CHRISTIANE MEILER BAPTISTA

**MSYS: UMA FERRAMENTA DE ACOMPANHAMENTO DE
ATIVIDADES PARA SISTEMAS DE APRENDIZADO ELETRÔNICO**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Mestre em
Engenharia.

Área de concentração: Sistemas Digitais

Orientadora: Profa. Dra. Regina Melo
Silveira

São Paulo
2007

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 25 de agosto de 2007.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Baptista, Christiane Meiler

MSys: uma ferramenta de acompanhamento de atividades para sistemas de aprendizado eletrônico / C.M. Baptista. -- ed.rev. -- São Paulo, 2007.

149 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1.Ensino a distância 2.Ensino e aprendizagem 3.Monitoramento 4.Computador no ensino I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II.t.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Rosa e Luiz, meus heróis, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando bravamente em todas as minhas decisões, lutando junto comigo... Com todo o meu amor, admiração e especial gratidão pela atenção, paciência, compreensão, carinho, amor e incansável apoio ao longo do período de realização deste grande sonho.

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Regina Melo Silveira, meu agradecimento sincero e especial. Sei que estas palavras não serão suficientes para descrever sua fundamental e cuidadosa orientação. Obrigada pela oportunidade, por toda atenção, paciência e constante estímulo transmitido durante anos, sempre acreditando e confiando no meu trabalho.

Ao Professor Titular Wilson Vicente Ruggiero, é com imensa admiração que agradeço por muito ter me ensinado, contribuindo para o meu crescimento científico e intelectual. Agradeço também pelas oportunidades e por colocar à disposição o LARC como um ótimo ambiente de trabalho para a realização desta pesquisa.

À Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão de bolsa e auxílio financeiro.

À Professora Doutora Graça Bressan pelo apoio e incentivo de sempre. Em especial, pelas cuidadosas sugestões e competência ao contribuir com o desenvolvimento deste trabalho.

À Professora Doutora Itana Stiubiener pelas conversas, pelo carinho, incentivo e por sempre se colocar à disposição para me ajudar e contribuir com esta pesquisa.

À amiga Ana Letícia Silva por ter me dado a oportunidade inicial de fazer parte da equipe do LARC, sendo madrinha desta vivência.

Aos amigos Daniel e Ian dois grandes companheiros. Obrigada pela amizade intensa de anos, todos os dias, sempre do meu lado me ajudando quando precisei, compartilhando as mesmas dificuldades e alegrias, e fazendo parte da minha vida como dois irmãos mais velhos. Vai ser difícil ficar longe de vocês!

Ao amigo Samuel pela amizade, grande orientação e especial ajuda na implementação. Sem a sua grande ajuda muita coisa se tornaria difícil!

À amiga Luísa pelo apoio de sempre como amiga, e por sempre se dispor a me ajudar. Obrigada pela grande ajuda na revisão deste trabalho.

A todos os colegas, pesquisadores e professores do LARC, em especial ao Gustavinho, Raoni, Sérgio, Cíntia, Ákio, Junior, Rembert, Silvia, Ana Maria, Selma e Márcio Zapater. Cada um de vocês teve uma contribuição diferente e especial na elaboração deste trabalho. Meu sincero obrigada a cada um de vocês!

Gostaria de agradecer algumas pessoas especiais que sempre me deram muita força e torceram para que eu chegasse ao fim:

Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim: sem vocês do meu lado nada disso seria possível! E à minha querida irmã Luciana que, mesmo tão diferente de mim nas suas escolhas e tão do seu jeito, sempre confiou e me apoiou de olhos fechados nesta vivência. Vocês são a minha grande motivação de vontade e força!

Ao meu Tio João e Vó Maria (em memória). Pessoas que amo muito e os quais, cada um do seu jeito, sempre me apoiaram e me motivaram...

À minha Tia Eva. Uma pessoa linda que em todo momento se preocupou comigo.

À minha grande amiga Luciana Nasser, minha “quase-irmã”, que sempre se mostrou muito perto, mesmo agora tão longe, me confortando e aconselhando com o dom das suas melhores palavras. Obrigada por tudo, sempre...!

Às minhas amigas Luciane e Tatiane Faine, uma dupla querida que hoje faz parte do meu dia-a-dia. Obrigada por todas as conversas e palavras de força, me ouvindo quando eu mais precisei e vivendo cada um dos momentos finais deste trabalho!

Às queridas amigas Maíra Mauá, Daniela Poca, e Fernanda Ruiva: obrigada pelas palavras de força em muitas horas duras e difíceis que só vocês estiveram presentes.

À minha prima Bruninha Lenko, pelas discussões sobre a pedagogia Waldorf.

Ao meu grande amigo Bruno, meu amor, pela companhia e por toda felicidade que tem me dado. Pela enorme paciência, nos meus dias mais atrapalhados e irritados, demonstrando, sem dúvida seu recíproco amor...

A todos outros familiares e amigos que, de alguma maneira, também contribuíram para que este sonho se realizasse.

[...] "Nas escolas, nas ruas, campos, construções,
Somos todos soldados, armados ou não,
Caminhando e cantando e seguindo a canção,
Somos todos iguais, braços dados ou não,
Os amores na mente, as flores no chão,
A certeza na frente, a história na mão,
Caminhando e cantando e seguindo a canção,
Aprendendo e ensinando uma nova lição" [...]
(Geraldo Vandré)

RESUMO

A construção de material didático é bastante difícil, mas avaliá-lo é ainda mais complexo. Saber como o aluno absorveu o conteúdo, como reagiu a ele e quanto tempo foi gasto durante o uso de cada objeto de aprendizagem pode ajudar a refletir se o conteúdo está adequado às necessidades deste aluno. Além disso, considerar as diferentes características cognitivas de aprendizado e, conseqüentemente, possibilitar adaptações através de ajustes no conteúdo didático digital auxiliaria a avaliação do professor em um curso disponível através da *web*. Este trabalho propõe um sistema de acompanhamento (MSys) que, através do monitoramento do nível de utilização das atividades desenvolvidas pelos alunos, deverá apresentar para o professor, assim como para o próprio aluno, resultados resumidos e comparativos do acompanhamento.

Apesar de diversos ambientes do tipo LMS (Learning Management System) em uso atualmente estarem bastante difundidos, não tem sido dada a importância devida para este tipo de ferramenta capaz de oferecer um acompanhamento detalhado de atividades dos alunos. Este trabalho discute como a ferramenta aqui proposta foi concebida, desde sua arquitetura, que utiliza padrões atuais de construção de conteúdo digital, definindo requisitos funcionais para o seu desenvolvimento e exibindo resultados de uma simulação que comprova esta concepção. Além disso, é apresentado um protótipo da ferramenta, validando as interfaces de captura e exibição dos resultados e mostrando que é possível integrá-la a sistemas de aprendizado eletrônico, trazendo benefícios à avaliação do professor.

Palavras-chave: Acompanhamento de atividades. Monitoramento do aprendizado. Desempenho do aluno. Conteúdo didático. Progresso do aprendizado.

ABSTRACT

E-learning content creation is not an easy task, but its evaluation is even more complex. In order to evaluate if the content is adequate to the students needs, it would be helpful to know how the student assimilated the learning content, how he reacted to it and the period of time spent on the learning object. Besides, considering the different cognitive features of learning and the possibility of adjustment of the didactic content, it could help teacher's evaluation in an available online course. This work describes a monitoring system (Msys) that tracks the level of utilization of student's activities, and presents summarized and comparative results to the teacher and the student.

Even though the widespread use of several LMS (Learning Management System) environments today, the importance of tools capable of offering a detailed monitoring of student's activities has not been recognized. This work focus on how the tool was created using current standards on digital content construction, defining functional requirements to its development and presenting simulation results that is a proof-of-concept. Also, it is presented a prototype of the tool, validating the interfaces of capture and results presentation, showing that is possible to integrate it to online learning systems, bringing benefits to the teacher evaluation.

Keywords: Action and activity tracking, Monitoring student's learning. Student's performance. Learning content. Learning Progress.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – ESTÁGIOS DO MODELO DE WILLIAM PERRY (WANKAT; OREOVICZ, 1993)	29
FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DE PROCESSOS, FLUXOS E ENTIDADES DE ARMAZENAMENTO.	36
FIGURA 3 – ARQUITETURA LMS REFERENTE AO PADRÃO 1484.1 DO IEEE (IEEE, 2003).	36
FIGURA 4 – WEBCT – REPRESENTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DE ACESSO DE UM ALUNO ESPECÍFICO	42
FIGURA 5 – WEBCT – INFORMAÇÕES DE ACESSO DE UM ALUNO ESPECÍFICO ÀS PÁGINAS DE CONTEÚDO.....	42
FIGURA 6 – WEBCT – DETALHES DO ACESSO COMPARADO COM OS DEMAIS ALUNOS	43
FIGURA 7 – BLACKBOARD – PORCENTAGEM E NÚMERO DE ACESSOS ÀS FERRAMENTAS PELA TURMA.....	44
FIGURA 8 – BLACKBOARD – NÚMERO DE ACESSOS ÀS FERRAMENTAS POR ALUNO	44
FIGURA 9 – BLACKBOARD – GRÁFICO DO NÚMERO DE ACESSOS POR HORA DO DIA	45
FIGURA 10 – BLACKBOARD – NÚMERO DE ACESSOS POR DIA DA SEMANA.....	46
FIGURA 11 – BLACKBOARD – NÚMERO TOTAL DE ACESSOS DA TURMA E DE CADA ALUNO, POR DIA DO MÊS....	46
FIGURA 12 – MOODLE – TABELA ÚNICA DE ESTATÍSTICAS DE RESULTADOS	47
FIGURA 13 – CLAROLINE – PÁGINA INICIAL DE ESTATÍSTICAS DE ACESSO AO CURSO	48
FIGURA 14 – CLAROLINE – DETALHES DO TRÁFEGO POR FERRAMENTA	49
FIGURA 15 – CLAROLINE – DETALHES DO TRÁFEGO POR ALUNO	50
FIGURA 16 – CLAROLINE – HORÁRIO DO ÚLTIMO ACESSO DE CADA ALUNO POR FERRAMENTA.....	50
FIGURA 17 – TELEDUC – DATA E HORÁRIO DO ÚLTIMO ACESSO.....	51
FIGURA 18 – TELEDUC – NÚMERO DE ACESSOS DOS ALUNOS POR DIA DO MÊS.....	51
FIGURA 19 – TELEDUC – ÁREA DE SELEÇÃO DE OPÇÕES PARA O RELATÓRIO DE FREQUÊNCIA	52
FIGURA 20 – COL – TABELA DE ACESSO ÀS PÁGINAS DO CONTEÚDO POR ALUNO.....	53
FIGURA 21 – COL – GRÁFICO DE NÚMERO DE ACESSO ÀS PÁGINAS DO CONTEÚDO	53
FIGURA 22 – COL – GRÁFICO DO TEMPO DE ACESSO ÀS PÁGINAS POR CONTEÚDO	54
FIGURA 23 – COL – ESTATÍSTICAS DE USO DOS TESTES DE MÚLTIPLA ESCOLHA	55
FIGURA 24 – O PACOTE DE CONTEÚDO DO PADRÃO SCORM.....	62
FIGURA 25 – PROCESSO DE APRENDIZADO NO LMS E AS FASES CORRESPONDENTES NO SISTEMA MSys	65
FIGURA 26 – EXEMPLO VISUAL DA ESTRUTURA HIERÁRQUICA CRIADA PELO MSys NA FASE 1	67
FIGURA 27 – PRINCIPAIS FUNÇÕES DO MSys COM O LMS E O LCMS	74
FIGURA 28 – ARQUITETURA DO SISTEMA MSys.....	75
FIGURA 29 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE ACOMPANHAMENTO MSys.....	78
FIGURA 30 – CASOS DE USO DO TUTOR – INTERAÇÃO INICIAL	81
FIGURA 31 – CASOS DE USO DO TUTOR – INTERAÇÃO DE OBSERVAÇÃO	81
FIGURA 32 – CASO DE USO DO APRENDIZ – INTERAÇÃO INICIAL.....	82
FIGURA 33 – CASOS DE USO DO APRENDIZ	83
FIGURA 34 – EXEMPLO DE MAPEAMENTO FEITO PELA MSys NA FASE DE RELATÓRIO	88
FIGURA 35 – TELA ILUSTRATIVA REPRESENTANDO A DIVISÃO DE EXIBIÇÃO DO RELATÓRIO POR REGIÕES.....	90
FIGURA 36 – REGIÃO DE SELEÇÃO 1: DATA.....	92
FIGURA 37A, B, C E D – SELECIONANDO UM ALUNO, UM GRUPO DE ALUNOS OU TODOS OS ALUNOS DA TURMA	93
FIGURA 38A, B, C E D – SELECIONANDO UM OA, VÁRIOS OAs OU UM MÓDULO COMPLETO	93
FIGURA 39A E B – EXEMPLO DO MÓDULO “AULA 1” SIMULADO COM OS ARQUIVOS QUE O COMPÕEM	100
FIGURA 40 – MAPA DE CONTEÚDO DO MÓDULO “AULA 1” DA SIMULAÇÃO.....	100
FIGURA 41 – EXEMPLO DE GRÁFICO PERMITE REDIMENSIONAMENTO - GOOGLE FINANCE	107
FIGURA 42 – EXEMPLO DE REDIMENSIONAMENTO DA ÁREA GRÁFICA DE VISUALIZAÇÃO	107
FIGURA 43 – MAPA ESTRUTURAL DO MSys NO LMS COL	109
FIGURA 44 – ARQUIVO DESCRITOR (XML) GERADO PELA FERRAMENTA MSys.....	110
FIGURA 45 – DETALHES DA TAG LOM DO ARQUIVO DESCRITOR IMSMANIFEST.XML.....	111
FIGURA 46 – TAG ORGANIZATIONS DO ARQUIVO DESCRITOR IMSMANIFEST.XML.....	112
FIGURA 47 – TAG RESOURCES DO ARQUIVO DESCRITOR IMSMANIFEST.XML	112
FIGURA 48 – ENCERRAMENTO DA ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM PELO ALUNO NO COL.....	114
FIGURA 49 – TELA DO PROTÓTIPO DA MSys	115

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – GRÁFICO G10: TEMPO DE ACESSO AOS MÓDULOS X ALUNO.....	101
GRÁFICO 2 – G12: TEMPO DE ACESSO À MÍDIA TEMPORAL X ALUNO	102
GRÁFICO 3 - M01: MAPA DE ACESSOS AOS OAs.....	103
GRÁFICO 4 – G09: NÚMERO DE ACESSO AO(S) OA(S) X ALUNO	104
GRÁFICO 5 – GRÁFICO G03: TEMPO DE ACESSO AO OA X HORÁRIO DO ACESSO (ALGUNS / TODOS OS ALUNOS)	104
GRÁFICO 6 – GRÁFICO G17: NÚMERO DE ACESSO AOS MÓDULOS X NOTA	105
GRÁFICO 7 – GRÁFICO G03: TEMPO DE ACESSO AO OA X HORÁRIO DO ACESSO (EM UM DIA)	131
GRÁFICO 8 – GRÁFICO G07: TEMPO DE ACESSO AO(S) OA(S) X NÚMERO DO ACESSO.....	131
GRÁFICO 9 – GRÁFICO G13: TEMPO DE ACESSO DA MÍDIA TEMPORAL X ACESSO.....	132
GRÁFICO 10 – GRÁFICO G01: TEMPO DE ACESSO X OAs (UM ALUNO E VÁRIOS OAs)	133
GRÁFICO 11 – GRÁFICO G02: NÚMERO DE ACESSO X OAs	134
GRÁFICO 12 – GRÁFICO G07: TEMPO DE ACESSO AO(S) OA(S) X NÚMERO DO ACESSO (VÁRIOS OAs)	134
GRÁFICO 13 – GRÁFICO M01: MAPA DE ACESSOS AOS OAs	135
GRÁFICO 14 – GRÁFICO G03: TEMPO DE ACESSO AO OA X HORÁRIO DO ACESSO (ALGUNS / TODOS OS ALUNOS).....	136
GRÁFICO 15 – GRÁFICO G08: TEMPO DE ACESSO AOS OAs X ALUNO	136
GRÁFICO 16 – GRÁFICO G09: NÚMERO DE ACESSO AOS OAs X ALUNO.....	137
GRÁFICO 17 – GRÁFICO G12: TEMPO DE ACESSO À MÍDIA TEMPORAL X ALUNO.....	138
GRÁFICO 18 – GRÁFICO G01: TEMPO DE ACESSO DO(S) ALUNO(S) X OA(S) (VÁRIOS ALUNOS)	138
GRÁFICO 19 – GRÁFICO G02: NÚMERO DE ACESSO DO(S) ALUNO(S) X OA(S) (VÁRIOS ALUNOS)	139
GRÁFICO 20 – GRÁFICO G08: TEMPO DE ACESSO AOS(S) OAs X ALUNOS (VÁRIOS ALUNOS E VÁRIOS OAs).....	140
GRÁFICO 21 – GRÁFICO G09: NÚMERO DE ACESSOS AO(S) OAs X ALUNO	140
GRÁFICO 22 – GRÁFICO G10: TEMPO DE ACESSO AOS MÓDULOS X ALUNOS.....	141
GRÁFICO 23 – GRÁFICO G03: TEMPO DE ACESSO AO OA X HORÁRIO DO ACESSO (EM UM PERÍODO).....	142
GRÁFICO 24 – GRÁFICO G04: NÚMERO DE ACESSO AO OA X HORÁRIO DO ACESSO (EM UM PERÍODO)	142
GRÁFICO 25 – GRÁFICO G05: TEMPO DE ACESSO AOS OA(S) X DIA DA SEMANA (SOMENTE UM OA)	143
GRÁFICO 26 – GRÁFICO G06: NÚMERO DE ACESSO AOS OA(S) X DIA DA SEMANA.....	144
GRÁFICO 27 – GRÁFICO G05: TEMPO DE ACESSO AO(S) OA(S) X DIA DA SEMANA (VÁRIOS OAs).....	145
GRÁFICO 28 – GRÁFICO G14: TEMPO DE ACESSO AOS MÓDULOS X NOTA.....	146
GRÁFICO 29 – GRÁFICO G15: NÚMERO DE ACESSO AOS MÓDULOS X NOTA	146
GRÁFICO 30 – GRÁFICO G01: TEMPO DE ACESSO X OA(S).....	147
GRÁFICO 31 – GRÁFICO G16: TEMPO DE ACESSO DO(S) ALUNO(S) X DIA DA SEMANA (VÁRIOS ALUNOS)	148
GRÁFICO 32 – GRÁFICO G17: NÚMERO DE ACESSO DO(S) ALUNO(S) X DIA DA SEMANA	149

