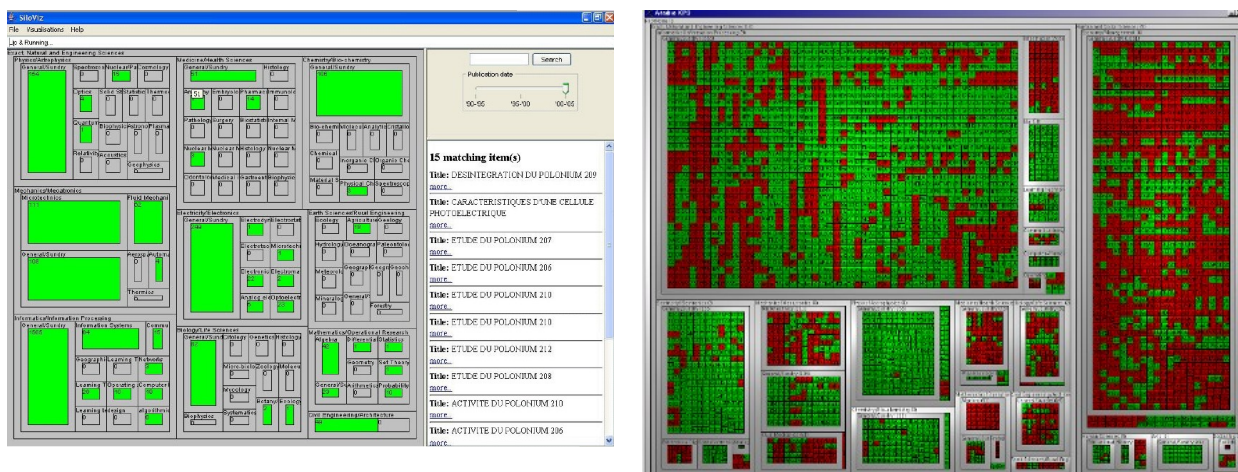


Figura A.3: Mapa de Árvore [KLERKX et al 2]

Na solução de **diagrama de Venn**, cores podem ser utilizadas para mostrar informações adicionais e o conceito da teoria de conjuntos é amplamente difundido nas ciências exatas, o que podem ser consideradas vantagens. Mas, nessa solução existem algumas desvantagens como: a relação entre o rótulo de classificação e o elemento rotulado é confusa; muito espaço é desperdiçado; no nível mais baixo de classificação mais espaço ainda é desperdiçado (como se pode ver na figura A.4); e o fato de que o usuário perde a visão geral do LOR e precisa, quando está no nível mais baixo de classificação, lembrar do caminho da sua consulta para voltar ao ponto inicial ou níveis anteriores.

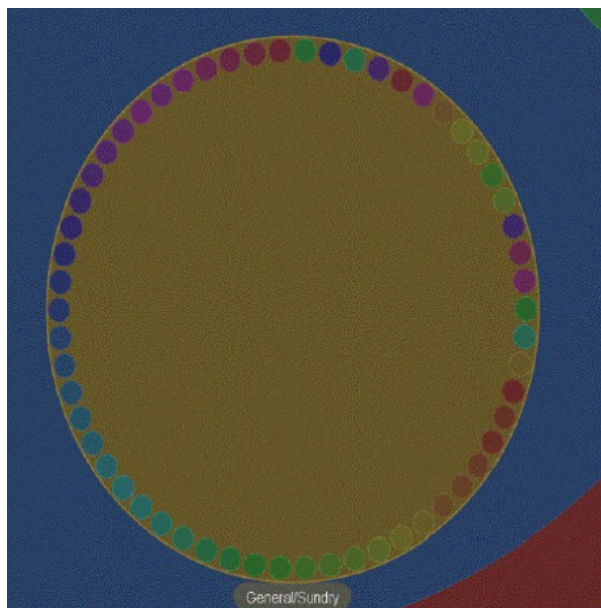
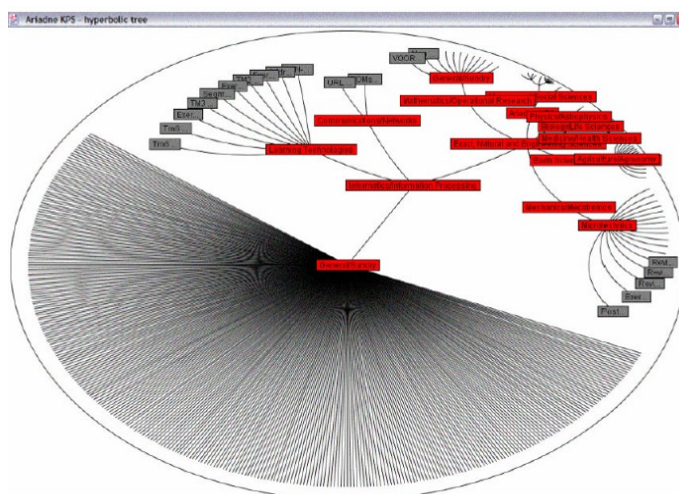


Figura A.4: Último nível da classificação semântica [KLERKX et al 2]

Na solução de **árvore hiperbólica**, pode-se citar algumas vantagens: o fato de o usuário poder navegar pela árvore e escolher o LO; o espaço que, apesar de parecer mal aproveitado, é re-allocado dinamicamente à medida que o usuário utiliza a interface e muda o foco da consulta; e a possibilidade de utilização do uso de cores para mostrar informações adicionais. Mas, como na solução anterior, existem algumas desvantagens: quando o usuário faz uma escolha inapropriada de que campos de metadados utilizar, a árvore apresenta poucos nós internos<sup>4</sup> e, portanto, apresenta os dados de maneira complexa, o que faz o usuário perder tempo; o espaço visual para cada nó é muito pequeno para se adicionar informações textuais como o título, autores, entre outros; a interface não se mostrou satisfatória utilizando apenas a classificação semântica dos LO como classificação hierárquica, pois resultou em poucos nós internos e muitos nós folha com o mesmo nodo pai (o que pode ser visto na figura A.5); quando muitos campos de metadados são adicionados, a visão geral do LOR pode ser comprometida, pois o usuário pode perder o nó inicial da árvore e a sua localização devido à grande quantidade de níveis.

---

<sup>4</sup> Em relação aos poucos nós internos na interface, o autor propõe a possibilidade de introdução de uma nova forma de classificação (outros elementos de metadados, por exemplo) para complementar a classificação semântica e aumentar a quantidade de nós.



**Figura A.5: Exemplo em que um nó interno possui muitos nós folha na árvore hiperbólica**  
**[KLERKX et al 2]**

Na solução de **mapa de árvore**, o usuário tem uma visão geral de todo o LOR. Isto permite ao usuário a mobilidade de navegar pelas classificações sem se perder; é possível, também, incluir novos níveis hierárquicos por meio da consulta ou da manipulação de metadados. É possível, por exemplo, incluir um novo nível que represente a granularidade dos LOs (curso completo, recurso, lição entre outros); um novo nível de informações sobre o objeto pode ser adicionado com a utilização de cores. Pode-se utilizar qualquer campo de metadados com este propósito, tais como linguagem ou direitos autorais. Isso facilitaria a visualização rápida destas características dos LOs; é passível de controle e possibilita a navegação em relação à especialização e generalização da pesquisa nas áreas de interesse; pouco espaço é perdido, pois toda a área de visualização é utilizada. Não obstante, apresenta as seguintes desvantagens: quando se utiliza apenas a classificação semântica dos LOs, é possível ter muitos objetos em apenas um nível; o usuário não consegue ter resposta para as perguntas: *“Quantos objetos eu tenho sobre química ou física?”* *“Posso utilizar a maioria dos objetos ou são restritos?”* *“A maioria dos objetos são cursos completos ou são apenas pequenas lições ou fragmentos de texto?”*; se o usuário estiver procurando um LO específico, ele terá problemas para encontrá-lo, pois ele estará entre vários outros na mesma classificação; pela quantidade de LOs

apresentados na visualização (e o tamanho de cada um deles), é difícil utilizar outro artifício visual que não as cores.