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – LMS SELECIONADOS PARA ESTUDO	40
TABELA 2 – TIPOS DE MÍDIA E CLASSIFICAÇÃO PELO MSYS	69
TABELA 3 – ESTADOS DE SELEÇÃO DAS REGIÕES 1, 2 E 3	94
TABELA 4 – TIPOS DE RELATÓRIOS DAS INTERAÇÕES POSSÍVEIS ATRAVÉS DA INTERFACE	95
TABELA 5 – TIPOS DE GRÁFICOS E TABELAS.....	97
TABELA 6 – RELAÇÃO DOS GRÁFICOS COM AS TABELAS T01 E T02	97
TABELA 7 – TIPOS DE RELATÓRIOS E POSSÍVEIS GRÁFICOS E TABELAS.....	98
TABELA 8 – ALUNOS E MÓDULOS CONSIDERADOS NA SIMULAÇÃO.....	99
TABELA 9 – TABELA T02: DETALHES SOBRE O ACESSO À MÍDIA TEMPORAL	103
TABELA 10 – TABELA T02: DETALHES DO ACESSO À MÍDIA	132
TABELA 11 – TABELA T01: DETALHES DO GRÁFICO G01	133

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADL	<i>Advanced Distributed Learning</i>
GPL	<i>General Public License</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
LMS	<i>Learning Management System</i>
LCMS	<i>Learning Content Management System</i>
LOM	<i>Learning Object Metadata</i>
OA	<i>Objeto de aprendizagem</i>
RTE	<i>Run Time Environment</i>
SCO	<i>Sharable Content Object</i>
SCORM	<i>Sharable Content Object Reference Model</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1.	MOTIVAÇÃO	16
1.2.	OBJETIVO	19
1.3.	JUSTIFICATIVA	20
1.4.	ESTRUTURA E CONTEÚDO DA DISSERTAÇÃO	22
2.	A CAPACIDADE DE APRENDIZAGEM	24
2.1.	O APRENDIZADO E OS MEIOS TECNOLÓGICOS	24
2.2.	CAPACIDADE DE FIXAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO DO APRENDIZADO	26
2.2.1.	A TEORIA DE PIAGET	26
2.2.2.	A TEORIA DE WILLIAM PERRY	28
2.3.	AS MÚLTIPLAS CAPACIDADES E AS INTELIGÊNCIAS DO APRENDIZADO	30
2.3.1.	A PEDAGOGIA WALDORF DE RODOLF STEINER	30
2.3.2.	AS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS DE HOWARD GARDNER	31
3.	SISTEMAS LMS E O PADRÃO SCORM	34
3.1.	ARQUITETURA LTSA DO PADRÃO IEEE 1484.1	35
3.2.	ANÁLISE DE SISTEMAS LMS	39
3.2.1.	WEBCT	41
3.2.2.	BLACKBOARD	44
3.2.3.	MOODLE	47
3.2.4.	CLAROLINE	48
3.2.5.	TELEDUC	51
3.2.6.	COL	52
3.2.7.	RESULTADOS DA ANÁLISE DE SISTEMAS LMS	55
3.3.	PADRÕES DE CONTEÚDO DIDÁTICO DIGITAL	58
3.3.1.	OS PADRÕES SCORM E LOM	58
3.3.2.	ESPECIFICAÇÃO DO SCORM	60
4.	O SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO MSYS	64
4.1.	O PROCESSO DE MONITORAMENTO DO MSys	64
4.1.1.	FASE 1: VARREDURA E ANÁLISE DO CONTEÚDO CARREGADO	66
4.1.2.	FASE 2: CAPTURA DOS DADOS RASTREADOS	69
4.1.3.	FASE 3: RESULTADOS E GERAÇÃO DE RELATÓRIOS	72
4.2.	ARQUITETURA DO SISTEMA MSys	73
4.2.1.	LEARNING CONTENT MANAGEMENT SYSTEM (LCMS)	75
4.2.2.	LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (LMS)	76
4.2.3.	SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO (MSys)	77
4.3.	ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DE SOFTWARE E DIAGRAMAS DE CASOS DE USO	79
4.3.1.	ATORES (USUÁRIOS) DO SISTEMA	79
4.3.2.	CASOS DE USO	80
4.3.3.	REQUISITOS DE SOFTWARE	83
4.4.	ESPECIFICAÇÃO DA INTERFACE	87
4.4.1.	IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS DE SELEÇÃO E EXIBIÇÃO	91
4.4.2.	OPÇÕES DE RELATÓRIOS	94
5.	VALIDAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO	99

5.1.	SIMULAÇÃO DOS TIPOS DE RELATÓRIO	99
5.2.	IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO	108
5.2.1.	FASE 1: VARREDURA E ANÁLISE DOS DADOS ENVIADOS	108
5.2.2.	FASE 2: CAPTURA	113
5.2.3.	FASE 3: RELATÓRIO	114
5.3.	INTEGRAÇÃO COM OUTROS LMS	116
6.	<u>CONCLUSÕES.....</u>	117
6.1.	CONTRIBUIÇÕES	118
6.2.	TRABALHOS FUTUROS	120
7.	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	123
	<u>APÊNDICE – ESTUDO DETALHADO DA SIMULAÇÃO</u>	130

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, há a presença intensa de computadores na vida das crianças desde cedo. Segundo um estudo norte-americano¹, que avaliou 122 crianças com idades entre três e cinco anos (publicado no periódico *Pediatrics*² em 2004), as crianças em idade pré-escolar que usam computadores parecem desenvolver melhores habilidades de aprendizado que colegas que não utilizam a ferramenta. As crianças que usaram computadores em casa ou na escola três a quatro vezes por semana tiveram notas maiores em desenvolvimento cognitivo e disposição para estudar.

Diante da evolução das tecnologias e aplicações *web*, tem sido um enorme desafio para professores e universidades prover ambientes de aprendizado sofisticados, capazes de atender a esta nova geração de alunos. Os computadores e a Internet estão estimulando novas habilidades nos estudantes, que passaram a ter um pensamento mais crítico, baseado em resoluções de problemas, análises, sínteses e comunicação.

A tecnologia passa a fazer parte do cotidiano de alunos e professores (MORAN, 2005). Muitos dos estudantes universitários de hoje vêm para a sala de aula munidos dos mais diversos tipos de equipamentos como *notebooks* e *palm tops* para suas anotações e pesquisas. Fala-se atualmente em computação pervasiva e ubíqua³, uma maneira de a informação estar disponível através da computação onipresente, invisível, que está em todo o lugar e em todo momento, mas de forma imperceptível ao usuário. Cada vez mais os aprendizes usufruem das facilidades e dos benefícios que as redes Internet e de computadores proporcionam. E cada vez mais é de forma transparente ao usuário que a informação chega, através de equipamentos e dispositivos com inteligências e computação robustas por trás de uma interface mais simples e amigável. Com a evolução da tecnologia cada vez mais pervasiva, torna-se mais fácil, enfim, utilizar novos dispositivos, equipamentos ou sistemas completos de computação voltados para a educação.

¹ Notícia fornecida pela Reuters Limited no Terra Informática, News Online, São Paulo em 04 de junho de 2004. Disponível em: <<http://informatica.terra.com.br/interna/0,,OI321196-EI553,00.html>> Acesso em 07 jun. 2004

² <http://pediatrics.aappublications.org/>

³ UBIQUITOUS computing. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Ubiquitous_computing> Acesso em: 19 jul. 2006.

1.1. MOTIVAÇÃO

Frente a este cenário, estão sendo desenvolvidas práticas pedagógicas que estimulem a troca de informações entre alunos e professores utilizando sistemas de aprendizado eletrônico, como ferramenta de apoio em atividades presenciais ou remotas. Entretanto, é ainda pequeno o número de professores que optam pela utilização de conteúdos multimídia e interativos. Muitos utilizam os sistemas apenas como repositório, nos quais disponibilizam o material didático criado sem fazer uma análise crítica deste método de disseminação da informação, sem analisar, por exemplo, se é satisfatório realizar a leitura do conteúdo textual no computador ou ainda se tal conteúdo é compatível ou não com as habilidades dos alunos.

Novas tecnologias e sistemas robustos voltados para a educação vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de facilitar e aumentar a interatividade entre aprendizes e educadores. Assim, o desenvolvimento de ferramentas e sistemas voltados para o aprendizado eletrônico surgiu com o intuito de criar uma nova maneira de apoiar o ensino presencial e auxiliar a distribuição de conteúdo didático através da *web*, bem como ensinar a distância.

Atualmente, existem diversos sistemas voltados para o aprendizado eletrônico disponíveis na rede Internet. De gratuitos a pagos, grande parte desses sistemas são do tipo *Learning Management System* (LMS). LMS é um termo usado para sistemas ou plataformas que organizam e provêm acesso remoto à serviços de aprendizado para alunos, professores e administradores, além de incluir controle de acesso, acesso à conteúdos digitais, ferramentas de comunicação e organização de grupos de usuários (PAULSEN, 2002). Sistemas deste tipo, em geral, utilizam tecnologia baseada na *web*, e permitem gerenciar cursos e conteúdo didático tornando possível planejar, implementar, acessar e avaliar um processo de aprendizado específico (TORI, 2003). Eva Kapan-Leiserson define LMS como:

“Software que automatiza a administração de eventos formativos. O LMS registra usuários, rastreia cursos cadastrados, e grava dados dos alunos; provê gerenciamento. Um LMS é tipicamente designado para cursos com muitos editores. Normalmente não inclui o uso de autoria própria, ao invés disso, foca no gerenciamento de cursos criados por uma variedade de fontes.” (PAULSEN, 2002, p. 6).

Alguns destes sistemas de aprendizado eletrônico integram o LMS a um LCMS (*Learning Content Management System*). Um LCMS representa e armazena toda informação que descreve um conteúdo de aprendizado digital, caracterizando um sistema capaz de criar, editar e armazenar material didático e posteriormente permitir uma fácil recuperação e reutilização pelos usuários de um LMS (REDOL, 2003).

Além disso, um sistema do tipo LMS normalmente provê funcionalidades que se baseiam na interação entre o instrutor e o estudante, como discussões através de troca de mensagens assíncronas (por exemplo, fóruns) ou síncronas (por exemplo, *chat*), ferramentas multimídia como videoconferência, troca de conteúdo didático ou informações entre os próprios estudantes e entre o instrutor e o estudante, entre outras. As ferramentas de interação têm, atualmente, um papel fundamental no desenvolvimento do curso digital. Elas permitem a comunicação remota muitas vezes em tempo real, a colaboração, a troca de informações e, conseqüentemente, a geração de um conteúdo didático rico, como resultado da interação.

De fato, Hall (2001) usa o termo LMS para descrever um leque vasto de aplicações que rastreiam o estudo do aluno e podem incluir funcionalidades como autoria, gerenciamento de turmas, competências e conhecimentos, certificação ou submissão do estudo, personalização, além de ferramentas de interação como chat e fórum (PAULSEN, 2002). Assim, outra funcionalidade importante dos sistemas do tipo LMS permite que o instrutor faça um acompanhamento das atividades executadas pelos alunos, monitorando o tempo de acesso e as tarefas ou ações executadas por eles, auxiliando o instrutor durante o processo de avaliação.

Além disso, o acompanhamento de um conjunto de atividades executadas torna possível que, ao visualizar e observar os mais diversos resultados, o instrutor possa adequar o formato do material didático que foi oferecido de acordo com as preferências e o grau de aproveitamento dos estudantes, considerando, entre outros parâmetros, a interação através de cada mídia do conteúdo ou objeto de aprendizado.

Assim, considerando as capacidades cognitivas dos estudantes, que nos permitem observar como as diferentes personalidades podem absorver uma informação, é

necessário analisar cuidadosamente o processo de avaliação. A maneira como o ser humano é capaz de interpretar diferentemente uns dos outros uma mesma informação será abordada com detalhes no próximo capítulo. De qualquer maneira, é conveniente que a reflexão como parte da avaliação que é possível propor em cada metodologia de ensino considere as diferentes capacidades de abstração e absorção do conhecimento, servindo de apoio à interpretação dos resultados gerados no processo de acompanhamento de atividades em um sistema LMS.

Segundo Otsuka (2002), a avaliação é considerada mais complexa quando à distância, pois não é possível ter o *feedback* das interações face a face, tratando-se de uma forma de avaliação informal, que apenas dá indícios da compreensão e interesse dos alunos, além de não ser comum garantir a autenticação de quem está utilizando o sistema de ensino-aprendizado. Pode-se observar, a partir dessas considerações, que existe atualmente uma preocupação com relação ao *feedback* que os sistemas LMSs podem prover como forma de avaliar os alunos.

Este trabalho não tratará, contudo, o processo de avaliação propriamente dito ao obter os resultados gerados pela ferramenta de acompanhamento MSys. Não se quer, com o desenvolvimento desta ferramenta, e a integração dela em LMSs, prover uma forma de avaliação e sim informar ao professor ou instrutor como seus alunos utilizam o conteúdo nas atividades de aprendizagem propostas. A avaliação deve ser parte do processo de ensino-aprendizagem e deve ser muito bem elaborada pelo educador, de maneira a ser suficientemente objetiva a fim de facilitar a interpretação posterior do desempenho dos estudantes (BLOOM; HASTINGS; MADAUS, 1975).

Dentre os sistemas LMSs atualmente existentes, entretanto, poucos consideram alguma funcionalidade capaz de trilhar o caminho das atividades do aprendiz de maneira a retornar ao educador resultados detalhados para que ele possa interpretar e usufruir dessas informações. Tais informações poderiam auxiliar os educadores a refletir sobre o conteúdo didático disponível na tentativa de perceber se os aprendizes sentem-se confortáveis ou não com a forma como ele foi exposto.

Considerando um levantamento das funcionalidades de seis sistemas LMS escolhidos para este trabalho, foi verificada a falta de detalhamento nos módulos

que geram estatísticas ou que fazem alguma forma de rastreamento do usuário. Tendo em vista que estes ambientes de aprendizagem podem ser otimizados, de forma a auxiliar o professor em relação ao material didático multimídia proposto e prover um aumento da capacidade de absorção de seus aprendizes sobre o tema explorado em aula, percebeu-se que uma ferramenta de acompanhamento mais completa e detalhada poderia dar ao professor parâmetros para uma melhoria de sua abordagem pedagógica.

1.2. OBJETIVO

A proposta deste trabalho é o desenvolvimento do sistema de acompanhamento MSys, que deverá observar o nível de utilização e interação dos usuários, do tipo alunos, em um LMS, através do monitoramento das atividades nos diferentes tipos de tarefas propostas por um professor em determinada atividade de aprendizagem ou conteúdo didático. Isso será possível através do acompanhamento das ações do usuário e sua interação com objetos de aprendizagem ao longo de um material didático digital. Como prova de conceito, o MSys será integrado ao LMS CoL (Cursos on-Line)⁴, de maneira a garantir o possível acoplamento da ferramenta a LMSs, e validar a sua concepção.

O sistema MSys, do ponto de vista do tutor, será operado de modo transparente, ou seja, o ambiente computacional de acompanhamento, integrado ao LMS, estará ativo durante todo o processo a partir do momento que o conteúdo didático for carregado pelo tutor. Assim, em qualquer momento que se desejar acessar os resultados do monitoramento, os dados capturados das atividades desenvolvidas pelos alunos estarão armazenados e poderão ser exibidos através de uma interface definida.

Assim, o instrutor sempre poderá, através dos resultados apresentados na interface, interpretar o desempenho dos alunos, seja com relação a um conteúdo específico

⁴ CoL (Cursos on-Line): sistema LMS de apoio ao ensino da Universidade de São Paulo – <http://col.usp.br>

que é pré-requisito de outro, seja a cada aula ou semana ou ainda ao final da disciplina. A ferramenta criará possibilidades de o instrutor escolher combinações e opções de filtros variados para a apresentação dos dados na forma gráfica para fazer o acompanhamento.

Quanto aos resultados gerados e à interpretação dos mesmos que deve estar incluída no processo do aprendizado eletrônico, deve-se pensar, inicialmente, na capacidade de absorção de um conteúdo digital por parte dos alunos como critério a ser observado. O relatório gerado pelo sistema MSys deverá exibir, para cada conteúdo ou atividade de aprendizagem, a maneira como os objetos de aprendizagem dos mais diversos tipos de mídias estão distribuídas, como foi o uso de cada um desses pelos alunos, e ainda a relação destes resultados com o desempenho (notas da avaliação do curso) dos alunos no decorrer da utilização. Para tanto, serão considerados no monitoramento do conteúdo, objetos de aprendizado compostos pelas mais diversas mídias, tais como: texto, áudio, vídeo, animação, imagens, simulações e outros.

É interessante que também as ferramentas que envolvem as atividades de interação e colaborativas (síncronas ou assíncronas) em um sistema do tipo LMS, como *chat* ou fóruns, que podem gerar objetos de aprendizagem ao serem usadas, sejam monitoradas durante sua utilização por ferramentas de acompanhamento. O tipo de informação resultante é capaz de expressar dados significativos ao instrutor com base em parâmetros como número e tempo de acesso dos estudantes. Os resultados interpretados, ainda, em conjunto com os resultados rastreados sobre os conteúdos digitais disponíveis podem trazer resultados importantes ao tutor.

1.3. JUSTIFICATIVA

Dentro deste contexto, vale ressaltar que a apresentação digital do conteúdo para os alunos é muito importante, pois é este material que facilitará a compreensão sobre determinado assunto ou tratará de ensinar, mais propriamente, um conteúdo ou conceito. A geração de material digital tem sido estudada para que seja avaliada

qual a melhor maneira de exibí-lo na tela dos computadores visando a otimização da assimilação pela maioria dos aprendizes.

Uma das formas eficazes de deixar disponível o material didático é justamente aumentando a oferta do mesmo conteúdo em diversos formatos, com a utilização de objetos de aprendizagem distintos, abordando um mesmo tópico, a fim de dar a oportunidade, por exemplo, do aluno com maior capacidade de absorção visual poder assistir um conteúdo no formato de vídeo, do aluno com maior habilidade prática poder utilizar simuladores ou ainda dos alunos que possuem facilidade de absorção do conteúdo através de uma discussão, poderem participar de um fórum ou utilizar outras ferramentas colaborativas de aprendizagem (GONZÁLEZ, 2000).

A ferramenta de acompanhamento MSys não propõe essa abrangência e variedade de conteúdos, mas os dados gerados por ele devem servir de subsídio para que os conteúdos didáticos disponíveis passem por uma evolução. Esta evolução deverá ocorrer essencialmente a partir do professor, que poderá através dos resultados gerados pelo MSys, beneficiar aprendizes, já que ele pode avaliar como está sendo utilizado o conteúdo disponível.

Desta maneira, o instrutor é capaz de optar por adaptar seu conteúdo àquela turma de estudantes que está avaliando, alterando a metodologia pedagógica utilizada e possibilitando que eles acessem conteúdos didáticos que coincidam com suas habilidades. Isto pode ser feito incluindo, por exemplo, outras atividades, como as colaborativas, a fim de melhorar o grau de absorção do conhecimento e estimular uma dinâmica de aprendizado mais efetiva. O interessante é que a evolução é decorrente, em grande parte, das respostas dos próprios alunos, ou seja, do comportamento dos mesmos diante do material, que sempre pode levar o instrutor a reavaliar o conteúdo didático disponível.

Neste trabalho será mostrado como o MSys auxiliará educadores que utilizam sistemas do tipo LMS a verificar o andamento do curso e o envolvimento dos alunos com o material didático disponível através de estatísticas de acompanhamento geradas pelo sistema. O objetivo é acumular informações relevantes para o professor em uma mesma interface gráfica, de maneira que ele possa tratar estas informações de forma passiva, observando o andamento do processo de ensino-

aprendizagem ou ainda de forma ativa, observando, interpretando os resultados e, eventualmente utilizando desses resultados para permitir um ajuste de material ou conteúdo didático em geral.

1.4. ESTRUTURA E CONTEÚDO DA DISSERTAÇÃO

Para atingir os objetivos mencionados, o presente trabalho é estruturado como descrito a seguir:

Com a finalidade de dar apoio e suporte ao desenvolvimento da metodologia do trabalho aqui proposto, faz-se necessário um estudo sobre algumas teorias que relacionam a capacidade de aprendizado do ser humano. Este estudo originou o Capítulo 2, que introduz o leitor aos fundamentos das principais teorias que envolvem o aprendizado de um aluno e a capacidade de fixação de cada indivíduo frente a um conteúdo didático, segundo Piaget e William Perry. Além disso, este capítulo trata do desenvolvimento cognitivo através das inteligências múltiplas de Howard Gardner e Rudolf Steiner, mostrando a necessidade do aprendizado multidisciplinar envolvendo a interatividade e sistemas de colaboração.

No Capítulo 3 é feita uma análise de seis sistemas do tipo LMS existentes atualmente, a fim de mostrar, em linhas gerais, como estes ambientes de aprendizado eletrônico, bem difundidos no mercado, desenvolveram as funcionalidades relacionadas ao acompanhamento das atividades exercidas pelos alunos. O capítulo mostra a necessidade da implementação do sistema proposto e descreve a essência da arquitetura do padrão IEEE 1484.1 tornando visível quais funcionalidades de monitoramento e acompanhamento são esperadas pela arquitetura, aplicada aos LMSs. Por fim, é introduzido aspectos do padrão SCORM, que a ferramenta MSys utiliza para implementação do processo de acompanhamento.

Dando continuidade ao que foi exposto, o Capítulo 4 aborda a estrutura do sistema proposto. Todo o detalhamento referente à arquitetura, ao modo de operação,

interface e funcionamento dos elementos do sistema e todos os componentes necessários para a especificação e desenvolvimento do MSys serão detalhados neste capítulo.

O Capítulo 5, por sua vez, descreve o processo de validação e implementação da ferramenta MSys, detalhando quais resultados são gerados pela combinação das opções de seleção pelo professor a partir de uma simulação feita e descrição do protótipo implementado. Assim, o capítulo expõe a linguagem utilizada, metodologia e procedimentos bem como as bibliotecas, padrões e parâmetros utilizados no desenvolvimento da ferramenta. Este capítulo descreve ainda de que maneira o sistema poderá ser integrado a outros sistemas LMS, explicitando as funções do padrão SCORM utilizadas para facilitar o processo de acompanhamento das atividades do aprendiz.

Por fim, o Capítulo 7 conclui este trabalho fazendo uma análise dos objetivos atingidos e consolidando as principais informações apresentadas. Este capítulo descreve as contribuições relevantes, fruto do desenvolvimento do trabalho, bem como os trabalhos futuros, abordando de que maneira esta pesquisa pode evoluir.

2. A CAPACIDADE DE APRENDIZAGEM

O processo contínuo de aprendizagem, segundo Martins (2002), é aquele pelo qual a sociedade está oferecendo permanentemente às pessoas possibilidades de desenvolverem ao máximo seu potencial e suas habilidades.

A capacidade de aprender algo novo e então armazenar as informações na memória a longo prazo é parte do desenvolvimento normal do ser humano. Médicos avaliam se as crianças estão se desenvolvendo de forma adequada verificando os mecanismos pelos quais elas aprendem a sentar e a engatinhar, a caminhar e a falar, e a desenvolver habilidades sociais. Tal avaliação é feita como forma de verificar o desenvolvimento do aprendizado e de habilidades específicas no tempo apropriado (LOMBROSO, 2004).

Considerando o cenário atual tecnológico atual cada vez mais propício às novas formas de interagir e aprender, várias teorias foram propostas neste sentido, incluindo as teorias segundo perspectivas psicanalíticas, cognitivas e de aprendizado, além de muitas reflexões sobre o cenário atual com muitas opções tecnológicas e de comunicação para ensinar e aprender. Ao integrar, em uma visão inovadora, todas as tecnologias como as telemáticas, as audiovisuais, as textuais, as orais, musicais, lúdicas e corporais, está se fazendo uma mudança qualitativa no processo de ensino/aprendizagem (MORAN, 2000b).

2.1. O APRENDIZADO E OS MEIOS TECNOLÓGICOS

Teorias recentes de aprendizagem têm se preocupado com a interação entre o conteúdo a ser aprendido e os processos psicológicos necessários para aprender, enfatizando o estudo sobre o modo pelo qual o aprendiz obtém, seleciona, interpreta e transforma uma informação (BORUCHOVITCH, 1999). Com a nova geração de tecnologias, tem sido introduzidas mudanças nas estruturas curriculares, nos métodos e nos modelos de ensino-aprendizado, sugerindo uma relação de interação

aluno-professor e aluno-material didático diferente e mais intensa e que valoriza as diversas inteligências do ser humano. É esperado que a tecnologia, teoricamente mais participativa por permitir a interação, faça as mudanças no processo de ensino/aprendizado, descentralizada do professor, acontecer automaticamente (MORAN, 2000a).

Há muito pouco tempo atrás a aprendizagem estava focada no ensino totalmente presencial. Para aprender, era necessário estar dentro de uma sala de aula ou, de forma totalmente individual, através de livros e meios de comunicação. Com a nova era on-line da Internet, é possível aprender não somente quando se está fisicamente presente, mas também a distância, permitindo inclusive a colaboração de atividades com outras pessoas localizadas geograficamente distantes.

Desenvolver o conceito de gerenciamento de aula integrando as atividades realizadas pelos alunos quando estão juntos e fazendo com que este processo continue quando eles não estão mais juntos é atualmente um avanço. O grande desafio é justamente motivá-los a continuar aprendendo quando não estão em sala de aula. Esta interação a distância é possível através dos novos ambientes que permite que os alunos “se encontrem” também fora da sala de aula ou de qualquer ambiente físico comum. Espera-se que os novos educadores integram melhor as tecnologias com a afetividade, o humanismo e a ética, tornando-se um professor mais criativo, experimentador, orientador de processos de aprendizagem presencial e a distância (MORAN, 2000a).

Cada vez mais professores e alunos são estimulados a interagirem através de espaços virtuais de comunicação voltados para o ensino, como é o caso dos ambientes do tipo LMS, que tiveram seu desenvolvimento iniciado na década de 90. De uma maneira ou de outra, a capacidade de fixação de informação de cada indivíduo frente a um conteúdo didático (digital ou não) e ainda as diversas formas de absorver tais conteúdos, devem ser avaliados.

É esperado que todo aluno passe por um processo de aprendizagem em que pode atingir diferentes estágios de conhecimento, se submetido a atividades distintas. Em suma, uma forma de futuramente ajustar o conteúdo didático conforme as principais

características ou necessidades de um conjunto de aprendizes é tentar classificar o estágio de aprendizado dos alunos.

2.2. CAPACIDADE DE FIXAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO DO APRENDIZADO

Dentre os fatores que influenciam o desenvolvimento da capacidade de aprender, um deles diz respeito às competências e habilidades, no que poderia ser chamado de desenvolvimento de aptidões cognitivas e procedimentais. Uma pessoa que aprende a identificar suas competências desenvolve um interesse especial de aprender, no entanto, só é possível desenvolver tal capacidade, quando se aprende a pensar. Por fim, só de fato desenvolve-se a característica de pensar bem quando se aprende métodos e técnicas de estudo. É este fator que garante a capacidade de auto-aprendizagem do aluno (MARTINS, 2007).

Existem algumas teorias sobre o desenvolvimento e a capacidade de aprendizagem do indivíduo que devem ser consideradas para neste trabalho. Entretanto, não há dúvidas de que dependendo do conteúdo ministrado e da dedicação dos alunos e professores, essa capacidade pode ser bastante alterada.

Jean Piaget e William Perry (WANKAT; OREOVICZ, 1993) propuseram ao mundo suas teorias de desenvolvimento da aprendizagem do indivíduo através de experimentos.

2.2.1. A TEORIA DE PIAGET

De acordo com Piaget, o desenvolvimento intelectual ocorre em quatro estágios ou períodos distintos, mas em diferentes velocidades. Para ele o que importa é a ordem dos estágios, e não a idade de aparição deles. Os quatro estágios considerados são: o período sensório-motor (do nascimento aos 2 anos), o período pré-operatório (dos

2 aos 7 anos), o período operatório-concreto (dos 7 aos 12 anos) e o período operatório-formal (dos 12 aos 15 anos).

Para Piaget (1964), o desenvolvimento das habilidades e competências humanas ocorrem em 4 períodos ou estágios diferentes, desde o nascimento da criança até a idade adulta, sendo que estes estágios não terminam abruptamente, mas sim gradualmente. Segundo ele, o desenvolvimento intelectual é contínuo, mas as operações intelectuais variam de acordo com o período. Sua teoria baseia-se em pesquisas focadas no desenvolvimento de crianças, em que a construção do conhecimento é resultante de ações físicas ou mentais sobre objetos que provocam um desequilíbrio que resulta em assimilação ou acomodação dessas ações, construindo deste modo o conhecimento. Piaget utiliza quatro conceitos para explicar como o desenvolvimento intelectual ocorre: o esquema (ou conhecimento propriamente dito), a assimilação, a acomodação e o equilíbrio.

Segundo Piaget (1964; STENDLER, 1972), “Em geral, a aprendizagem é provocada por situações - provocada por um experimentador psicológico; ou por um professor, com referência a algum ponto didático; ou por uma situação externa. Ela é provocada, em geral, como oposta ao que é espontâneo. Além disso, é um processo limitado a um problema simples ou uma estrutura simples”.

Piaget defendia a idéia que a aprendizagem depende do desenvolvimento das funções psicológicas. Ou seja, ao preparar determinada aula (conteúdo específico), o professor deve estar consciente sobre o estágio de desenvolvimento que o aluno se encontra (GONZÁLEZ, 2000). Além disso, por consequência de sua teoria de que todo e qualquer crescimento cognitivo só ocorre a partir de uma ação (concreta ou abstrata) do sujeito sobre o objeto do seu conhecimento, uma outra teoria sua, a construtivista, baseada na Epistemologia Genética (PIAGET, 1970), coloca a interação como requisito fundamental para a prática. Desta forma, o aluno é visto como um ser ativo, responsável pelo seu próprio desenvolvimento.

Sendo assim, em vez de apontar "erros" e fornecer a resposta "correta", cabe ao professor questionar as respostas dadas pela criança de maneira que ela perceba as limitações da sua resposta. É fundamental permitir que a criança desenvolva suas próprias teorias e hipóteses a respeito da escrita e garantir o desenvolvimento do

raciocínio, que não se dá com a repetição mecânica de conteúdos⁵. Segundo Piaget (1979), cada vez que ensinamos prematuramente a uma criança algo que ela poderia ter descoberto por si mesma, esta criança foi impedida de inventar, e conseqüentemente de entender completamente.

Segundo Neto (2000) pode-se dizer que a teoria de Piaget fez com que as metodologias de sua época fossem, ao menos, repensadas. E como resultado desta revolução, pode-se dizer que o processo educacional passou a ser mais participativo e interativo, e conseqüentemente mais interessante para o aluno. Além disso, professores passaram a observar com maior intensidade a individualidade dos alunos, sem descartar as limitações deles, e as escolas e também os pais passaram a ser considerados parte importante do processo ensino-aprendizagem. O material didático foi modificado e passou a apresentar forma, além de conteúdo, acentuando a atratividade estética e procurando despertar o interesse dos alunos (NETO, 2000).

2.2.2. A TEORIA DE WILLIAM PERRY

Já a teoria de William Perry baseou-se em um estudo do desenvolvimento de estudantes da Universidade de Harvard durante os seus quatro anos acadêmicos. Ele realizou entrevistas com os estudantes (todos os homens, provenientes de bons cursos de ensino médio e pouco heterogêneo), como uma forma de medir os resultados da pesquisa. Após o período de um ano, o desenvolvimento pôde ser distinguido entre uma variedade de respostas de todos os estudantes. Perry, então utilizou este modelo de desenvolvimento para classificar um outro grupo de estudantes.

A importância de Perry para o ensino de engenharia vem da possibilidade da utilização de seu instrumental de identificação do estágio de evolução do aluno, tendo em vista principalmente a adoção de estratégias mais adequadas em sala de aula. Como mostra a figura 1, Perry postulou nove estágios em seu modelo, que são identificados pelo desenvolvimento intelectual versus o comprometimento dos

⁵ IEEB – Instituto Edward Bertholini. Métodos e Teorias Pedagógicas. Disponível em: <<http://www.netdata.com.br/~ieeb/ieebmtd.htm>> Acesso em 26 jul. 2006

indivíduos, durante o processo de aprendizado. Eles podem ser categorizados em quatro principais grupos:

Figura 1 – Estágios do modelo de William Perry (WANKAT; OREOVICZ, 1993)

Duplo: divisão do significado em dois mundos: certo *versus* errado. Respostas corretas sempre existem e aprendê-las é uma sina para os estudantes e está acima de tudo. O estudante entende que pode ser o melhor se conseguir aprender a maior quantidade possível de informações.