Em relação aos estudos realizados sobre as possibilidades de interface de visualização de informação, [KLERKX et al 2] conclui que: o método de diagrama de Venn apresentou os resultados menos satisfatórios. Nele perde-se a visão geral do LOR e muito espaço é perdido durante a sua visualização, principalmente no último nível de classificação (Figura A.4). Outro resultado negativo, é a interpretação dos rótulos que fica confusa quando se representam muitos conjuntos; árvores hiperbólicas e mapa de árvore são mais interessantes, mas apenas se combinadas com métodos de filtragem sobre os elementos dos metadados que são utilizados para agrupar os LOs; o método mapa de árvore se mostrou o mais robusto quanto à distribuição da estrutura do resultado no espaço, quanto à relação da ordem de grandeza do conjunto de objetos do repositório pelo número de *pixels* disponíveis e retorno ao ponto inicial da consulta. Ele também apresentou vantagens sobre os outros por poder combinar técnicas adicionais como o *zoom* semântico e outras técnicas auxiliares para o acesso aos LOs.

## ***A.2 Um Ambiente de Desenvolvimento que Utiliza Visualização de Informação para Acessar Repositórios de Objetos de Aprendizado***

O artigo [KLERKX et al 1] complementa os estudos realizados em [KLERKX et al 2] e mostra um ambiente de desenvolvimento bem flexível para desenvolvimento de interfaces utilizando técnicas de Visualização de Informação. Com esse ambiente de desenvolvimento, foram criados estudos de caso com o LOR Ariadne e os artigos da conferência EdMedia.

O ambiente foi implementado por [KLERKX et al 1] com o objetivo de auxiliar ao desenvolvimento de interfaces com base na Visualização de Informação. Devido à flexibilidade do ambiente, é possível criar visualizações diferenciadas com pouco trabalho. Os estudos de caso no repositório Ariadne com as técnicas de mapas de



árvore e árvore hiperbólica, além do protótipo realizado para a conferência EdMedia, são exemplos de uso do ambiente de desenvolvimento.

Um dos protótipos foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar os usuários do LOR Ariadne a encontrarem LOs de maneira mais interativa. A técnica de visualização de informação utilizada foi a de mapas de árvore para visualizar a classificação semântica hierárquica dos LOs com base no padrão de metadados LOM, que é utilizado pelo Ariadne. A figura A.6 mostra um exemplo da interface.

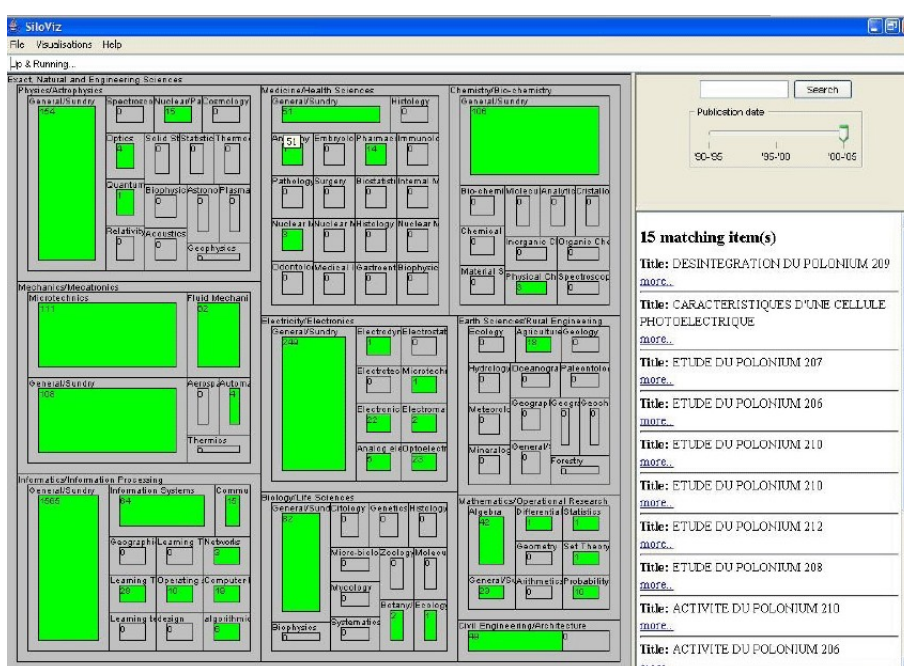


Figura A.6: Exemplo da interface do protótipo [KLERKX et al 1]

Conforme a figura A.6, a interface se divide em três partes. A região à esquerda mostra a representação de LOs ou de um conjunto de LOs no repositório. A região à direita conta com um painel que se divide em um **formulário de filtragem de informação** e um **painel com a listagem** dos LOs compatíveis com a consulta corrente (mostrando o título do LO e algumas informações de seus metadados).

As áreas retangulares mostram, pelo recurso da cor, se existe algum LO que seja compatível com a filtragem realizada assim como o número de LOs na região. As áreas de cor verde representam que nelas existe algum objeto compatível com a

consulta. A cor verde foi escolhida por ser em nosso cérebro fortemente ligada à alta precedência [WARE]. As áreas de cor cinza representam que nelas não existem objetos compatíveis com a consulta. Nenhum LO é mostrado inicialmente, apenas a classificação e o número de LOs compatíveis em cada região. Um LO é compatível com a consulta quando seus metadados se enquadram na classificação da área retangular específica e no critério de filtro realizado. O usuário pode navegar na da estrutura “clitando” nas áreas retangulares, isso faz com que ele se aproxime cada vez mais da estrutura do repositório e refine o critério de busca.

Quando o usuário chega ao último nível de classificação dos LOs, são apresentadas regiões contendo parte do título de cada um dos LOs presentes nessa classificação. Ao se passar o cursor sobre essas regiões, o título é mostrado por completo em uma caixa auxiliar, juntamente com a informação do identificador do LO no LOR Ariadne como se pode ver na figura A.7. Ao “clicar” na região retangular, o usuário é levado à área de *download* do LO.