Múltiplo: a diversidade de opiniões e valores é identificada como legítima em áreas onde as respostas certas ainda não são conhecidas. Nenhum julgamento pode ser feito entre as opiniões. Todo mundo detém uma resposta certa para si mesmo. Ninguém pode ser chamado de errado.

Relativo: a diversidade de opiniões, valores e julgamentos derivam de fontes coerentes, da lógica, de análises e comparações. O estudante entende que agora é um formador de idéias e que o conhecimento é qualitativo, ou seja, o conhecimento depende do contexto.

Comprometimento: neste estágio o indivíduo faz suas escolhas e decisões (carreira, valores, relacionamentos, política) com a completa consciência relativista.

Vale ressaltar que a teoria de Perry não se refere à resolução dos problemas e aplicações de lógica como os períodos de operações formais e concretos da teoria

de Piaget, embora tenha aparecido logo depois deste. O modelo de Perry, primeiramente, diz respeito a como estudantes partem de uma visão dualística do universo para uma visão mais relativista, e observa como o aluno muda sua noção de certo e errado para uma percepção de mundo que inclui incertezas num estágio centrado na figura de autoridade do professor. A partir disso, o autor aborda como estudantes desenvolvem seu comprometimento com o mundo relativista, e conseguem alcançar estágios mais elevados de comprometimento das soluções. Para Perry, diferentes estudantes requerem aprendizagens em diferentes meios (WANKAT; OREOVICZ, 1993).

2.3. AS MÚLTIPLAS CAPACIDADES E AS INTELIGÊNCIAS DO APRENDIZADO

Além de Piaget e Perry, que já sentiam a necessidade de diferentes meios de aprendizagem para os alunos, Rudolf Steiner e Howard Gardner também introduziram conceitos similares que explicam as diversas competências de um indivíduo. Essas competências distintas são frutos da mudança do próprio ser humano no tempo, quando este adquire novas capacidades de observar, sentir, pensar e agir embora o ensino, em geral, tenha continuado fundamentalmente o mesmo (SETZER, 2001).

Cada aluno possui seu próprio estilo de aprendizagem, o que gera uma demanda por ferramentas mais variáveis e flexíveis, que cada um possa adaptar a seu estilo de vida e de aprendizagem. Essa nova geração de alunos considera, como consequência, um conteúdo didático multimídia mais envolvente, atrativo, interativo e compatível com suas novas habilidades.

2.3.1. A PEDAGOGIA WALDORF DE RODOLF STEINER

O filósofo austríaco Rudolf Steiner introduziu ao mundo a chamada pedagogia Waldorf, embasada na concepção de desenvolvimento do ser humano orientado a partir de pontos de vista antropológico, pedagógico, curricular e administrativo, fundamentados na Antroposofia⁶, uma ciência espiritual elaborada por Steiner. O modelo de Steiner é muito mais abrangente do que o de Piaget, pois leva em conta todos os aspectos do desenvolvimento intelectual: seja físico, fisiológico, psicológico ou psíquico, passando pelo temperamento e as capacidades denominadas por ele de anímicas (querer, sentir e pensar)⁷.

Para Steiner,

[...] não se deve perguntar quais são os conhecimentos e as faculdades de que o homem precisa no contexto social vigente, mas antes quais são as capacidades latentes que podem ser acordadas no ser humano. Torna-se assim possível insuflar essa ordem social de novas forças, provenientes das gerações jovens. O dever tornar-se-á aquilo que esses jovens plenamente realizados serão capazes de criar. Assim nunca as novas gerações submeter-se-ão àquilo que a ordem social vigente quiser fazer delas.

Para Setzer, o ensino seria menos maçante se cada matéria procurasse relacionar o seu conteúdo com o aluno e seu ambiente. Na pedagogia Waldorf, um professor deve preferencialmente tomar a classe na primeira série e levá-la até a oitava série, sendo responsável por todas as matérias principais (SETZER, 2001). No ensino presencial, o professor tem a possibilidade de conhecer os alunos de suas turmas, na maioria das vezes. Para cursos a distância surge a necessidade de uma ferramenta que auxilie o professor a conhecer as habilidades de cada aluno.

2.3.2. AS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS DE HOWARD GARDNER

Howard Gardner, por sua vez, introduziu a teoria das Inteligências Múltiplas, que são vistas como processos de ensino capazes de melhorar a aprendizagem do aluno em qualquer disciplina. Após tomar conhecimento do trabalho de Gardner, alguns professores deparam-se com questões fundamentais, como “Para que servem as

⁶ A Antroposofia, do grego "conhecimento do ser humano", introduzida no início do século XX pelo austríaco Rudolf Steiner, pode ser caracterizada como um método de conhecimento da natureza do ser humano e do universo, que amplia o conhecimento obtido pelo método científico convencional, bem como a sua aplicação em praticamente todas as áreas da vida humana. (<http://www.sab.org.br>)

⁷ The Rudolf Steiner College. Disponível em: <<http://www.steinercollege.org>> Acesso em: 21 jul. 2006

escolas, senão para utilizar a maior capacidade de cada aluno?" (SETZER, 2001). O próprio Gardner esboça um currículo centrado no indivíduo, em que as escolas, proporcionem opções educacionais adequadas a cada aluno. Os professores desejam identificar e nutrir os pontos fortes da inteligência de cada criança, e freqüentemente tentam oferecer opções de aprendizagem e orientação para seus alunos. Garantir que os alunos realmente compreendam o conteúdo para que possam aplicar o seu conhecimento em novas situações, entretanto, não é um objetivo educacional fácil de alcançar (CAMPBELL, L.; CAMPBELL, B.; DICKINSON, 2000).

Segundo Gardner (1995), a escola tradicional está centrada apenas na exploração das inteligências lingüísticas e lógico-matemáticas. Para ele, a escola deveria ter uma educação pessoal, centrada no aluno, onde ele não poderia ser comparado. De acordo com essa perspectiva, mesmo Piaget, em sua análise de "inteligência", tinha uma visão apenas da inteligência lógico-matemática e muito longe da teoria das múltiplas inteligências, que envolve inteligências como lingüística, lógico-matemática, espacial, musical, corporal-sinestésica, intrapessoal, interpessoal, naturalista e existencial (ainda em estudo).

A inteligência lingüística é um tipo de inteligência apresentada pelos poetas; inteligência lógico-matemática é a capacidade lógica em matemática e a capacidade científica; inteligência espacial é a capacidade de formar um modelo mental de um mundo espacial e ser capaz de manobrar e operar utilizando este modelo; inteligência musical reflete as habilidades voltadas para o meio musical; inteligência corporal sinestésica é a capacidade de resolver problemas ou elaborar produtos utilizando o corpo inteiro ou partes; inteligência interpessoal é a capacidade de compreender outras pessoas; inteligência intrapessoal é a capacidade de compreender a si mesmo; a inteligência naturalista diz respeito à habilidade de ver padrões complexos no ambiente natural; inteligência existencial ou espiritualista se refere às coisas espirituais e existenciais, como a vida, a morte e as realidades supremas (GARDNER, 1995).

Experiências que aplicaram a teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner mostram que os professores têm, então, a oportunidade de observar as preferências dos alunos e perceber capacidades ou áreas naturais em que eles são motivados a

correr riscos (CAMPBELL, L.; CAMPBELL, B.; DICKINSON, 2000). Entretanto, pode haver um problema ao aplicar esta teoria já que o mesmo conceito pode ser ensinado de diversas maneiras, através de experiências multimodais, mas é provável que o professor perceba que elas estão muito distantes dos objetivos e resultados originalmente desejados. Para resolver este problema, Gardner fala no ensino multidisciplinar, ou seja, criar atividades baseadas em inteligências distintas, que envolvam o assunto desejado, ao invés de mostrar o mesmo conceito de diversas formas. Assim, o aluno passa por um planejamento interdisciplinar com seqüências de desenvolvimento em que pode aproveitar cada etapa do desenvolvimento exercitando uma inteligência diferente.

Para Moran (2005, p. 12), a sala de aula pode, inclusive, ser o espaço de múltiplas formas de aprender. Ela deve ser um espaço para informar, pesquisar e divulgar atividades de aprendizagem, incluindo objetos clássicos de uma sala de aula como o quadro e o giz e também a importância de elas serem confortáveis, com boa acústica e envolver um mínimo de tecnologia, como acesso fácil ao vídeo, DVD, projetor multimídia e ponto de Internet.

Através destas teorias, fica clara a necessidade de um educador observar com atenção os diversos modos de introduzir os conceitos necessários a um aprendiz. Pensando na disponibilidade de material didático na *web* para cursos que usam essa tecnologia como apoio ao ensino presencial ou para ensino a distância, é altamente pertinente que o professor possa se basear nas características e habilidades de seus alunos ao elaborar um conteúdo didático, mesmo que as mudanças de conteúdo baseadas nas capacidades ou inteligências dos alunos sejam graduais. Uma ferramenta de acompanhamento que verifica a ação e reação dos alunos com relação às tarefas propostas e como é o acesso e a receptividade de um material digital multimídia, permitirá ao professor avaliar se o conteúdo atende as diversas capacidades dos alunos, ou se necessita ser modificado ou ajustado.

3. SISTEMAS LMS E O PADRÃO SCORM

Este capítulo tem por objetivo analisar sistemas do tipo LMS a fim de explorar suas funcionalidades de acompanhamento. Para isso, é apresentada aqui parte da arquitetura LTSA (*Learning Technology Systems Architecture*) do padrão IEEE 1484.1, que envolve os componentes que caracterizam o histórico, comportamento e demais elementos relacionados à entidade de aprendizado, a fim de avaliar a implementação de tais elementos nos diversos sistemas analisados (IEEE, 2003). Este padrão é tratado aqui porque serviu de embasamento para o desenvolvimento destes sistemas, sendo considerados LMS padronizados. Os sistemas analisados neste trabalho são: WEBCT (SMITH, 2003; VANDEPITTE, 2003), Blackboard (CARDINAEELS; MEIRE; DUVAL, 2005), Moodle (BERGGREN et al., 2005), Claroline (RENAUX; CARON; LE PALLEC, 2005), Teleduc (OTSUKA, 2004) e CoL (ZAINA, 2002; MAEDA, 2004). Além disso, este capítulo mostrará algumas definições importantes a respeito do padrão SCORM⁸ (*Sharable Content Object Reference Model*), voltado para o conteúdo didático digital, que será considerado para a implementação da ferramenta MSys.

Atualmente existem muitos sistemas do tipo LMS disponíveis para uso de professores e estudantes que podem ser utilizados tanto para apoio ao ensino presencial como para cursos à distância. O número de funcionalidades bem como a diversidade de características de funcionamento das mesmas varia bastante de ambiente para ambiente. Entretanto, todos eles possuem uma característica em comum e de grande utilização (talvez a mais utilizada) pelos usuários: a funcionalidade que permite ao professor colocar seu conteúdo didático digital disponível aos alunos. Esta é, sem dúvida, a função mais importante em um ambiente de ensino on-line que, focando no assunto deste trabalho, essencialmente dá base para que estes sistemas desenvolvam alguma funcionalidade relacionada ao acompanhamento de atividades do aluno frente ao material digital. A maneira como o acompanhamento é realizado, como os dados obtidos são tratados e como são apresentados aos usuários, varia para os diferentes ambientes de aprendizado.

⁸ Mais informações sobre o padrão SCORM: www.adlnet.org

De qualquer maneira, a maioria opta por gerenciar, principalmente, o comportamento do aluno perante um conteúdo ou material digital disponível. A avaliação das ferramentas de acompanhamento ou estatísticas de uso neste capítulo analisará como cada um dos sistemas apresenta estas informações na tela não somente considerando o material digital disponível, mas também resultados das ferramentas de interação que também podem ser monitoradas.

3.1. ARQUITETURA LTSA DO PADRÃO IEEE 1484.1

Embora o padrão IEEE 1484.1⁹, que especifica a arquitetura de sistemas do tipo LMS, seja caracterizado por diversos componentes que relacionam funcionalidades de acompanhamento como necessárias para o desenvolvimento da arquitetura completa desses sistemas, não é obrigatória a implementação de todos os componentes descritos pela arquitetura. Além disso, este padrão não define como deve ser especificamente a implementação para criar os componentes dos sistemas do tipo LMS (IEEE, 2003).

A especificação deste padrão é bastante genérica, ou seja, a arquitetura é descrita basicamente através de entidades, processos e fluxos, e como não impõe qualquer obrigatoriedade sobre todos os componentes do sistema, faz com que a implementação sobre o processo de evolução e acompanhamento do aprendizado seja livre para quem implementa um sistema LMS.

A arquitetura do padrão IEEE 1484.1 aborda seus componentes e elementos através de processos, fluxos de dados e entidades de armazenamento. Tais elementos estão apresentados na figura 2.

⁹ Está sendo considerada aqui a versão de 2003.

Figura 2 – Representação de Processos, Fluxos e Entidades de armazenamento.

A figura 3 mostra todos os elementos ou componentes da arquitetura IEEE 1484.1, destacando as entidades, processos e fluxos de dados que estão diretamente ligados às funções do processo de acompanhamento que um sistema LMS dever ter.

Figura 3 – Arquitetura LMS referente ao padrão 1484.1 do IEEE (IEEE, 2003).

Os elementos em destaque mostram que a grande maioria dos fluxos de dados da arquitetura está envolvida com o processo de acompanhamento de atividades em um LMS. Além disso, o processo *Avaliação* e a entidade de armazenamento *Registro do Aprendiz* também estão diretamente envolvidos neste processo. A seguir, tais processos e fluxos são detalhados:

PROCESSO AVALIAÇÃO

A *Avaliação* é um processo de abstração que pode produzir medidas da *Entidade de Aprendizado*. Como pode ser observado na figura 3, como fluxos de entrada, são identificados o *Comportamento* observável pela *Entidade de Aprendizado*, o *Contexto de Interação*, que pode prover contexto ao comportamento da *Entidade de Aprendizado* para determinar uma avaliação apropriada e ainda as *Informações do Aprendiz* sobre avaliação que podem ser recuperadas da entidade de armazenamento *Registro do Aprendiz*. Tais informações também podem ser armazenadas como resultado do processo de *Avaliação* nesta entidade. Como fluxo de saída, as informações da avaliação podem ser enviadas ao processo *Tutor* através do fluxo de dados *Acessos*, o qual permite que uma avaliação possa gerar dados do acesso do aprendiz (IEEE, 2003).

ENTIDADE DE ARMAZENAMENTO *REGISTRO DO APRENDIZ*

A entidade *Registro do aprendiz* é capaz de armazenar dados de informação sobre o aprendiz, como desempenho, preferências e outros tipos de informação. Ela deve armazenar informações que possam ser recuperadas sobre o passado, como os registros do histórico do aprendiz, ou ainda informações sobre o presente, como acessos atuais e resumos das sessões ou ainda informações, como a pedagogia que deverá ser utilizada pelo aprendiz na atividade de aprendizagem, quem são os aprendizes ou ainda quais objetivos serão avaliados.

Com relação ao armazenamento e a recuperação dos dados, o processo de *Avaliação* é o responsável por armazenar e recuperar nesta entidade informações atuais (como notas ou lições) através do fluxo *Informações do Aprendiz* e também deve armazenar e recuperar informações recentes (como desempenho e preferências), através deste mesmo fluxo de dados (*Informação do Aprendiz*), mas proveniente do processo Tutor (IEEE, 2003).

FLUXOS DE DADOS

São quatro os fluxos de dados que estão envolvidos na função acompanhamento de aprendizes em um sistema que segue a arquitetura IEEE 1484.1:

- Comportamento: um fluxo de dados gerado a partir do processo *Entidade de Aprendizado* para o processo *Avaliação* representa informações sobre as atividades e ações de aprendizagem as quais devem ser usadas no processo de *Avaliação* para inferir sobre o comportamento de um aprendiz que pode incluir toques no teclado, cliques no mouse, respostas de voz, escolhas, respostas escritas etc.
- Informação do aprendiz (entre Avaliação e Registro do Aprendiz): armazenada e recuperada pela *Avaliação* na entidade *Registro do Aprendiz*, representa informações relacionadas ao passado, presente ou futuro (como atividades, notas, logs, objetivos etc), sendo que a granularidade destas informações não são especificadas pela arquitetura, como por exemplo, se deve armazenar todos os cliques do mouse do aluno, ou apenas o clique de um semestre e assim por diante.
- Informação do aprendiz (entre Tutor e Registro do Aprendiz): o primeiro fluxo saindo da entidade de armazenamento, *Registro do Aprendiz*, representa uma requisição para o processo *Tutor*. Tal requisição pode ser uma solicitação de informação como desempenho e preferências. Tipicamente, as informações relacionadas a histórico e preferências é que devem ser recuperadas, mas as informações do presente e futuro como qual o próximo passo que o aprendiz deve percorrer, também devem poder ser recuperadas. O segundo fluxo proveniente do processo *Tutor* representa informações novas que devem ser armazenadas e que podem ser caracterizadas por desempenho, preferências ou outras informações atuais.
- Acessos: um fluxo de dados gerado a partir do processo *Avaliação* para o processo *Tutor* representa a informação sobre o estado atual do aprendiz, o qual deve ser usado pelo processo *Tutor* para mapear os resultados de um possível monitoramento. O tipo de informação de acesso pode incluir informações sobre o desempenho, histórico, entre outras (IEEE, 2003).

As implementações da arquitetura 1484.1 para sistemas LMS podem utilizar nenhum, alguns ou todos os elementos que representam funções utilizadas para acompanhar e registrar informações de acesso do aprendiz que possibilite sua posterior recuperação, servindo de apoio no processo de avaliação. Assim, a

presença ou ausência de elementos que representam tais funcionalidades em LMSs, não necessariamente compromete-nos ou refletem implementações incompletas, já que não são de cunho obrigatório. Entretanto, entender a arquitetura por completo permite salientar a importância de cada um dos componentes para que na análise de um LMS sejam visíveis as vantagens em utilizá-los, baseados nas opções possíveis para o acompanhamento ou monitoramento das atividades de um aprendiz.

3.2. ANÁLISE DE SISTEMAS LMS

Para este trabalho foram analisados seis sistemas do tipo LMS, com foco especial no estudo das funcionalidades que servem de apoio para fazer algum tipo de acompanhamento periódico de uso do sistema por aprendizes. A tabela 1 ilustra cada um dos sistemas LMS selecionados, mostrando suas características como nome do sistema, tipo de licença de software, ano de início da primeira versão, bem como a instituição onde foi desenvolvido e ainda a sua versão atual.

A escolha para os sistemas selecionados dentre os diversos disponíveis no mercado foi feita baseando-se principalmente no tempo de existência e, conseqüentemente no quanto estão difundidos no mercado atual. Além disso, todos estes sistemas continuam em desenvolvimento, com atualizações de *releases*¹⁰ ou versões periódicas.

Dos seis LMSs selecionados, dois são proprietários e possuem o código protegido (WEBCT e Blackboard¹¹) enquanto os demais são de código abertos (licença GPL –

¹⁰ Significa uma liberação pública de uma nova versão de um produto de *software*; uma liberação legal, usado tipicamente para obter direitos antes de fazer algo disponível ao público (RELEASE. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Release>> Acesso em: 20 jul. 2007).

¹¹ Embora estes dois sistemas tenham sido unificados ao final de fevereiro de 2006, para os estudos feitos neste trabalho foram considerados os sistemas ainda separados. É possível conhecer mais a respeito do WEBCT em <<http://www.webct.com/>> e a respeito do Blackboard em <<http://www.blackboard.com/>>.

*General Public License*¹²), gratuitos. Destes, dois foram desenvolvidos por grupos internacionais (Moodle¹³ e Claroline¹⁴) e outros dois sistemas por grupos nacionais, desenvolvidos por universidades brasileiras e que possuem ampla utilização no cenário nacional (Teleduc¹⁵ e CoL¹⁶).

LMS	Tipo de licença	Instituição de Desenvolvimento	Ano de início da primeira versão	Versão atual
WEBCT	Proprietário	University of British Columbia (Vancouver, Canada)	1997	Campus Edition 6 (jun/2005)
Blackboard	Proprietário	Cornell University (New York, EUA)	1997	Academic Suite 6.2 (mai/2005)
Moodle	GPL	Curtin University of Technology (Bentley, Western Australia)	1999	1.8 (mar/2007)
Claroline	GPL	Université Catholique de Louvain (Louvain, Bélgica)	2000	1.8.4 beta (abr/2007)
Teleduc	GPL	Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da Universidade Estadual de Campinas (Campinas, Brasil)	1997	3.3.8 (jan/2007)
CoL	GPL	Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores da Universidade de São Paulo (São Paulo, Brasil)	1999	4.10 (jan/2007)

Tabela 1 – LMS selecionados para estudo

Para avaliar como os sistemas armazenam as informações e como fazem o delineamento das atividades dos alunos, foi incluído um conteúdo digital mínimo em cada um deles a fim de observar como este conteúdo é apresentado aos alunos e como cada um deles apresenta as informações de uso do conteúdo rastreadas pelos sistemas.

¹² GNU *General Public License* (Licença Pública Geral), GNU GPL ou simplesmente GPL, é a designação da licença para software livre idealizada por Richard Stallman no final da década de 1980, no âmbito do projeto GNU da *Free Software Foundation*.

¹³ Mais informações sobre o sistema Moodle em <<http://moodle.org/>>

¹⁴ Mais informações sobre o sistema Claroline em <<http://www.claroline.net/>>

¹⁵ Mais informações sobre o sistema Teleduc em <<http://teleduc.nied.unicamp.br/>>

¹⁶ Mais informações sobre o sistema CoL em <<http://col.usp.br/>>

Ao analisar os seis LMSs selecionados, foi possível verificar como são diferentemente representadas as interfaces de uso e a geração dos dados que foram monitorados durante o processo de aprendizado. Foi possível mapear, em todos os ambientes, a existência dos parâmetros listados a seguir como resultado do acompanhamento dos estudantes ao utilizar um conteúdo digital.

A visualização destas informações é representada em diferentes formatos para cada um dos ambientes, e representada de maneira única para cada um deles, já que se baseiam na estrutura própria do ambiente. Estes LMSs utilizam, normalmente, tabelas e gráficos para exibir os resultados do monitoramento.

3.2.1. *WEBCT*

Este ambiente permite armazenar as seguintes informações sobre o aprendiz:

- Número total de acessos às páginas:
 - Inicial do conteúdo didático;
 - Organizadora;
 - De objetivos;
 - De conteúdo;
- Número total de acessos:
 - Às ferramentas de glossário, agenda, correio, notas;
 - Por estudante;
- Data e horário do:
 - Acesso de cada estudante a cada uma das páginas do conteúdo didático;
 - Último acesso de cada estudante;
- Estatísticas de notas (nota mais alta, mais baixa e média) e frequência.

Estas informações têm sua interface ilustrada através dos resultados apresentados nas telas mostradas nas figuras a seguir. A figura 4 ilustra em formato do tipo barra o resultado da distribuição dos acessos do aluno, apresentando:

- Nome e identificação do usuário;
- Primeiro e último acesso;
- Número total de acessos;
- Última página visitada;
- Número de páginas diferentes visitadas;
- Número total de páginas;

Figura 4 – WEBCT – Representação das informações de acesso de um aluno específico

A figura 5 ilustra o histórico das páginas de conteúdo visitadas, mostrando o nome de cada página acessada e o horário do último acesso.

Figura 5 – WEBCT – Informações de acesso de um aluno específico às páginas de conteúdo

A figura 6 ilustra as estatísticas de acesso e uso da ferramenta de testes de avaliação, apresentando as seguintes informações sobre as notas dos alunos que executaram os testes:

- A nota mais alta;
- A nota mais baixa;
- A nota média dos alunos;
- A nota intermediária dos alunos;
- O número de testes executados.

Além disso, é exibida na tela a frequência de acesso dos alunos ao ambiente em cada faixa de pontuação de notas dos testes.

Figura 6 – WEBCT – Detalhes do acesso comparado com os demais alunos

3.2.2. BLACKBOARD

Este LMS é caracterizado especialmente por apresentar ao tutor as informações de acessos em cada ferramenta como agenda, avisos, glossário, correio, grupos etc. A figura 7 mostra uma visão geral dos acessos à disciplina, e a figura 8 mostra como estes acessos estão distribuídos por aluno.

Figura 7 – Blackboard – Porcentagem e número de acessos às ferramentas pela Turma

Figura 8 – Blackboard – número de acessos às ferramentas por aluno

Além disso, o número de acessos considerando a data dos acessos pode ser representado por gráficos que exibem:

- O número de acessos da turma por:
 - Hora do dia;
 - Dia da semana;
 - Dia do mês;
- O número de acessos do aluno por dia do mês.

Figura 9 – Blackboard – gráfico do número de acessos por hora do dia

Através das figuras 9, 10 e 11 é fácil perceber que somente o número de acessos por dia do mês é apresentado especificamente por aluno. Os demais são somente referentes à turma. Além disso, esses valores de acesso não tratam especificamente do acesso ao conteúdo didático, mas a todas as ferramentas de um modo geral.

Figura 10 – Blackboard – número de acessos por dia da semana

Figura 11 – Blackboard – número total de acessos da turma e de cada aluno, por dia do mês

3.2.3. MOODLE

Como pode ser visto através da figura 12, este sistema mostra somente a data e horário do acesso de cada estudante e seu respectivo endereço IP (*Internet Protocol*) de origem do acesso em cada curso, permitindo a filtragem destes resultados por:

- Participante;
- Grupo;
- Dia que houve pelo menos um acesso ao curso;
- Página de conteúdo.

moodle » NCC101 » Logs » Todos os participantes, Todos os dias

Testel: Todos os participantes, Todos os dias (GMT-3)

Todos os grupos Todos os participantes Todos os dias avalia 1

Mostrar estes logs

Mostrando 210 records

Página: 1 2 3 (Próximo)

Wed	31 August 2005, 18:59	143.107.111.3	Christiane Meiler	course view	Testel
Wed	31 August 2005, 18:58	143.107.111.3	Christiane Meiler	course view	Testel
Mon	22 August 2005, 13:52	200.141.204.62	Aum de Abreu Gonçalves Filho	course view	Testel
Mon	22 August 2005, 13:50	200.141.204.62	Aum de Abreu Gonçalves Filho	course view	Testel
Mon	22 August 2005, 13:50	200.141.204.62	Aum de Abreu Gonçalves Filho	course view	Testel
Thu	18 August 2005, 15:07	143.107.71.137	Juçara Pigato	course view	Testel
Mon	15 August 2005, 19:11	200.141.204.62	Aum de Abreu Gonçalves Filho	course view	Testel
Mon	15 August 2005, 19:11	200.141.204.62	Aum de Abreu Gonçalves Filho	resource view all	
Mon	15 August 2005, 19:11	200.141.204.62	Aum de Abreu Gonçalves Filho	resource view	Material
Mon	15 August 2005, 19:10	200.141.204.62	Aum de Abreu Gonçalves Filho	course view	Testel
Mon	15 August 2005, 19:10	200.141.204.62	Aum de Abreu Gonçalves Filho	course enrol	
Mon	8 August 2005, 10:12	143.107.71.137	Juçara Pigato	user view	Juçara Pigato
Fri	5 August 2005, 17:19	217.10.172.211	Adriano do Espírito Santo Kw	course view	Testel
Sat	2 July 2005, 18:46	217.10.172.2	Adriano do Espírito Santo Kw	course view	Testel

Figura 12 – Moodle – Tabela única de estatísticas de resultados

3.2.4. CLAROLINE

O LMS Claroline permite que o tutor saiba, na página de estatísticas do curso, representado na figura 13, os seguintes índices:

- Número total de:
 - Acessos da turma ao curso;
 - Estudantes da turma que
 - Acessou o curso;
 - Nunca acessou o curso;
 - Não acessaram recentemente o curso;
 - O número total de acessos no:
 - Dia corrente;
 - Última semana;
 - Último mês;
- Data e horário do último acesso de cada estudante;
- Número total de acessos de cada estudante.

Demo Claroline 1.7.5

Christiane Meiler : [Cursos](#) | [My calendar](#) | [Alterar perfil](#) | [Sair da Sessão](#)

Segurança em Redes
SEG111 - Christiane Meiler

[Demo Claroline 1.7.5](#) > [SEG111](#) > [Estatísticas](#)

Estatísticas
Estatísticas do curso : SEG111

[Mostrar todos](#) | [Não mostrar nenhum](#)

Utilizadores [\[Fechar\]](#)
Número de utilizadores : 4
Never connected students :

- [Joao JoaoTeste](#)

Not recently connected students : Não há resultados

Acesso ao curso [\[Fechar\]](#)
Número total de acessos ao curso : 9
Nos últimos 31 dias : 9
Nos últimos 7 dias : 9
Hoje : 9

- [Christiane Meiler](#) (Last access : 2006-04-10 15:58:35 ; Total : 5)
- [Aluno 1 Teste](#) (Last access : 2006-04-10 15:57:23 ; Total : 3)
- [Aluno 3 Testes](#) (Last access : 2006-04-10 15:39:18 ; Total : 1)

Figura 13 – Claroline – página inicial de estatísticas de acesso ao curso

Através da figura 13 pode-se perceber que é possível clicar no nome de cada aluno, permitindo ver detalhes do acesso de cada aluno, mostrados através da figura 14. Os detalhes apresentados são com relação a cada ferramenta acessada. Para a ferramenta de documentos, que armazena o material didático incluído pelo professor são exibidos:

- Número de *downloads*¹⁷ naquele acesso;
- Número total de *downloads* naquele arquivo.

- Documentos [Fechar]		
Documento	Descargas dos Utilizadores	Total de descargas
/Artigos/Politica_ICP_Brasil.pdf	1	1
/Aula1_17_10_2005.ppt	1	1
/Aula2_19_10_2005.ppt	1	1
/Aula8_21_11_2005.ppt	1	2
/Aula9_23_11_2005.ppt	2	2
/Example_document.pdf	2	2
/ICP_Brasil.url	3	5
/index.htm	3	5
/Site/comum002.htm	1	1
- Exercises [Fechar]		
Exercise	User attempts	Total attempts
Não há resultados		
- Forum usage [Fechar]		
<ul style="list-style-type: none"> • Messages posted : 1 • Topics started : 1 • More replied topics 		
<ul style="list-style-type: none"> • More seen topics 		
<ul style="list-style-type: none"> • Last active topics 		
Tópico	Replies	
Mensagem de exemplo	0	
Tópico	Visto	
Mensagem de exemplo	2	
Tópico	Última mensagem	
Mensagem de exemplo	2006-04-10 14:48:59	

Figura 14 – Claroline – detalhes do tráfego por ferramenta

Além disso, detalhes de outras ferramentas também são exibidos, como da ferramenta Fórum (número total de mensagens postadas, número de tópicos de discussão inseridos, número de mensagens respondidas, número de mensagens lidas, data e horário da última mensagem).

¹⁷ *Download* (significa descarregar, em português), é a transferência de dados de um computador Remoto para um computador local, o inverso de *upload*. Por vezes, é também chamado de puxar (ex.: puxar o arquivo) ou baixar (ex.: baixar o arquivo) (DOWNLOAD. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Download>> Acesso em: 20 jul. 2006.).

A figura 15 mostra que o Claroline permite visualizar detalhes do tráfego, apresentando barras gráficas com a porcentagem de acesso por horário do dia, bem como o número de acessos correspondente a tal porcentagem. É possível visualizar estes detalhes também por dia, mês e ano de um estudante específico.

Figura 15 – Claroline – detalhes do tráfego por aluno

Detalhes de acesso a cada ferramenta também mostra detalhes do acesso de cada aluno, incluindo a data, o horário e o número de acessos, como mostra a figura 16.

Demo Claroline 1.7.5		
Christiane Meiler : Cursos My calendar Alterar perfil Sair da Sessão		
Segurança em Redes		
SEG111 - Christiane Meiler		
# Demo Claroline 1.7.5 > SEG111 > Estatísticas > User access details		
User access details		
Tool : Documentos		
Nome de utilizador	Last access	Access count
Meiler Christiane	10 de Abril de 2006 às 15:28	2
Teste Aluno 1	10 de Abril de 2006 às 15:58	7
Testes Aluno 3	10 de Abril de 2006 às 15:39	1
Manager(s) for SEG111 : Christiane Meiler		
Utiliza a Plataforma Claroline © 2001 - 2006		

Figura 16 – Claroline – horário do último acesso de cada aluno por ferramenta

3.2.5. TELEDUC

Este ambiente permite verificar dois tipos de relatórios: um relatório de acessos, que mostra, através da figura 17, os resultados do último acesso de cada aluno, como data e horário no curso e outro relatório de frequência, que exibe o número de acessos por dia do mês, representado pela figura 18.

Acessos - Exibir Relatório de Acessos		Ajuda
Usuário	Último acesso	
1s Bet Renilton Leite Da Silva PAME-RJ - Nova Iguaçu - RJ	05/11/2005 12:07:29	
2s Bet Donaldo Aranha De Sousa DTCEA-AN - anápolis - go	17/10/2005 21:07:56	
2s Bet Walney Landim De Mello DTCEA-GL - Rio de Janeiro - RJ	04/10/2005 14:54:15	

Figura 17 – Teleduc – data e horário do último acesso

A figura 18 mostra que é permitido clicar no número de acessos de cada um dos alunos, que deverá mostrar o horário de cada um dos acessos do aluno no dia.

Acessos - Exibir Relatório de Frequência												
Entrada no ambiente												
	Agosto 2005											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Formadores												
Tut 1s												
Bco Essequiel			6									
Pena Firme												
Tut Cv												
Angela	1	2	2	3	1			2	2	3	2	2
Gaspareto												
Pangoni												

Figura 18 – Teleduc – número de acessos dos alunos por dia do mês

Para visualizar o relatório de frequência é necessário escolher de antemão, o período que se deseja obter os resultados bem como a ferramenta, como mostra a figura 19. Selecionando a ferramenta, o número de acessos que aparece na tela é de cada aluno por dia do período.