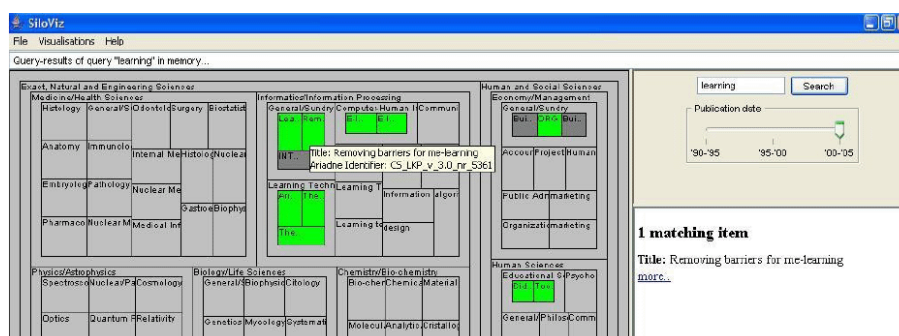


Figura A.7: Detalhe da interface do protótipo [KLERKX et al 1]

A conquista do protótipo [KLERKX et al 1] foi a de possibilitar ao usuário navegar na estrutura do repositório sem a necessidade da formulação de critérios de busca complexos e avaliação dos resultados apresentados para posterior refinamento dos critérios de busca. O usuário pode ainda manipular filtros relacionados a metadados, navegar nos grupos de LOs mais relevantes e, além disso, ter uma visão geral de como os filtros de busca restringem a quantidade de LOs relevantes em cada grupo.



O consórcio GLOBE unificou a busca dos LOs em seus repositórios por meio de uma busca federada<sup>5</sup> apoiada em metadados. Essa forma de busca abre um grande leque de possibilidades. Alguns itens de informação úteis no caso de uma busca federada seriam a localização na Internet e o tamanho do objeto para que o usuário possa escolher apenas LOs que sejam de fácil acesso (tamanho, banda). A localização poderia ser fator decisivo na utilização ou não do objeto pela questão da facilidade de contato e cooperação com o criador do LO. Cada um dos LOR poderia se especializar em determinado assunto ou área do conhecimento e essa diferenciação poderia ser evidenciada. O usuário pode ainda querer saber qual repositório contém o maior número de LOs sobre um tópico específico e o número de vezes que os LOs foram utilizados no contexto desse tópico.

Em relação ao protótipo que utilizava a representação em mapa de árvore (implementado no ambiente de desenvolvimento), pode-se concluir que existem algumas limitações: coleções com classificações muito vastas tendem a tornar os retângulos de visualização muito pequenos dificultando a navegação (acesso) e à leitura dos rótulos das classificações; retornar aos níveis hierárquicos anteriores se torna uma tarefa difícil devido ao tamanho físico dos rótulos e a falta de auxílio da interface; a interface não apresenta com o devido destaque o caminho da hierarquia (contexto) até o nível corrente; a pré-visualização textual dos LO é pobre e apresenta poucas informações sobre os metadados do LO e nada sobre o seu conteúdo; a busca é realizada apenas por meio dos metadados que os descrevem e não nas informações do próprio LO; nos exemplos apresentados são utilizados poucos campos de metadados para a filtragem da consulta.

### ***A.3 Visualização do Reuso: “Mais do que os Olhos Podem Observar”***

O artigo [KLERKX et al 3] complementa os estudos realizados em [KLERKX et al 2] e [KLERKX et al 1]. Nele é apresentada uma aplicação interativa de visualização de grandes repositórios com pequenos componentes de LOs criados por meio da desagregação de conteúdos didáticos completos. As ferramentas LCMSs (eLogic®,

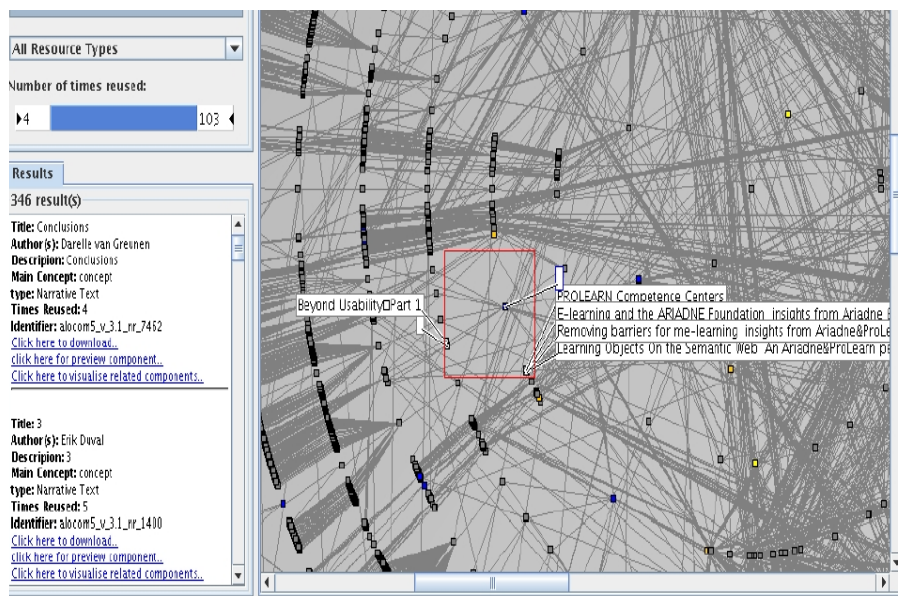
<sup>5</sup> Busca simultânea e descentralizada de informações em múltiplas fontes de dados distintas na Internet.

Scenari®, Toolbook® e Moodle®) e os LORs (ARIADNE, MERLOT, SMETE e EdNA) analisados na seção 4.1.7 não possibilitam a decomposição dos LOs em parcelas mais granulares, ou seja, o LO sempre tem a granularidade estática e definida pelo autor. Muitas vezes, isso acaba por contrariar uma das premissas dos LOs que é a reutilização, pois o LO acaba perdendo a característica de reutilização pela sua grande granularidade ou o seu contexto especializado. O objetivo da decomposição de grandes conteúdos é a criação de componentes menores que possam ser utilizados em tempo real e sem modificações ou adaptações em outros conteúdos ou contextos. O estudo de caso apresentado é o repositório ALOCOM.

Foi desenvolvida uma ferramenta para desagregar os conteúdos didáticos para introduzi-los no repositório ALOCOM. Na desagregação de conteúdos, um conteúdo é dividido por seus componentes. No caso de uma apresentação, ela é dividida entre seus *slides* e, posteriormente, por suas imagens, textos, diagramas, entre outros. Metadados são criados e armazenados para cada um desses dos componentes.

No trabalho, a desagregação de conteúdos foi aplicada em 653 apresentações PowerPoint® do repositório ALOCOM, de onde foram extraídos 48286 componentes. O reuso médio dos componentes do repositório foi de 0,22. Esse valor é calculado pela divisão do número de componentes do conteúdo que foram alguma vez reutilizados pelo número total de componentes desse conteúdo. Por exemplo, se uma apresentação contém 10 componentes e 2 de suas imagens são reutilizadas em outras apresentações, o reuso do conteúdo é de 0,2.