Curso-Larc

Acessos - Relatório de Frequência Ajuda

Selecione abaixo os dados a constar no relatório de frequência:

Período de busca:

Início:

17/05/2007

Término:

01/06/2007

Exibir:

☐ Grupos (Não há grupos)
 ☐ Alunos (Não há alunos)
 ☒ Formadores
 ☐ Convidados (Não há convidados)
 ☐ Visitantes (Não há visitantes)

Ferramenta:

Entrada no ambiente

Estrutura do Ambiente

Dinâmica do Curso

Agenda

Avaliações

Atividades

Material de Apoio

Leituras

Perguntas Frequentes

Exercícios

Parada Obrigatória

Mural

Exibir relatório

Voltar

Figura 19 – Teleduc – área de seleção de opções para o relatório de frequência

3.2.6. COL

O LMS CoL permite visualizar uma tabela com os resultados do tempo de acessos às páginas de conteúdo que cada aluno permaneceu em cada arquivo do curso, mostrando, inclusive, se a sessão expirou durante cada acesso. A figura 20 apresenta esta tabela, como resultado de um período já selecionado anteriormente. Antes de exibir esta tabela de resultados, o CoL permite selecionar os resultados de um único curso ou todos os cursos e ainda um único módulo (menor parte do conteúdo que pode ser representado por um conjunto de arquivos ou páginas). Além disso, o professor neste ambiente pode escolher um único aluno ou todos os alunos para verificar os resultados na tabela.

Figura 22 – CoL – gráfico do tempo de acesso às páginas por conteúdo

Este ambiente apresenta também resultados estatísticos relacionados ao uso da ferramenta de testes de múltipla escolha, como mostra a figura 23. São apresentados:

- Número alunos que realizaram os testes;
- Tempo médio de execução dos testes;
- Nota média no teste;
- Número de respostas;
- Número de acertos por questão;
- Tempo médio de execução por questão;
- Número de acertos e erros por alternativas das questões;

Figura 23 – CoL – estatísticas de uso dos testes de múltipla escolha

3.2.7. RESULTADOS DA ANÁLISE DE SISTEMAS LMS

Este estudo dos sistemas LMS teve por objetivo principal avaliar a versatilidade destes sistemas no momento em que a ferramenta de acompanhamento (*tracking*) é colocada em uso. Especialmente neste contexto, a preocupação de avaliar as funcionalidades esteve centrada em verificar quais delas apresentam como resultados informações relevantes que permitem ao professor avaliar o aprendizado dos alunos e ao mesmo tempo inferir sobre a qualidade de seu conteúdo didático. Além disso, analisar se as informações geradas por estes sistemas apresentam resultados que permita analisar a capacidade cognitiva dos alunos ou ainda os tipos de mídias que a turma sentiu-se mais confortável em utilizar.

Desta maneira, é possível observar, através das figuras que representam as características de acompanhamento dos LMSs, como cada um deles trata as informações capturadas e apresenta estes resultados. Percebe-se que, com relação às estatísticas de acesso ao conteúdo didático digital, nenhum deles trata do acesso aos arquivos considerando-os objetos de aprendizagem¹⁸, ou seja, não existe nenhuma preocupação quanto ao correlacionamento dos arquivos no contexto do material. Assim, as estatísticas de acesso aos arquivos são exibidas de maneira independente do contexto, por arquivo, trazendo muitas vezes resultados desnecessários como o número de acessos a um logotipo, um arquivo de imagem dentro de um arquivo html ou ainda o número de acessos a um arquivo zip, que possui, internamente, muitas informações e arquivos distintos que se complementam.

Isso se deve em grande parte ao fato de que alguns LMSs como o Teleduc e o Claroline obrigam o *download* do material pelo aluno, não permitindo que eles sejam exibidos automaticamente dentro do LMS. Pode-se perceber também que, os ambientes WEBCT, Blackboard, Moodle e CoL, embora não obrigue o acesso dos alunos ao material através de *download*, também não incluem em seus resultados uma distinção do tempo de acesso considerando os diversos formatos de conteúdos que foram utilizados pelos alunos.

As informações colhidas dos seis sistemas servem de subsídio para verificar que a maioria dos ambientes analisados considera apenas o número de acessos total às ferramentas de conteúdo ou, no máximo, o número de acessos e tempo de acesso por arquivo (Moodle, Claroline e CoL). Além disso, a interação dos resultados através de filtros ou seleção é quase nula, se considerar o Moodle, o Claroline e o CoL como ambientes que permitem algum tipo de interação do usuário com os resultados, podendo restringir a visualização dos resultados, ou ainda visualizá-los de mais de uma maneira.

¹⁸ Objeto de aprendizagem (OA) é uma unidade de instrução/ensino que é reutilizável. De acordo com o Learning Objects Metadata Workgroup, Objetos de Aprendizagem (Learning Objects) podem ser definidos por "qualquer entidade, digital ou não digital, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado suportado por tecnologias" (OBJETO de aprendizagem. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Objeto_de_aprendizagem> Acesso em: 20 jul. 2006.).

Alguns sistemas como o Claroline e o Teleduc abordam as estatísticas de acesso às ferramentas. O Claroline inclui detalhes do acesso por ferramenta considerando não somente o número de acessos, como também detalhes específicos como foi mostrado, na figura 14, os detalhes de uso da ferramenta de Fórum. O ambiente CoL faz o mesmo detalhamento para a ferramenta de testes de múltipla escolha, mas desconsidera as demais. Estas informações de acesso específico por ferramenta são muito relevantes no sentido de dar ao tutor não somente uma visão global do acesso ao curso, mas também uma visão pontual considerando cada ferramenta de interação proposta por ele ao curso.

Além disso, nenhum dos sistemas aqui analisados considera o parâmetro de comparação média da turma, quando são exibidos os resultados de acesso aos alunos individualmente. Tal informação permite ao instrutor comparar de imediato os resultados com os da turma, podendo identificar, se um desempenho alto ou baixo de um aluno em específico é comum ao restante da turma.

Os resultados desta análise mostram que não existe atualmente nenhum tipo de padronização de exibição dos resultados de acesso, já que a arquitetura para a implementação de sistemas LMS não atinge tal nível de detalhe. Desta maneira, a implementação das ferramentas de acompanhamento de atividades do aluno são as mais variadas possíveis nos ambientes atualmente existentes, e através da análise realizada observa-se que todos eles possuem ao menos um parâmetro comum e ao mesmo tempo ao menos um diferente.

Considerando estes resultados, torna-se clara a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta como a que está sendo proposta neste trabalho, que inclui o monitoramento de objetos de aprendizagem nos contextos das atividades propostas pelo tutor. Tal monitoramento baseia-se em um padrão de descrição do conteúdo digital, que será descrito na seção a seguir, permitindo apresentar informações específicas de uso do conteúdo, considerando objetos de aprendizagem e não somente arquivos do material didático digital.

A ferramenta MSys deve suprir a deficiência de todas as demais com relação ao parâmetro de comparação de média de acessos. Para cada parâmetro analisado deve ser considerada a média de acesso dos demais alunos da turma, permitindo

que os resultados possam ser avaliados através das comparações que este parâmetro proporciona. Características de acesso às ferramentas não estão incluídas a princípio nesta proposta por terem parâmetros bastante variados a cada LMS.

3.3. PADRÕES DE CONTEÚDO DIDÁTICO DIGITAL

Desde que se fala no uso de sistemas do tipo LMS, em que é possível deixar disponível para acesso através da *web* conteúdos digitais, percebe-se que o desenvolvimento de um curso digital é sempre feito de maneira simples e convencional. Inclusive, como já mencionado antes, percebe-se que grande parte dos ambientes de aprendizado eletrônico são utilizados apenas como repositórios, ou seja, uma forma de simplesmente depositar o conteúdo, sem se preocupar com qualquer organização.

Nos últimos anos passou-se a falar sobre padrões de desenvolvimento de material didático, em que surgiu, inicialmente, da necessidade da criação de soluções que permitissem a adaptação de conteúdos a qualquer sistema (LUCENA, 2003). Além disso, estas soluções permitem o desenvolvimento de conteúdos didáticos estruturados e mais organizados (FRANCO, 2005) com o intuito especialmente de reaproveitar objetos de aprendizagem, além de posteriormente prover informações de uso desses conteúdos, permitindo o monitoramento das ações dos usuários.

3.3.1. OS PADRÕES SCORM E LOM

A Secretaria de Defesa do governo norte-americano foi encarregado de conduzir esforços colaborativos a fim de modernizar a estrutura do aprendizado, em meados de 1977. Através desta iniciativa do governo foi criada a ADL (*Advanced Distributed Learning*), que tinha por finalidade desenvolver e implementar tecnologias de aprendizado ao Departamento de Defesa (DoD – *Department of Defense*) norte-

americano (ADL, 2004). Como pedra fundamental para alcançar esses objetivos foi criado o modelo SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*), que é considerada uma coleção de especificações e padrões adaptado de múltiplas fontes a fim de prover uma suíte de conteúdo didático digital que permita interoperabilidade, acessibilidade e reusabilidade de conteúdos de aprendizado baseados na *web* (ADL, 2004). Atualmente, além destas três características, o padrão SCORM inclui também durabilidade, sustentabilidade e adaptabilidade.

O padrão foi lançado em 2000 com o intuito de ser uma linguagem de especificação para desenvolvimento, empacotamento e entrega de materiais educacionais e de treinamento. Ele promove a criação de índices de aprendizagem reusáveis como objetos instrutivos dentro de uma estrutura técnica comum (*framework*), a interoperabilidade entre estes objetos através de diversos ambientes de entrega e a habilidade de criar estratégias de aprendizagem sofisticadas baseadas no progresso do aluno (ADL, 2004). Ou seja, o SCORM é um conjunto de padrões que, ao serem aplicados ao conteúdo de um curso, devem produzir pequenos objetos de aprendizagem reutilizáveis. Assim, um mesmo objeto pode ser aplicado em diversas aulas e cursos.

É interessante neste momento definir o que é uma *atividade de aprendizagem* por ser um elemento considerado pelo SCORM e, portanto será utilizada diversas vezes ao longo deste trabalho. Uma Atividade de Aprendizagem é uma unidade de instrução completa em si mesma, isto é, ela deve ser necessária e suficiente para transmitir, praticar, avaliar, analisar ou discutir o conceito desejado. Pode ser composta por qualquer tipo de elemento, digital ou não, e constituída por componentes de naturezas distintas (ADL, 2004). Stiubiener, considera:

“em um ambiente de aprendizado eletrônico que trata de entidades digitais, uma atividade de aprendizagem pode ser, por exemplo, um conjunto composto por conteúdos didáticos estáticos associados a atividades expressas por funcionalidades oferecidas pelo sistema, tais como atividades colaborativas, interativas, de avaliação, enfim, qualquer conjunto de atividades predefinidas a serem cumpridas pelo aprendiz de forma que ele atinja o objetivo de aprendizagem proposto” (STIUBIENER, 2005, p. 21).

No contexto deste trabalho, a definição de atividade de aprendizagem serve como parâmetro de consideração para identificar o quanto se deseja granularizar a captura e o monitoramento das informações disponíveis ou objetos de aprendizagem. Para

isso, o SCORM considera metadados¹⁹ como parte do seu modelo de referência. Metadados são estruturas de dados que descrevem os objetos e atividades de aprendizagem, possibilitando que esses objetos sejam descritos nas suas principais características (STIUBIENER, 2005). A versão atual do SCORM (2004, 2ª edição) já incorpora o padrão IEEE 1484.12.1 específico para metadados, denominado LOM (*Learning Object Metadata*) (IEEE, 2002; IEEE, 2004). Os metadados são elementos que irão contribuir para as informações que serão armazenadas no momento do acompanhamento dos acessos dos usuários para identificação dos elementos acessados.

Além do padrão SCORM, existem outros voltados ao desenvolvimento de material didático digital, como o Learning Design²⁰, por exemplo, mas optaremos por considerar o SCORM no escopo de desenvolvimento da ferramenta MSys por estar bastante difundido atualmente (SILVA, 2006; DUTRA, 2006). O SCORM deverá beneficiar o desenvolvimento da ferramenta MSys no sentido de permitir incorporar informações do padrão que facilitarão a busca e captura de dados monitorados e a respectiva exibição dos resultados.

A seguir é apresentado em maior detalhe a especificação do padrão SCORM mostrando as principais informações para o desenvolvimento da MSys.

3.3.2. ESPECIFICAÇÃO DO SCORM

O padrão SCORM define 4 conceitos-chave que devem ser considerados: conteúdo compartilhado, comunicação, sequenciamento e metadados. Para o conteúdo compartilhado em si deve ser especificado onde será feita a montagem, etiquetagem e empacotamento do conteúdo de aprendizado, ou seja, onde serão definidos os nomes e detalhes sobre a atividade de aprendizagem que se deseja incluir no curso, bem como quais são os objetos de aprendizagem ou arquivos que representam este conteúdo os quais serão feitos *upload*.

¹⁹ Metadado é uma informação sobre um objeto que pode ser físico ou digital, e tem por objetivo facilitar a descoberta, o gerenciamento e a utilização desses objetos (BARKER, 2005).

²⁰ *Learning Design Specification* (IMS - *Innovation Adoption Learning*). Mais informações em: <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>

Para isso, o padrão permite que os conteúdos sejam compartilhados através de um modelo de conteúdo, agregação de conteúdo ou ainda pacotes de conteúdo.

No SCORM o conteúdo didático pode ser representado por Assets, SCOs e Agregações (ADL, 2004). A seguir estes conceitos são definidos:

- **Assets** são blocos básicos de recursos educacionais, ou seja, a representação eletrônica de materiais didáticos através de arquivos de textos, imagens, sons, páginas *web* etc. Os Assets podem ser agrupados para formar outros Assets e não possui significado educacional por si só.
- **SCO** (*Sharable Content Object*) é uma coleção de um ou mais Assets que representa um único recurso educacional capaz de ser disponível pelo LMS e que pode se comunicar com o LMS. Considerado o menor nível de recurso educacional que pode ser rastreado por um LMS, possui significado educacional por si só. Para permitir reusabilidade deve ser independente do seu contexto e, no mínimo, ser capaz de iniciar e terminar uma sessão de comunicação com o LMS. Além disso, ele também pode trocar informações com o LMS, como por exemplo, detalhes do progresso do estudante.
- **Agregação de conteúdo** é uma organização de Assets e SCO's para formar uma unidade de aprendizado coesiva. As informações sobre como seqüenciar o conteúdo está fora do recurso em si e devem estar em um formato que possa ser lido por qualquer LMS scormizado²¹. O LMS é responsável por interpretar a seqüência e controlar a apresentação do conteúdo em tempo de execução e o resultado disso é uma seleção coesa de recursos de aprendizado, apresentados em uma seqüência que faça sentido. Agregações de Conteúdo também podem conter outras Agregações de Conteúdo.

Sendo assim, os pacotes de conteúdo do SCORM contêm dois componentes: os arquivos físicos propriamente ditos e um arquivo denominado “manifesto”, que descreve os arquivos contidos no pacote. A figura 24 ilustra a organização deste pacote.

²¹ Considera-se atualmente “scormizado” qualquer elemento que segue ou está envolvido ao padrão SCORM.

Figura 24 – O pacote de conteúdo do padrão SCORM

O arquivo manifesto é um arquivo no formato XML²² que deve incluir todas as informações e metadados que descrevem se os arquivos que fazem parte do conteúdo, e sua identificação (asset, SCO, agregação) através do elemento chamado recurso. Outro elemento descrito pelo manifesto são as organizações, que descrevem como os recursos estão organizados entre si.

O SCORM permite que seu conteúdo seja interoperável com diversos LMS através do chamado Ambiente de Execução (*RTE - Run-time Environment*) que contém orientações para lançamento, comunicação e rastreamento de conteúdo pelo LMS.

O RTE permite uma interface de programação (API) para comunicar o estado do recurso educacional (como por exemplo, dizer se o recurso está em uso ou se foi finalizado) e habilitar a transferência de informações (como nome do aluno, progresso etc) entre o LMS e o recurso educacional. Além disso, o RTE descreve um modelo de dados que inclui um conjunto padronizado de elementos de dados, que garante que as informações essenciais possam ser coletadas e rastreadas por diferentes LMS's (ADL, 2004).

²² Extensible Markup Language

Esta informação de como o padrão SCORM considera os elementos agregados ao conteúdo didático será importante para posteriormente entender de que maneira o MSys utilizará isto para facilitar a busca de dados sobre o progresso dos alunos durante seus acessos.

4. O SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO MSYS

Este capítulo descreve o sistema proposto para esta pesquisa, detalhando como o MSys tem sua arquitetura projetada e de que maneira ela permite fazer o acompanhamento de atividades em um LMS. Para isso, são especificadas as etapas do processo de acompanhamento bem como a interação dos componentes principais do sistema com os sistemas LMS.

A fim de demonstrar como a ferramenta foi concebida, é apresentada também a especificação de software necessária para a implementação desta ferramenta, detalhando quem são os atores que participam do processo de acompanhamento bem como a interface de uso do MSys.

4.1. O PROCESSO DE MONITORAMENTO DO MSYS

Uma ferramenta de acompanhamento do processo de aprendizado do aluno deve acompanhar não somente o momento que o aluno utiliza o material didático, mas também o processo de depósito do conteúdo no LMS pelo professor.

Desta maneira, professores que utilizam sistemas do tipo LMS planejam e preparam o conteúdo digital da disciplina e depois deste planejamento, submetem o material digital desenvolvido ao LMS, que armazena este conteúdo. Caso o professor tenha cumprido todos os passos necessários para deixar o conteúdo disponível, os alunos podem visualizá-lo. Depois que os alunos “utilizarem” o conteúdo, ou seja, depois que os alunos de fato percorrerem os arquivos de seu conteúdo e desenvolverem as atividades propostas deve ser possível avaliá-los de alguma maneira, independente se o LMS está sendo usado como apoio ao ensino presencial, ou totalmente a distância. Neste trabalho é proposto um sistema de monitoramento e acompanhamento, chamado MSys, que, ao ser integrado ao LMS pode ajudar o professor no processo de avaliação dos alunos, ao mostrar de que maneira os

alunos progrediram durante seus percursos através do conteúdo didático e atividades propostas.

Este processo de aprendizado eletrônico utilizando LMS pode ser definido por quatro fases (planejamento, armazenamento, execução e avaliação) ilustrados através da figura 25, juntamente com as fases características do sistema MSys, que serão detalhadas a seguir.

Assim, serão consideradas três as fases do sistema MSys e que não necessariamente devem ocorrer seqüencialmente (podem estar ativadas no sistema simultaneamente), mas são dependentes entre si, ou seja, só é possível fazer o acompanhamento (fase 2) de um conteúdo, se o mesmo foi submetido ao sistema LMS permitindo que ele seja varrido e analisado (fase 1) pelo MSys, e ainda, só é possível verificar resultados através de relatórios (fase 3) se foi feito algum tipo de Rastreamento (fase 2).

Figura 25 – Processo de aprendizado no LMS e as fases correspondentes no sistema MSys

4.1.1. FASE 1: VARREDURA E ANÁLISE DO CONTEÚDO CARREGADO

Está é a primeira fase do sistema MSys e que corresponde ao pré-processamento do conteúdo. Ela será considerada pelo MSys quando o professor submete seu conteúdo didático digital ao sistema LMS. Neste momento, o MSys é ativado para varrer o conteúdo que o professor fez *upload*²³ verificando de que maneira ele está estruturado e organizado.

Durante a varredura, o MSys irá analisar as informações de conteúdo identificando se os arquivos enviados estão vinculados entre si (linkados) ou não. Durante esta varredura, o sistema classificará os arquivos enviados como objetos de aprendizagem (OA) individuais ou compostos. Os OAs individuais serão considerados arquivos únicos, sem nenhum tipo de vínculo (*link*) ou chamada²⁴ para outro arquivo. Os OAs serão identificados como compostos quando possuírem arquivos dependentes dele (*links* ou chamada para outro arquivo).

Para os classificados como compostos, o sistema irá varrer a estrutura do OA (todos os arquivos), armazenando as informações de como estão organizados e criando uma espécie de árvore de seqüência hierárquica, como mostra a figura 26. Assim, caso o professor faça *upload* de uma aula completa que leva os alunos a uma seqüência de navegação através de *links* ou botões identificados como “anterior” e “próximo” em suas páginas, o sistema armazenará todas as informações relacionadas à seqüência de navegação existente no conteúdo completo. Os *links* ou botões de anterior e próximo direcionariam o aluno para o seu próximo passo durante a navegação através do conteúdo.

No exemplo da figura 26, o conteúdo completo enviado pelo professor tem início através de uma página inicial (index.html) onde o aluno deve iniciar seu estudo, sendo que ele pode escolher se deseja visualizar o cronograma, a bibliografia ou ir

²³ *upload*: Upload é a transferência de arquivos de um cliente para um servidor. Caso ambos estejam em rede, pode-se usar um servidor de FTP, HTTP ou qualquer outro protocolo que permita a transferência (UPLOAD. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Upload>> Acesso em: 19 jul. 2006.). Do inglês, up = para cima + load = carregar. Ato de transferir para um computador remoto cópias de um arquivo ou programa (PELEGRINA; ZAMBRANA, 2004).

²⁴ Arquivos web são capazes de referenciar (chamar) outros arquivos através de códigos específicos.

direto para a aula 1. Na aula 1 ele pode percorrer as páginas referentes a esta aula e, em seguida, direcionar-se para a aula 2 (ou escolher diretamente a aula 2). A partir da aula 2 ele deve necessariamente cursar a aula 3 somente após fazer os testes sobre a aula 2. E, finalmente na aula 3, ele é direcionado à leitura de 3 artigos.

Figura 26 – Exemplo visual da estrutura hierárquica criada pelo MSys na Fase 1

É importante salientar que é definido aqui que a ferramenta MSys após avaliar o conteúdo entregue poderá classificar OAs aparentemente compostos como individuais. Ou seja, a classificação de individuais ou compostos dos OAs não será feita somente baseando-se na informação se há ou não *link* ou referência para outros arquivos, e sim considerando o conceito de objeto de aprendizagem. Ou seja, arquivos que não traduzem nenhuma informação de aprendizado serão desconsiderados na classificação ou considerados individuais, se estiverem na raiz do conteúdo. A seguir, um exemplo torna mais claro o motivo de tal requisito.

Podemos considerar um arquivo no formato html que contenha uma imagem no seu interior, como por exemplo, um logotipo. Tal conteúdo, aparentemente deveria ser classificado como OA composto por conter 2 arquivos: o html e a imagem. Entretanto, entendemos que a imagem neste cenário nada representa, ou seja, não faz sentido “varrer” um arquivo de imagem neste contexto, visto que a imagem é um objeto que não caracteriza conteúdo de aprendizado (não é um OA) e que os resultados do uso dos dois arquivos seriam idênticos. Neste caso, os dois arquivos

serão considerados um único OA (OA individual), sendo descartado o arquivo de imagem pelo MSys.

Assim, sempre que forem identificados arquivos de imagens que estejam inseridos em arquivos do tipo *web*, eles serão descartados e considerados apenas o arquivo *web* como um OA individual, independente de quantas imagens tenha no seu interior. Esta exceção é inicialmente definida para arquivos do tipo imagem, pois se entende que nestes casos, a imagem pode ser desconsiderada. Assim, para arquivos de imagem não associados a arquivos html do conteúdo e que estejam na raiz do conteúdo, será computado normalmente como um objeto de aprendizagem.

Desta maneira, caso sejam enviados arquivos compostos, após o *upload* o sistema identificará quais são os objetos de aprendizagem que compõe o conteúdo, os quais serão posteriormente rastreados, e serão exibidos na tela ao professor como uma espécie de “mapa” estrutural, permitindo que o mesmo possa verificar como eles estão estruturados e concatenados pelo MSys.

Com este mapa estruturado de arquivos, na fase 3 será possível observar como ele foi percorrido pelos alunos em determinado momento, ou seja, deverá indicar quantos alunos de fato completaram o processo (percorreram todos os arquivos) ou ainda quem não completou (percorreu parcialmente).

Ainda na fase 1, o sistema MSys irá analisar quais tipos de mídias foram armazenadas no LMS como conteúdo didático. Para isso, após ter sido feito o *upload*, será verificado quais tipos de mídias foram entregues, e o sistema as classificará em temporais e atemporais, ou seja, identificará quais mídias dependem do tempo e quais independem do tempo a fim de armazenar a informação referente ao tempo de execução das mídias que dele dependem. Por exemplo, caso o professor faça *upload* de um OA de página *web*, que possui um *link* para um arquivo de vídeo, o MSys armazenará a informação de que foram enviados ao LMS dois arquivos, um atemporal (pagina *web*) e um temporal (vídeo). Para os arquivos classificados como temporal, será armazenado também o tempo de execução (duração) da mídia.

Para a identificação dos OAs e a classificação dos tipos de mídia em temporal e atemporal, o sistema identificará os formatos (extensões) de todos os arquivos, segundo a tabela 2, para em seguida fazer a medição da duração de tempo dos arquivos classificados como temporais.

Mídia	Formato	Classificação
Vídeo	wmv, wma, avi, mpg, mov, asf, rm, ra, mpg, mpeg, flv	Temporal
Áudio	mp3, wav, rm, rmi, aac	Temporal
Animação	swf, fla	Temporal
Simulação	java	Temporal
Imagem	gif, bmp, jpg, jpeg, tif, png, eps, pic, wpg	Atemporal
Web (texto)	html, htm, asp, mht, mhtml, php	Atemporal
Outros	pdf, zip, rar, doc, xls, ppt, rtf, txt	Atemporal

Tabela 2 – Tipos de mídia e classificação pelo MSys

Resumindo, podemos considerar a fase 1 composta por duas funções importantes: Varredura e Análise. A primeira ocorrerá ao final de cada *upload*, armazenando o número de OAs carregados, varrendo-os e verificando se são individuais ou compostos. A segunda analisará o conteúdo que foi entregue, identificando o formato de todos os arquivos e classificando-os em temporal e atemporal. Os arquivos classificados como temporal deverão ter o parâmetro tempo de execução armazenado para uso posterior na terceira fase.

4.1.2. FASE 2: CAPTURA DOS DADOS RASTREADOS

Na segunda fase do processo de monitoramento, o MSys irá capturar o caminho das atividades executadas pelo aluno, tracejando toda a sua navegação, a fim de acompanhar o processo de aprendizado de cada estudante. As atividades realizadas por um estudante dentro do sistema podem servir para avaliar o perfil dos alunos que estão cursando a disciplina proposta, pois, o conjunto de resultados de todos os alunos de uma turma representam o comportamento da turma durante a navegação através do conteúdo disponível.

A principal função executada pelo MSys nesta fase captura as seguintes informações rastreadas:

- Usuário (aprendiz);
- Atividade de aprendizagem está sendo acessada por ele no momento;
- Primeiro objeto de aprendizagem (OA) em que foi iniciado o percurso da navegação;
- Identificação de todos os próximos OAs durante a navegação.

Para cada momento (acesso) da navegação, será armazenado:

- A data e o horário inicial do acesso;
- Para OAs identificados como individual ou composto, armazena:
 - O horário do acesso inicial ao OA;
 - O(s) tipo(s) de mídia;
 - A identificação do OA em temporal ou atemporal;
 - O tempo de uso dos OAs temporais;
 - O número de interações (*links* acessados), se o OA for composto;
 - A data e o horário do acesso final ao OA.
- A data e o horário final do acesso;
- O último OA acessado no percurso da navegação.

Para isso, o MSys considera as seguintes definições:

- Objeto de aprendizagem (OA) = um único arquivo em qualquer extensão (individual) ou um conjunto de arquivos *web* mais arquivos de imagens (composto);
- Atividade de aprendizagem (AA) = um conjunto de OAs que representa uma unidade de instrução completa e suficiente para transmitir, praticar, avaliar, analisar ou discutir o conceito desejado (módulo²⁵);

²⁵ Foi escolhida a palavra módulo por já ser assim chamada uma atividade de aprendizagem dentro do ambiente CoL, LMS escolhido para a implementação do protótipo da ferramenta MSys.

- Início do acesso = horário que o aprendiz abriu a primeira página do conteúdo;
- Término do acesso = horário que o aprendiz encerrou a atividade de aprendizagem (informação armazenada pelo LMS);
- Início do acesso ao OA = horário que ele clicou no primeiro OA;
- Término do acesso ao OA = horário que ele clicou no próximo OA (para o término do acesso do último OA será considerado o horário de término do acesso);
- Número de acessos ao OA = número de vezes diferentes que o aluno acessou um mesmo objeto de aprendizagem;
- Número de acessos à AA = número de vezes diferentes que o aluno acessou uma atividade de aprendizagem;
- Grau de uso de um OA atemporal = tempo de uso do aluno dividido pelo tempo de uso médio do restante da turma que já acessou;
- Grau de uso de um OA temporal = tempo de uso do aluno dividido pelo tempo de duração da mídia;
- Objeto de aprendizagem acessado = será considerado acessado se for clicado pelo menos uma vez no OA.

Não serão considerados neste trabalho os parâmetros de início e término de acesso das ferramentas de interação, e conseqüentemente, o tempo de acesso à cada uma delas. Esta restrição de escopo foi estabelecida pela observação de que tais ferramentas apresentam características muito diferentes a cada LMS, o que dificulta definir uma interface genérica para o monitoramento.

Estes parâmetros de armazenamento dos dados de captura são necessários para que o MSys apresente resultados consistentes na terceira fase. Quanto maior o volume de informação capturada, provavelmente mais consistentes se tornarão os resultados, pois o sistema também exibirá médias aritméticas baseadas no número de acessos da turma até o momento. Detalhes de como será este procedimento serão detalhados no capítulo 5, que trata da implementação propriamente dita.

4.1.3. FASE 3: RESULTADOS E GERAÇÃO DE RELATÓRIOS

A fase 3 será responsável por recuperar os dados a fim de prover ao usuário um relatório com os resultados do rastreamento das atividades monitoradas, que dependerá do volume de dados armazenado na fase 2. Obviamente, se não possuir alguns parâmetros mínimos armazenados, não será possível apresentar resultados. Através da combinação de três parâmetros, que podem ser combinados pelo professor, será possível visualizar através de uma interface definida resultados gráficos e interagir através de filtros de seleção. Os parâmetros que serão possíveis de combinar são:

- Tempo:
 - Escolha por dia;
 - Escolha por semana;
 - Escolha por período.
- Estudantes:
 - Escolha pelo nome de um aluno;
 - Escolha por um grupo de alunos da turma;
 - Escolha de todos os alunos da turma.
- Objetos de aprendizagem:
 - Escolha por um único objetos de aprendizagem (OA);
 - Escolha por um grupo de OAs;
 - Escolha por uma atividade de aprendizagem²⁶;

Estes são os parâmetros possíveis de serem configurados pelos tutores que deverão resultar em gráficos na tela de relatório. Na área gráfica, os resultados deverão permitir a geração de diferentes gráficos a partir dos dados de entrada selecionados. Além disso, em muitos casos será possível visualizar médias dos alunos da turma que acessaram até aquele momento permitindo que o professor faça comparações imediata com os resultados individuais obtidos, como mencionados no capítulo 3. O

²⁶ Uma atividade de aprendizagem neste contexto será considerada um conjunto de objetos de aprendizagem

MSys poderá mostrar, nesta terceira fase, não só gráficos mas também tabelas que correspondem aos detalhes do resultado do gráfico.

Esta etapa final do acompanhamento MSys permite ao professor refletir sobre o comportamento e desempenho de seus alunos e inferir sobre a qualidade do material didático proposto aos alunos. Através dos gráficos é possível verificar o quanto das tarefas propostas os alunos completaram, ou como foi o desempenho de cada um dos alunos comparados com a turma ou ainda como foi o desempenho da turma como um todo. Os resultados do acompanhamento podem ser visualizados pelo professor a cada aula, semana ou período, ou ainda ao final do curso, de acordo com sua necessidade de análise.

4.2. ARQUITETURA DO SISTEMA MSYS

Será descrita a seguir a arquitetura do sistema de acompanhamento MSys, que é um sistema baseado na arquitetura cliente/servidor²⁷. O sistema é uma ferramenta que provê suporte ao monitoramento, captura, análise, execução e exibição de informações e tem como premissa permitir o seu acoplamento a sistemas de aprendizado eletrônico. Considerando que o sistema visa monitorar especialmente dados a respeito do conteúdo didático, para um melhor entendimento será considerado sua arquitetura baseada em sistemas de aprendizado eletrônico que envolvem LMS (*Learning Management System*) e LCMS. (*Learning Content Management System*). O sistema proposto deve trabalhar interfaceando estes dois sistemas no lado servidor, como mostra a figura 27.

²⁷ Uma arquitetura do cliente/servidor pretende fornecer uma arquitetura escalável, por meio de cada computador ou processo na rede que podem ser clientes ou usuários. O software servidor geralmente, mas não sempre, funciona nos computadores robustos dedicados para o uso exclusivo para executar, por exemplo, aplicações de negócio. O software cliente por um lado, funciona geralmente em PCs ou em estações de trabalho comuns. Os clientes requisitam toda ou a maioria das informações e confiam no usuário da aplicação para coisas tais como configuração de arquivos, quotas do estoque, programas de aplicação de negócios, ou para descarregar tarefas de aplicações intensivas como suporte ao usuário a fim manter o computador do cliente (e o usuário cliente) livre executar outras tarefas (CLIENT-SERVER. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Client-server>> Acesso em: 13 abr. 2006.).

Figura 27 – Principais funções do MSys com o LMS e o LCMS

O MSys deverá requisitar as informações na fase 1 de varredura dos arquivos carregados no LCMS, que deverá devolver uma resposta com a estrutura de arquivos. No MSys, os dados são processados para o futuro rastreamento pelo LMS, que deverá devolver as informações capturadas. O MSys deverá novamente processar estas informações para devolver os resultados ao LMS em forma de relatório. A entrega de conteúdos digitais de aprendizagem pelos usuários autenticados no LMS é feita no lado cliente, através do navegador (browser) e armazenada no LCMS. No lado servidor, o MSys se comunica tanto com o LMS como com o LCMS.