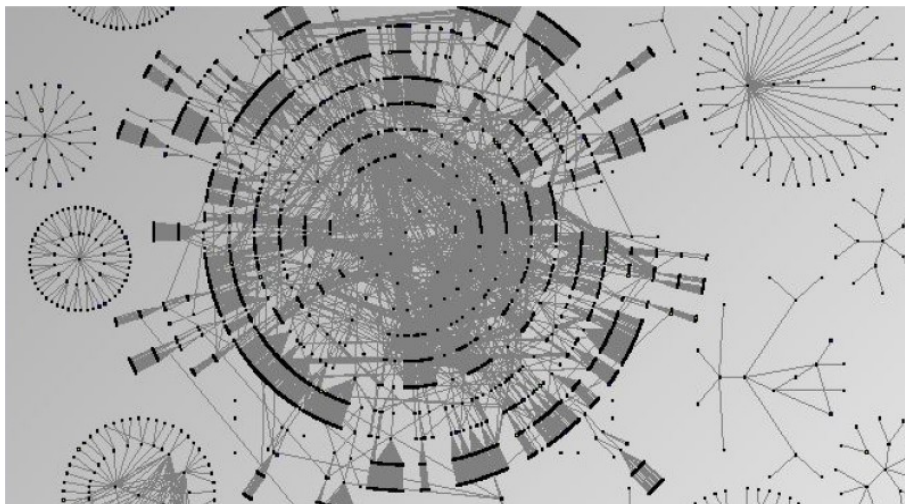
Foram utilizadas técnicas de visualização de informação [CARD et al] para acessar os componentes do repositório. Essas técnicas têm por objetivo proporcionar ao usuário: uma visão geral dos componentes do repositório, o reuso de cada um deles e a percepção como eles são quando estão agregados ao seu conteúdo original; a possibilidade de facilmente ver se e onde o conteúdo está sendo reutilizado em outros contextos; e o acesso aos componentes de interesse por meio de filtros interativos.



**Figura A.8: Interface do repositório ALOCOM [KLERKX et al 3]**

Como se pode ver na figura A.8, a interface do repositório ALOCOM consiste de: um painel à direita que utiliza a maioria do espaço da interface e apresenta todos os componentes no repositório; outro painel na posição superior esquerda que possui alguns filtros que podem ser manipulados para refinar a busca segregando componentes que não são de interesse; um novo painel localizado na posição inferior esquerda, que apresenta os metadados dos componentes relevantes.

Os componentes do repositório são representados por meio de um grafo com vértices alocados de forma circular, o que pode ser visto na figura A.9. Cada vértice representa um componente no repositório e cores são usadas para representar a granularidade desses componentes. As arestas representam uma relação “é parte de” entre diferentes componentes no repositório.



**Figura A.9: Grafo representando os componentes do repositório ALOCOM [KLERKX et al 3]**

A interface dá ao usuário uma visão geral do reuso dos elementos no repositório. Componentes isolados ou em grafos isolados representam que os mesmos são reutilizados poucas vezes. Quando há uma grande concentração na área onde se encontra o componente, isso significa que ele foi reutilizado várias vezes.

As formas de interação do usuário com a interface são: navegação no grafo por meio das barras de rolagem e da ferramenta que mostra uma visão geral do grafo e um retângulo indicando a área do repositório que está sendo visualizada no momento da navegação. O retângulo pode também ser movido para outras regiões do repositório, o que muda a localização da área de visualização corrente; utilização da rotulação excêntrica na qual o usuário pode delimitar uma vizinhança de componentes ao redor do cursor e “clique” em um vértice específico no grafo. Nesse exemplo, são mostrados apenas o vértice selecionado e os vértices pertencentes ao sub-conjunto delimitado que são relacionados com vértice selecionado; ou ainda a utilização de ferramentas de filtro.

A filtragem para restringir a quantidade de resultados retornados na consulta pode ser feita por meio de palavras-chave, tipo de recurso (slide, diagrama, figura, tabela, texto entre outros) ou número de vezes que o componente foi reutilizado. Todos os critérios de filtragem são unificados pelo operador ‘E’. A filtragem faz com

que todos os componentes que não se encaixam no critério de busca sejam omitidos.

Na interface de informação de resultado, são mostrados os metadados dos componentes que coincidem com o critério de busca. O usuário pode selecionar um dos resultados para ver todos os metadados do componente ou ainda uma previsão do componente (um texto, imagem, *slide* entre outros).

No trabalho, as seguintes conclusões são apresentadas: a visualização de um repositório com componentes de granulação pequena é uma alternativa promissora para o aprofundamento nos componentes do repositório e seus relacionamentos; é possível verificar áreas de interesse em comum entre autores que não se conhecem; com muitos componentes ainda não é possível saber se a visualização será robusta o bastante para oferecer praticidade na navegação, pois é possível que o grafo fique muito denso; a maior contribuição da interface foi a possibilidade de visualização dos componentes dos LOs no repositório, das situações em que os objetos foram reutilizados e como eles são agregados no conteúdo original; é possível acessar os componentes e reutilizá-los novamente pelos usuários do sistema; como forma de visualização de informações relativas ao reuso do repositório, a interface se mostrou eficaz. Entretanto, como interface para localização dos LOs, ela não atende às necessidades, pois não existe forma alguma de classificação dos componentes dos LOs para que o usuário possa iniciar a busca.

#### ***A.4 Localização do LO apropriado: Uma avaliação empírica***

O trabalho [NAJJAR] aborda problemas de usabilidade em sistema de busca em LORs e traz algumas questões interessantes na área de consultas concluídas após uma análise empírica do sistema de busca do LOR Ariadne e testes de usabilidade.

Um LOR tem como objetivo proporcionar aos seus usuários uma maneira rápida e simples de localizar e reutilizar os LOs de interesse. Para isso, é necessário que ele contenha uma vasta quantidade de LOs, o que pode ser conseguido com a

utilização de buscas em LORs federados ou com a indexação semi-automática/automática de novos LOs. É necessário também que ele ofereça ferramentas de busca que permitam ao usuário encontrar LOs apropriados.

O objetivo da pesquisa foi avaliar e melhorar a usabilidade da ferramenta de busca do LOR Ariadne. Para coletar informações sobre a usabilidade da interface corrente e da nova interface proposta, a pesquisa dividiu-se em duas fases. Na **primeira fase** foram coletadas informações sobre sessões de utilização de 16 participantes sem familiaridade com a ferramenta para determinar a usabilidade dela na versão corrente. A ferramenta analisada é ilustrada pela figura A.10. Já na **segunda fase**, após analisar e realizar modificações na interface de busca, novos 10 participantes (novamente sem familiaridade com a ferramenta) foram submetidos a sessões de utilização agora na interface modificada (como pode ser visto na figura A.11). Posteriormente, todas as informações colhidas foram confrontadas para a análise final e conclusões [NAJJAR].

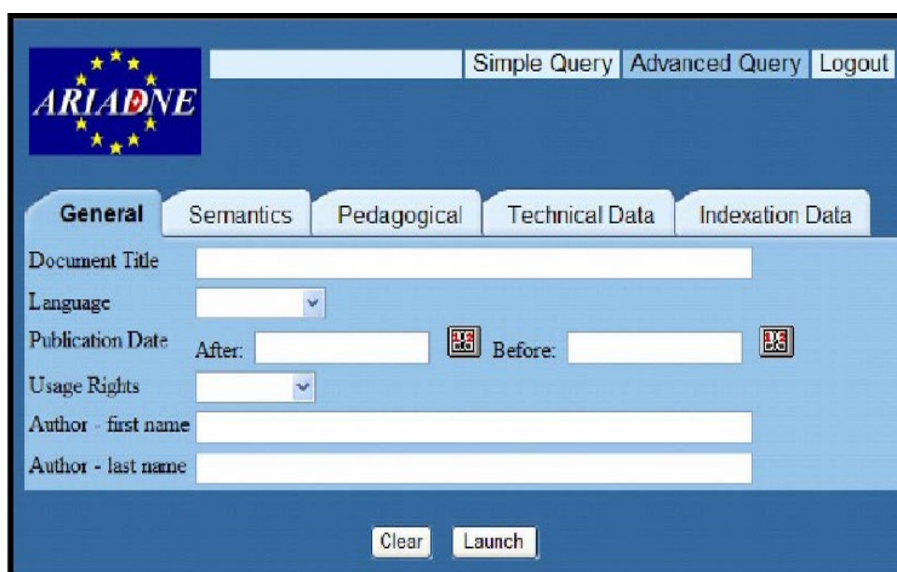


Figura A.10: Interface de busca inicial do LOR Ariadne [NAJJAR]

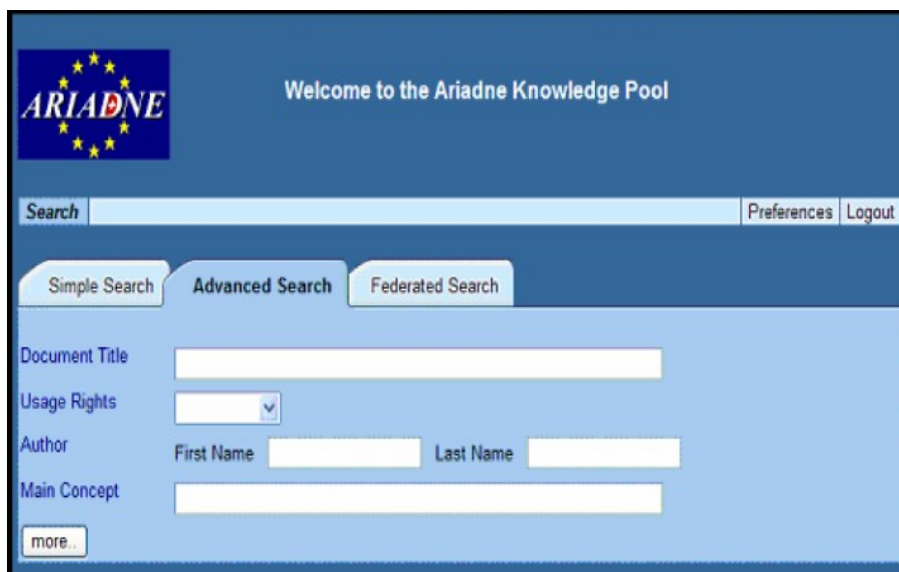


Figura A.11: Nova interface de busca no LOR Ariadne [NAJJAR]

Na pesquisa [NAJJAR] foram tiradas as seguintes conclusões:

**Funções simples e eficientes de busca são importantes para elevar a motivação e confiança do usuário.** No LOR analisado, a busca simples é fornecida ao usuário como opção inicial na interface. Ela tenta o casamento entre os termos fornecidos pelo usuário e os metadados dos LOs do LOR. Todos os usuários que se submeteram ao teste iniciaram a sessão por este estilo de busca e a maioria não conseguiu encontrar o LO desejado. Isso pode ter acontecido porque a busca era feita somente nos metadados “título” e “autor”, o que reduz as possibilidades, e porque é feita a comparação exata do termo, o que não é eficiente porque normalmente os usuários não sabem as palavras exatas para a busca.

A busca simples foi mais bem aproveitada na segunda fase da pesquisa, pois ela foi realizada em mais elementos de metadados (autor, título e conceito) para aumentar o número de resultados retornados. Um aspecto negativo da ferramenta analisada pelos autores é que ela realizava a busca apenas por termos exatos e não considerava as variações morfológicas da palavra. Isso poderia ser melhorado com a adição de algum algoritmo de processamento de linguagem natural.

**A organização e a estrutura da informação devem ser adaptadas às necessidades do usuário.** A busca avançada utiliza alguns campos de metadados para realizar a busca dos LOs. Estes campos estão divididos em 5 painéis com campos agrupados por relevância. A maioria dos envolvidos na pesquisa (88%) achou que a pesquisa avançada seria mais bem aproveitada se fosse feita em apenas um painel. Vários preferiram também que a consulta fosse feita sobre menos elementos. Alguns usuários mais técnicos sentiram falta de elementos mais técnicos.

Os resultados foram muito mais satisfatórios quando foram inseridas as seguintes características à interface: a) Apenas quatro campos (título, autor, utilização e conceito) foram mostrados na busca avançada. b) O usuário pôde, ainda, estender a sua consulta com mais campos, quando necessário, “clitando” em um botão indicativo de mais opções. Com isso, concluiu-se que interfaces de busca avançada que requerem do usuário navegar por menus diferentes e preencher listas complexas reduzem o desempenho da consulta do usuário e não garantem a localização do objeto apropriado.

**A terminologia deve ser compreensível ao usuário.** Mais de 60% dos participantes acharam que a terminologia usada para os elementos dos metadados da busca avançada era confusa. Isso aconteceu porque a terminologia utilizada tem como base a terminologia do padrão LOM e não a da realidade do usuário (por exemplo, os termos “ativo” e “expositivo” do elemento “tipo de documento”). Portanto, as terminologias utilizadas devem ser revistas e posteriormente adaptadas para se tornarem mais familiares ao usuário. Afinal, os termos utilizados no padrão LOM atendem às necessidades e ao vocabulário de desenvolvedores e não dos usuários do sistema de busca.

Na segunda etapa da pesquisa, os termos foram revisados e os campos que não eram de compreensão óbvia receberam notas de ajuda. Essas medidas reduziram drasticamente a quantidade de dúvidas sobre os seus significados.

**Ajuda e respostas devem ser melhoradas para aumentar a atuação do usuário.** Mais opções de ajuda e respostas foram fornecidas ao usuário na segunda etapa da pesquisa e não houve mais questionamentos sobre este aspecto.



**O desempenho da busca é aumentado com a habilidade de refiná-la.** O sistema de busca deve fornecer ao usuário a possibilidade de reformular a sua consulta com base na consulta anterior. Especialmente quando o usuário deseja apenas refinar poucos elementos da busca.

Apesar de não estar presente na interface original do sistema analisado, essa habilidade foi incluída na nova versão durante a busca avançada. Complementarmente, na segunda etapa da pesquisa, uma busca federada foi adicionada para permitir aos usuários procurar LOs apropriados em mais de um LOR.

### ***A.5 Metadados Facetados para Busca e Navegação em Repositórios de Imagens***

Em [YEE et al], é apresentada uma solução criativa e completa para a busca em uma coleção de imagens. A abordagem permite ao usuário navegar pelas dimensões conceituais que descrevem a imagem. Ou seja, permitem ao usuário ver se está enfatizado em que ele está navegando.

A solução faz uso de metadados hierárquicos e gera dinamicamente amostras da consulta. Assim, a busca é sucessivamente refinada, tornando o processo iterativo o que leva a resultados cada vez mais satisfatórios.

A grande conquista está no suporte ao auxílio à pesquisa em nível estratégico, limitando as conseqüências negativas, tais como as buscas sem resultado e a sensação de desorientação, normais nas buscas por palavra-chave. O auxílio é proporcionado naturalmente, pois o usuário durante a navegação tem uma previsão da quantidade de resultados do próximo passo de sua pesquisa e pode retornar ao ponto inicial.

A retirada de categorias selecionadas e palavras-chave é também um processo interativo, sendo necessário para tanto apenas um clique no ícone específico. Outro

detalhe importante é que o resultado parcial da consulta pode ou não ser agrupado por categorias.

A abordagem une a busca pelo mapa conceitual do repositório de imagens com o poder na navegação visual pela pré-visualização do conteúdo das imagens. Com isso, a interação é simplificada por meio de cliques, evitando sintaxes complexas de consulta.

O estudo ainda comprovou que essa interface é superior a uma interface convencional de busca simplesmente por palavra-chave. Grande parte dos envolvidos na pesquisa preferiu a nova ferramenta, pois ela os fez aprender sobre a coleção de imagens, se mostrou mais flexível e mais fácil de utilizar. Os resultados indicam que a abordagem voltada a categorias é um caminho satisfatório para proporcionar acesso a coleções de imagens.

A interação com o ambiente em questão é dividida em três etapas. Inicialmente, são mostradas as categorias de base do padrão de metadados das imagens e é oferecido um campo para busca por palavra-chave. Isso provê várias possibilidades iniciais de navegação, conforme se pode observar na figura A.12.

**Flamenco**

Search

**Media**

- aquatint (2025)
- basketry (44)
- book (665)
- ceramic (1008)
- costume (880)
- decorative box (163)
- domestic object (176)
- drawing (2624)
- drypoint (2443)
- etching (8507)
- furnishing (127)
- glass (851)
- more...

**Location**

The geographical location where the artwork was created

- Australia (21)
- Central America (134)
- Europe (23331)
- Middle East (78)
- North America (11111)
- Oceania (111)
- Roman Empire (4)
- South America (453)

**Date**

- 1 - 1000 A.D. (138)
- 12th century (3)
- 13th century (1)
- 14th century (3)
- 15th century (76)
- 16th century (1225)
- 17th century (3058)
- 18th century (2287)
- 19th century (7552)
- 20th - 21th century (18)
- 20th century (14285)
- 21st century (12)
- more...

**Themes**

- military (3237)
- mortality (591)
- nautical (1972)
- religion (5107)

**Nature**

- animal material (515)
- birds (1437)
- bodies of water (3604)
- creatures (801)
- fish (219)
- flowers (1220)
- geological formations (2122)
- heavens (2353)
- hoofed mammals (2420)
- invertebrates and arthropods (530)
- mammals (2116)
- plant material (788)
- more...

**Places and Spaces**

- bridges (582)
- building parts (3088)
- buildings (2325)
- dwellings (1709)
- lawn (20)
- open spaces (1732)
- roads (1480)
- workplaces (753)

**People**

- aristocrats (974)
- children (2501)
- men (7372)
- occupations (715)
- women (5908)

**Shapes, Colors, and Materials**

- colors (5861)
- decorations (1447)
- fabrics (345)
- metal (275)
- paper (497)
- shapes (2752)
- visual framing (5911)

**Artists**

Figura A.12: Primeiro nível de consulta da interface [YEE et al]

Ao selecionar uma das categorias ou digitar uma palavra-chave, o usuário é levado ao próximo passo. Posteriormente, conforme pode-se observar na figura A.13, a tela é dividida em três regiões: 1) A área de resultado, que ocupa a maior parte da tela; 2) os termos da categoria que se aplicam às categorias selecionadas, listados à esquerda por assunto; e 3) a consulta corrente, apresentando as categorias e palavras-chave selecionadas até o momento. O usuário pode selecionar a forma de ordenação e o agrupamento dos resultados.

**Flamenco**

Refine your search further within these categories:

**Media (group results):**  
 costume (3), drawing (2), lithograph (1), woodcut (6), woven object (2)

**Location: all - Asia**  
 Afghanistan (1), China (4), China or Tibet? (3), India (2), Japan (13), Russia (1), Turkey (5), Turkmenistan (1)

**Date (group results):**  
 17th century (3), 18th century (5), 19th century (16), 20th century (3), date ranges spanning multiple centuries (7), date unknown (2)

**Themes (group results):**  
 music, writing, and sport (5), nautical (1), religion (2)

**Objects (group results):**  
 clothing (5), food (1), furnishings (4), timepieces (1)

**Nature (group results):**  
 bodies of water (3), fish (1), flowers (2), geological formations (1), heavens (3), invertebrates and arthropods (1), mammals (2), plant material (3), trees (1)

**Places and Spaces (group results):**  
 bridges (1), buildings (1), dwellings (1)

These terms define your current search. Click the **X** to remove a term.

**Location:** Asia **X**

**Shapes, Colors, and Materials:** fabrics **X**

[start a new search](#)

all items  within current results

**28 items** (grouped by location) [view ungrouped items](#)

**Afghanistan**

  
 Girl's Ceremonia...  
 no artist  
 20th century

**China**

  
 4 boats on lake...  
 Anony mouss  
 post World War II

  
 Embroidery  
 no artist  
 19th century

  
 Embroidery  
 no artist  
 19th century

  
 Embroidery ;  
 no artist  
 19th century

Figura A.13: Segundo nível da consulta [YEE et al]

Ao selecionar um item, o usuário é levado à última etapa, que mostra um item selecionado no contexto da consulta corrente conforme mostrado na figura A.14. Ao lado do item, é mostrada a consulta e a localização do item na hierarquia do repositório além de todos os metadados associados a esta imagem.

**Flamenco**

Item 1 of 22 (back to results)

next

Current search (start a new search):  
 Shapes, Colors, and Materials: fabrics > Wool

Select any link to see items in a related category.

more general categories information about this item

MEDIA	MEDIA
LOCATION	LOCATION
DATE	DATE
SHAPES, COLORS, AND MATERIALS	SHAPES, COLORS, AND MATERIALS
ARTISTS	ARTISTS
RECORD NUMBER:	205128
OBJECT TITLE:	Bag (ch'uspa)
DESCRIPTION:	Small bag, two pieces, patterned double cloth, multicolored, strap, tubular edge binding on sides and top, multicolored wool trim and tassels on bottom.
CULTURE OR PEOPLE:	Quecha/Aymara




Figura A.14: Última etapa da interface de busca [YEE et al]

## A.6 Periscope – Um Sistema para a Visão 3D Adaptativa de Resultados de Busca

Muitas pesquisas foram feitas em relação às buscas na Internet (mecanismos de cache, processamento da consulta). Entretanto, as interfaces de visualização parecem ter estagnado desde o início das ferramentas de busca para Internet. Quase sempre o resultado é apresentado na forma de uma lista de endereços e uma descrição em HTML. Em alguns casos essa parece ser a melhor maneira de visualizar os resultados de uma busca como, por exemplo, na procura de uma página específica de conhecimento do usuário.

Entretanto, se o usuário precisar fazer uma consulta mais ampla e menos direcionada (como a procura de todos os institutos que realizem pesquisas no campo da nanotecnologia), o sistema retornaria uma lista de resultados ordenados por palavra-chave, popularidade ou número de *links* relacionados. Nesse caso, essa pode não ser a melhor maneira de representar os resultados da busca simplesmente

porque o questionamento do usuário não pode ser expresso por uma lista de resultados. O usuário precisa de uma representação estratégica de todos os resultados obtidos com a consulta e não apenas da lista dos principais resultados obtidos (eleitos e ordenados com base nos critérios da ferramenta de busca).

O artigo [WIZA et al 2004] apresenta um sistema para visualização em 3D de resultados de busca na Internet. Ele usa uma nova abordagem para a visualização adaptativa de dados complexos. O processo de visualização é dividido em passos interativos. Em cada passo, o usuário pode escolher o melhor método de apresentação dos resultados da busca. O usuário pode, ainda, escolher o método de apresentação que achar mais pertinente e depois de analisar os resultados retornados, pode refinar sua busca e repetir o procedimento.

Para atender às necessidades do usuário a contento, é necessário que a interface seja sintética e compreensível. É possível representar esses resultados em cenas 2D ou 3D.

A representação 2D pode obter resultados muito bons em alguns casos. Entretanto, faltam alguns elementos para que esses resultados sejam realmente satisfatórios. Em 2D o usuário limita-se a selecionar um ponto no painel.

A representação 3D apresenta ganhos em 3 eixos: 1) Na interação usuário-sistema, tanto em relação à navegação quanto à interação com o conteúdo; 2) Na cognição, pois uma metáfora espacial para a representação dos resultados da busca é algo mais próximo da maneira como os seres humanos vêem o mundo que um painel plano em 2D; 3) Na capacidade de informação, uma vez que objetos apresentados em um espaço 3D podem representar informações por meio de formas, cores, texturas, posição, tamanhos ou até comportamento.

Entretanto, navegar em um espaço 3D gera algumas dificuldades em relação à criação dos controles de navegação (mais complexos em relação aos controles no espaço 2D) e às situações como oclusões de resultados e a perda de orientação do usuário durante a navegação. Esses foram alguns dos fatores que fizeram com que

os esforços anteriores para se criar uma interface de busca em 3D não tenham obtido sucesso satisfatório.

No trabalho é abordada uma solução híbrida que aproveita o melhor das representações 2D e 3D. Foram utilizados três tipos principais de interface nesta abordagem. A interface **sintética** (exemplificado pela figura A.17) para a apresentação dos dados agregados, a **analítica** (exemplificada pela figura A.18), apresentando detalhes particulares dos documentos encontrados, e a interface **híbrida** (exemplificado pela figura A.19), que mostra tanto as informações agregadas como também informações particulares dos documentos.

O método AVE (Aplicativo de Visualização Adaptativa) [WIZA et al 2004] consiste da visualização completa do resultado da busca selecionando a forma de visualização que melhor se relacione com as características dos resultados da busca. A quantidade de resultados apresentados pode variar bastante dependendo da consulta do usuário. Como a consulta pode retornar alguns poucos ou milhares de resultados, seria impossível criar uma interface tridimensional capaz de representar todo o espectro de possibilidades de volumes de informação de uma consulta. O método AVE escolhe a interface de visualização que melhor se aplica ao resultado da consulta e apresenta os resultados nesse modelo de interface.

O processo de escolha da interface utilizada pode ser totalmente automático e, a partir da quantidade de resultados retornados pela consulta, determinar a melhor maneira de apresentá-los com o objetivo de maximizar a sua percepção pelo usuário. A análise é feita sobre o número de resultados obtidos, o número de diferentes linguagens, tipos de documento diferentes, palavras-chave que constam em cada resultado, entre outros. A escolha pode, ainda, ser feita pelo próprio usuário.

Como se observa na figura A.15, o método utiliza três classificações de interface:

**Sintética:** É utilizada no caso de resultados volumosos em que a apresentação de muitos elementos poderia causar sobrecarga e falta de legibilidade. Nessa

classificação de interface, um objeto 3D representa um grupo de documentos que compartilham os mesmos critérios de classificação;

**Analítica:** Apresenta o resultado da busca em detalhes. É aplicada quando o número de resultados é relativamente pequeno. Com poucos resultados, o usuário pode examinar as propriedades de cada documento retornado. Cada objeto 3D representa um único documento;

**Híbrida:** Aspectos detalhados e agregados dos resultados são apresentados simultaneamente. Alguns objetos representam agrupamentos de documentos e outros representam documentos particulares.

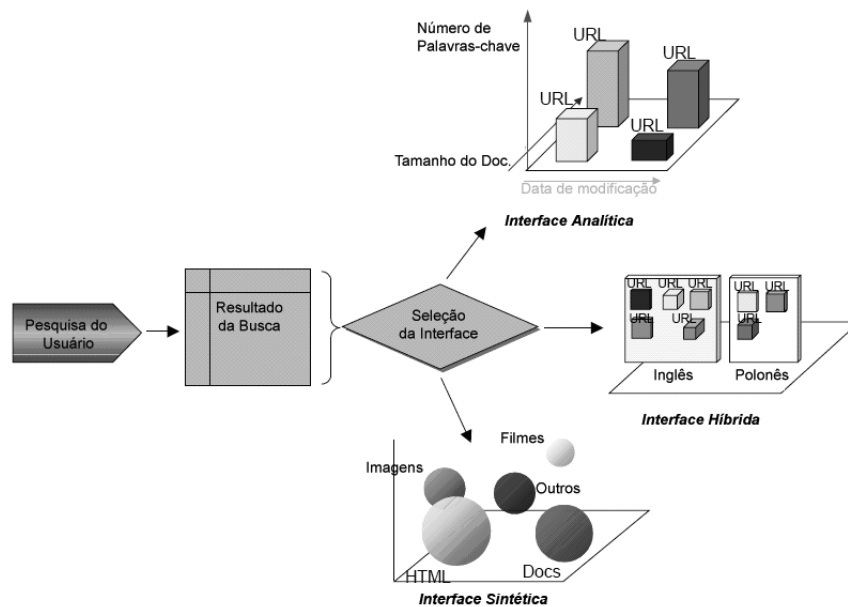


Figura A.15: Seleção da melhor interface para a visualização do resultado [WIZA et al 2004]

O usuário pode, ainda, selecionar as informações apresentadas pela interface ou os eixos de significado da visualização para melhor atender seus objetivos. Um exemplo é mostrado na figura A.16.



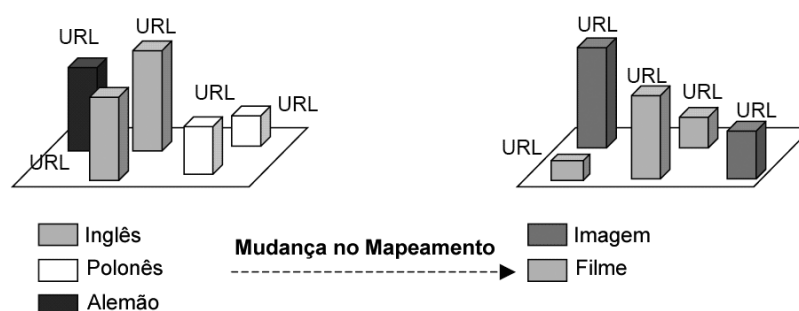


Figura A.16: Escolha das variáveis envolvidas na visualização do resultado [WIZA et al 2004]

O Sistema Periscope [WIZA et al 2004] interpreta os resultados (listas textuais) de uma consulta em um motor de busca e os retorna ao usuário de uma forma interativa. O usuário interage com a interface e ela retorna ao motor de busca o resultado dessa interação. O motor de busca, por sua vez, retorna novos resultados à interface para nova interação com o usuário e assim por diante. Esse processo funciona como uma intermediação entre a ferramenta de busca e o usuário.

O sistema utiliza o método AVE para representar os resultados das consultas e o paradigma de legibilidade de interface [WIZA et al 2003] para a escolha do modelo de interface que melhor represente os dados retornados pelo motor de busca.

A interface se divide em duas janelas de visualização: **3D**, que permite visualizar o resultado da consulta e apresenta um modelo dinâmico da cena tridimensional da consulta. Nessa área, é possível interagir com a interface por meio de seleções, de movimentos de câmera (rotação, translação, zoom, entre outros), seleções entre outras ações; e **2D**, que contém controles visuais como campos, botões, caixas de seleção entre outros. Esses controles são manipulados na interface 2D, mas os resultados são visíveis na janela 3D. A figura A.17 ilustra um exemplo de interface no sistema Periscope.

No exemplo de interface sintética da figura A.17, cada esfera representa um conjunto de documentos em uma linguagem particular e cada fatia representa a distribuição do documento em um domínio DNS. Como se pode observar, a interface 3D em questão poderia ser representada em 2D sem perda alguma de informação.

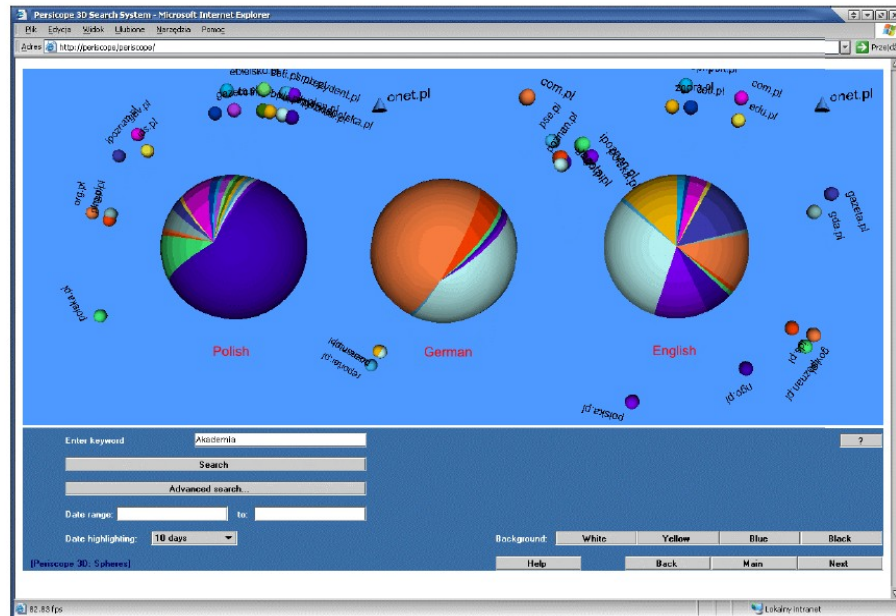


Figura A.17: Exemplo de interface sintética [WIZA et al 2004]

Já no exemplo de interface analítica da figura A.18, as seguintes dimensões são usadas na interface: Posições X, Y e Z, respectivamente; cor; tamanho; forma e variação de cores. Com isso, vários atributos diferentes podem ser visualizados ao mesmo tempo, permitindo uma análise detalhada do resultado.

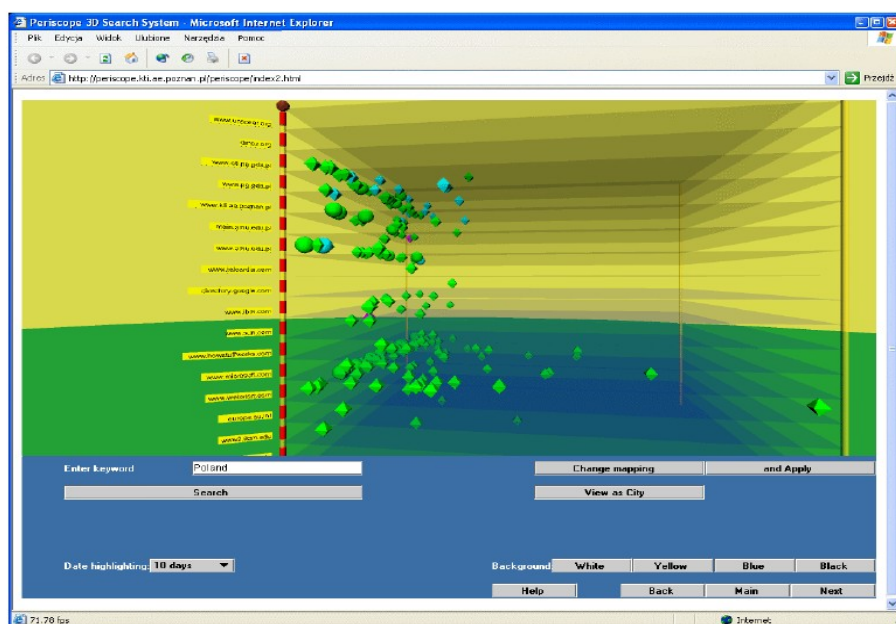


Figura A.18: Exemplo de interface analítica [WIZA et al 2004]

Na interface híbrida apresentada na figura A.19, são incorporadas à interface sintética (documentos agrupados por domínio) e a analítica (visão detalhada do documento nas laterais dos cilindros).

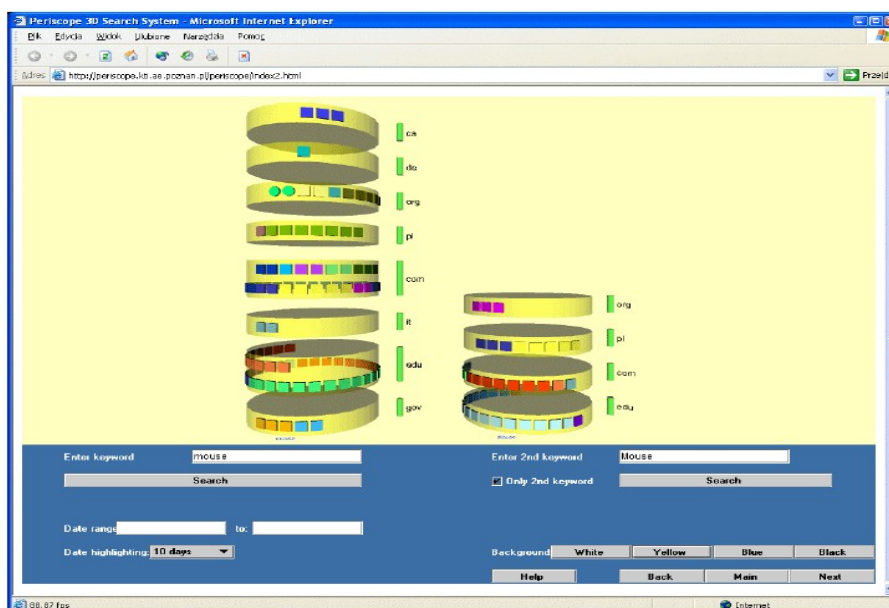


Figura A.19: Exemplo de interface híbrida [WIZA et al 2004]

Os autores concluem que o sistema Periscope fornece uma interface inovadora para a busca na Internet. A partir das interfaces sintéticas, é possível representar informações estratégicas sobre grupos de resultados e não apenas fornecer listas textuais com o resultado de alguns poucos documentos relevantes. Trabalha com vários níveis de abstração e detalhamento (como linguagem, tipo de documento entre outros). No sistema Periscope, também é possível visualizar o resultado de maneiras diferentes, o que pode auxiliar o usuário a tirar conclusões mais precisas. É possível também refinar os critérios de busca para acurar os resultados.