As próximas seções descreverão com detalhes cada um dos blocos destes sistemas, enfatizando como eles se comunicam e interagem entre si, demonstrando como se chegou no desenvolvimento da arquitetura do sistema MSys, que inclui a interação entre ferramentas que representam suas funcionalidades e estão representadas pela figura 28.

Figura 28 – Arquitetura do sistema MSys

4.2.1. LEARNING CONTENT MANAGEMENT SYSTEM (LCMS)

Um sistema de gerenciamento de conteúdo de aprendizado (LCMS) normalmente provê suporte para criação, edição, consumo, busca e persistência dos objetos de aprendizagem (OA) em um ambiente de aprendizado eletrônico (REDOL, 2003). As ferramentas de criação de conteúdo que envolvem sistemas LCMS permitem assistir autores na criação de conteúdos e, no momento da criação, incluir a possibilidade de utilizar metadados. Tais informações servem para identificar o conteúdo já armazenado, que pode depois facilmente ser recuperado e reutilizado. O sistema

LCMS deve preservar a integridade do conteúdo independente da plataforma utilizada.

As principais funções do LCMS que são utilizadas na comunicação com o MSys estão relacionadas às ferramentas de criação, edição, armazenamento, consumo e indexação do LCMS, mas o interfaceamento direto acontecerá com as ferramentas de armazenamento e consumo. A princípio, todas estas ferramentas utilizam a base de dados do sistema LCMS para guardar informações geradas por este sistema, tais como nome e todos os detalhes que sintetizam o conteúdo, como descrição, objetos de aprendizagem, organização e recursos além das referências e a palavra ou grupo de palavras utilizadas para indexar o conteúdo. Entretanto, as informações necessárias para o MSys, serão geradas pela ferramenta de análise e armazenadas no banco de dados do MSys (BD MSys).

Estas informações incluem todos os detalhes que a ferramenta de análise gera, considerando os elementos como recursos, assets e agregações de conteúdos definidos pelo padrão SCORM bem como as informações sobre a organização destes recursos e os metadados, baseados no padrão LOM (*Learning Object Metadata*). Os conteúdos que já estiverem “scormizados” também terão estas informações armazenadas pelo MSys.

Além disso, a ferramenta de consumo do sistema LCMS poderá prover as informações necessárias sobre os arquivos utilizados à ferramenta de *Captura* do MSys, que deverá armazenar estas informações em seu banco de dados e utilizá-las para a “plotagem” das informações através de gráficos na fase 3 de *Relatório*. Em alguns ambientes é o LMS que é o responsável por esta tarefa.

4.2.2. LEARNING MANAGEMENT SYSTEM (LMS)

O sistema LMS é o facilitador entre o aprendiz ou o tutor e o conteúdo de aprendizado (GÜTL, 2004). O LMS possui funções de autenticação e autorização que permite a identificação do usuário conectado ao sistema. A base de dados do LMS (BD LMS) fará a interface principal entre o LMS e o MSys, que, no momento da

captura e rastreamento necessitará de informações dos usuários e solicitará ao LMS que recuperará tais informações do BD LMS.

4.2.3. SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO (MSYS)

O sistema de acompanhamento irá se comunicar com os sistemas LMS e LCMS no lado servidor através de uma requisição feita pelo lado cliente, ou seja, o MSys fica aguardando um novo *upload* ter sido feito, indicado pela *ferramenta de armazenamento* do LCMS ou pelo LMS. A *ferramenta de varredura* do MSys requisita informações ao LMS de quem é o criador do conteúdo e em qual contexto de aprendizagem fez o *upload*, bem como busca as informações detalhadas dos arquivos carregados através da *ferramenta de armazenamento* do LCMS, descrevendo todo conteúdo que foi entregue por algum tutor e mapeando todos os elementos disponíveis para que, em seguida, a *ferramenta de análise* seja ativada. Tais informações devem ser armazenadas pelo MSys no momento do *upload*, independente se elas serão ou não futuramente utilizadas pelos alunos, e indicado ao professor como o conteúdo está estruturado.

A *ferramenta de análise* irá armazenar no BD MSys informações sobre todos os tipos de arquivos e mídias entregues e classificados em objetos de aprendizagem individuais, compostos, temporais ou atemporais. Estas informações serão utilizadas pela ferramenta de *Relatório* quando solicitadas.

No momento em que alguns estudantes usam o conteúdo, a *ferramenta de Captura*, sempre ativa, verifica através das *ferramentas de autenticação e autorização* do LMS quem está acessando as informações de conteúdo, e passa a armazenar no BD MSys as informações de cada acesso e comportamento dos alunos, rastreando todos os arquivos acessados e a sequência de navegação dos estudantes. Isso irá prover a informação necessária a respeito do conteúdo visitado para gerar os dados que serão armazenados pela BD MSys.

A *ferramenta de Relatório* irá concatenar as informações recebidas pela *ferramenta de consumo* do LCMS e pela *ferramenta de Captura* do MSys, entregando as informações compiladas quando solicitadas. A figura 29 ilustra de forma simplificada o processo de acompanhamento pelo sistema MSys e em que ponto cada uma das ferramentas são ativadas.

Figura 29 – Fluxograma do processo de acompanhamento MSys

Embora a arquitetura descrita acima pareça bastante atrelada aos sistemas LMS e LCMS, é importante salientar que, serão definidas no próximo capítulo que trata da implementação propriamente dita interfaces que permita o fácil acoplamento desses sistemas. Estas definições permitirão que a arquitetura esteja aberta à possibilidade de ser acoplada a diferentes LMS, com uma interface de integração bem definida.

Para isso, o LCMS e o LMS são os responsáveis por fornecer as informações de *upload* e também as informações do percurso percorrido pelo aluno, já que cada LMS trata dessas informações de uma maneira.

A seguir, será detalhada a especificação de requisitos de software e casos de uso necessários para a implementação deste sistema bem como a especificação de interface para a visualização dos resultados apresentados pela *ferramenta relatório*.

4.3. ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DE SOFTWARE E DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

Para o desenvolvimento da ferramenta MSys descrita nas seções anteriores, será apresentado aqui as especificações básicas necessárias para implementação do software MSys. Tais especificações envolvem uma listagem dos requisitos funcionais e não-funcionais concebidos para o sistema MSys.

Esta especificação permite as seguintes visões dos requisitos:

- Um agrupamento de requisitos que exibem claramente as características que a ferramenta deverá atender;
- Uma exploração dos casos de uso dos processos e atores envolvidos.

Para um melhor entendimento dos requisitos de software e casos de uso, será descrito inicialmente quem são os usuários que estão envolvidos neste sistema (atores) e quais papéis que cada um deles pode assumir.

4.3.1. ATORES (USUÁRIOS) DO SISTEMA

Os atores definidos para a ferramenta MSys estão relacionados a seguir:

[1] Tutor

Este ator pode ser ou não o criador do conteúdo didático e o responsável por carregá-lo no LCMS. Mas, inevitavelmente, ele será o responsável por observar os resultados do acompanhamento pelo ator aprendiz, analisando e avaliando os resultados de desempenho sobre o material. Durante a observação é possível interagir com a ferramenta de acompanhamento na escolha de filtros para a otimização dos resultados gerados. Este ator pode ser um professor, um coordenador, um tutor, um instrutor ou ainda um monitor.

[2] Aprendiz

Este ator possui papel de observador durante todo o seu tempo de interação com o MSys. Seu papel é mais restrito que o do Tutor, já que é quem utiliza o material, e cujas ações serão rastreadas. Assim, estes atores poderão observar somente os resultados do seu próprio desempenho e poderão também observar a média da turma. Este ator pode ser um aprendiz, aluno ou estudante.

Tais atores possuem uma característica comum e essencial para o funcionamento do sistema MSys: eles devem estar previamente autenticados e autorizados no LMS para acessar a ferramenta MSys.

4.3.2. CASOS DE USO

Através de casos de uso é possível identificar os momentos de interação dos atores com a ferramenta. Tal descrição ilustra como é a interação dos atores com o sistema, de maneira simplificada e de fácil entendimento²⁸ a fim de mostrar as funcionalidades de mais alto nível da ferramenta.

Os casos de uso a seguir mostram cenários de possível interação de cada ator com os componentes de interface no MSys.

²⁸ USE case. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Use_case> Acesso em: 14 mai. 2007.

CASOS DE USO DO TUTOR

O Tutor interage com o MSys em 2 momentos representados pelos casos de uso das figuras 30 e 31. A figura 30 ilustra apenas dois casos de uso que demonstra a interação inicial com o sistema MSys.

Figura 30 – Casos de uso do Tutor – interação inicial

No Caso 1 ele é responsável por carregar seu material didático ao sistema e no Caso 2 ele visualiza como o mesmo está estruturado.

A figura 31 ilustra os seis casos de uso que demonstram a interação do Tutor com a ferramenta MSys em seu momento de observação dos resultados.

Figura 31 – Casos de uso do Tutor – interação de observação

O Tutor pode selecionar diversos parâmetros que permitirá que o sistema tenha respostas diferentes para as diversas combinações de interação.

No primeiro caso ele seleciona uma atividade de aprendizagem (Caso 3), e esta seleção pode variar de acordo com o LMS em questão. Depois de selecionada a

atividade de aprendizagem, ele pode selecionar o período (data) de visualização dos resultados (Caso 4), para visualizar os gráficos resultantes. Para refinar este resultado ele ainda pode selecionar alunos (Caso 5) ou objetos de aprendizagem específicos (Caso 6). No caso 7, é possível escolher opções de gráficos que exibem resultados diferentes para a combinação selecionada nos demais casos e no Caso 8, o Tutor ainda pode optar por visualizar as médias da turma.

Pode-se considerar como pré-condição para todos estes casos de uso, pelo menos um aprendiz ter percorrido parte ou todo o conteúdo didático de uma atividade de aprendizagem e como pós-condição para os casos de uso 4, 5, 6 ou 7, pode-se considerar a exibição dos resultados em formato gráfico na região adequada de “plotagem”.

CASOS DE USO DO APRENDIZ

As figuras 32 e 33 ilustram os casos de uso do Aprendiz e serão descritos a seguir. A figura 32 reflete a pouca interação do aprendiz com o sistema quando comparado com o Tutor, mostrando que é um usuário mais passivo.

Figura 32 – Caso de uso do Aprendiz – interação inicial

O único caso de uso da interação inicial do aprendiz ocorre quando ele utiliza o conteúdo didático através do LMS (Caso 9).

Em um segundo momento e, obrigatoriamente depois de ter usado algum conteúdo (pré-condição), o usuário deve poder selecionar a atividade de aprendizagem no qual ele deseja verificar seu progresso, seu desempenho (Caso 10). Esta seleção depender do sistema LMS em que ele está autenticado. No segundo caso, ele pode selecionar tipos diferentes de gráficos (Caso 11) e esses devem se limitar às opções relacionadas aos resultados apenas dele mesmo ou a média dos alunos da turma, mas nunca os dados de outro colega da turma.

Figura 33 – Casos de uso do Aprendiz

Como pós-condição para o caso de uso 11, pode-se considerar a exibição dos resultados em formato gráfico na região adequada para a “plotagem”.

É importante lembrar que um dos tipos de gráficos, selecionado tanto pelo usuário Tutor quanto pelo Aprendiz (Casos 7 e 11), permite observar com detalhes a seqüência e a ordem de navegação em seu conteúdo didático digital, exibindo quais objetos de aprendizagem já foram percorridos pelo(s) aprendiz(es).

4.3.3. REQUISITOS DE SOFTWARE

Através da identificação de requisitos é possível estudar a viabilidade do desenvolvimento de um projeto, de um ponto de vista tecnológico e organizacional (KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998). Para isso, a identificação dos requisitos é fundamentalmente um dos primeiros passos para o desenvolvimento e para isso serão detalhados cada um dos requisitos de software necessários à implementação da MSys.

Os requisitos abaixo relacionados estão divididos em requisitos funcionais, ou seja, o que de fato o sistema faz e requisitos não-funcionais, que representa dados de confiabilidade, performance, qualidade, portabilidade, manutenibilidade, precisão, resposta ao usuário, restrições, premissas, entre outros (CYSNEIROS; LEITE, 1997).

REQUISITOS FUNCIONAIS

REQUISITOS GERAIS

[RF01] – Identificação dos usuários

Os usuários deverão ser identificados e autorizados pelo sistema MSys através de sua autenticação e verificação do papel de atuação no sistema LMS.

REQUISITOS DA FASE DE VARREDURA

[RF02] – Exibição de mapa de conteúdo

O sistema deverá apresentar ao ator Tutor um mapa de conteúdo após ter sido carregado (*upload*) de quaisquer conteúdo didático digital, através do LCMS. Este mapa deve servir de apoio para que ele entenda como seus arquivos estão organizados para, depois de os atores Aprendizes terem usado tal conteúdo, este mapa possa ser apresentado novamente, identificando quais objetos de aprendizagem o aprendiz já percorreu.

REQUISITOS DA FASE DE CAPTURA

[RF03] – Armazenamento de informações do LMS

O sistema deve prever o armazenamento das informações de acesso aos objetos de aprendizagem pelos atores Aprendizes, armazenando especialmente a data e o horário de início e término do acesso aos OAs em cada atividade de aprendizagem. Essas informações devem ser fornecidas pelo LMS ou LCMS ao MSys, que tratará destas informações.

REQUISITOS DA FASE DE RELATÓRIO

[RF04] – Seleção de disciplina

O MSys deve prover meios de consulta ao LMS permitindo que o ator Tutor escolha qual disciplina (curso ou conjunto de atividades de aprendizagem) ele deseja observar os resultados. Dependendo de como o LMS estiver estruturado, é necessário que ele selecione também a turma daquela disciplina que ele deseja

observar, visto que em alguns LMSs é possível ter uma mesma disciplina atrelada a duas turmas distintas e vice-versa.

[RF05] – Seleção de período de geração do relatório

O sistema provê meios de consulta de período em que o Tutor deverá digitar ou selecionar em um calendário uma data inicial e final para a apresentação dos resultados.

[RF06] – Seleção de alunos

O sistema deve apresentar os alunos da turma, identificando quais acessaram algum tipo de conteúdo didático na data selecionada (RF05). É possível refinar os resultados selecionando um único aluno ou um grupo de alunos.

[RF07] – Seleção de objetos de aprendizagem

O MSys apresenta na tela uma árvore de conteúdo das atividades de aprendizagem (AA ou módulos) da disciplina com seus objetos de aprendizagem identificando quais foram acessados pelos alunos na data selecionada. É possível refinar os resultados selecionando um único OA, um conjunto de OAs ou uma atividade de aprendizagem completa (um módulo). A seleção de um objeto de aprendizagem específico deve permitir observar detalhes das mídias, como por exemplo, o tempo de um vídeo em execução e o tempo de acesso ao vídeo pelo aprendiz.

[RF08] – Tipos de relatórios

O sistema deve gerar tipos de relatórios decorrentes das opções de seleção (RF05, RF06 e RF07). Os tipos de relatório carregam opções de gráficos para os mais variados parâmetros.

[RF09] – Exibição de gráficos

O MSys deve exibir gráficos correspondentes ao tipo de relatório selecionado em RF09. Os gráficos devem possuir diferentes visões do mesmo relatório, como por exemplo, exibição do resultado em formato de colunas, barras, linhas, pizza, histograma etc.

[RF10] – Exibição de tabelas

A exibição de tabelas explicativas como detalhes de alguns gráficos deve ser prevista. Essas tabelas são exibidas somente para alguns casos específicos de tipos de relatório.

[RF11] – Redimensionamento de gráficos

O sistema deve prever que para gráficos que possuam muita informação acumulada e tornem difícil a visualização dos dados, possam ser redimensionados pelos atores, que devem selecionar no gráfico uma área para ver detalhes.

[RF12] – Ajuste da tela

O MSys deverá prever um ajuste das imagens dos resultados para cada plataforma, navegador ou resolução de tela, ou manter estas imagens com tamanho e posição fixa independente das possíveis variações citadas.

REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS

[RNF01] – Usabilidade

É desejável que a ferramenta seja de fácil utilização e com um mínimo de opção de personalização, podendo configurar os parâmetros desejados de exibição dos resultados, como por exemplo, posicionamento dos objetos na tela. A interface deve utilizar estrutura hierárquica para apresentar objetos de aprendizagem de maneira intuitiva. A interação com o calendário também deve ser de uso fácil, permitindo com um único clique selecionar dia e uma semana.

[RNF02] – Desempenho

É desejável que independente da quantidade de informações a serem exibidas na tela, o sistema mantenha sempre um tempo de resposta idêntico e ideal, independente da seleção das opções de visualização. É importante ressaltar que parte do desempenho do sistema fica a cargo da configuração de máquina computacional cliente.

[RNF03] – Confiabilidade

O MSys deve garantir que não haverá perda ou arredondamento de dados e valores capazes de prejudicar os resultados e permitindo uma interpretação equivocada dos relatórios.

[RNF04] – Integração

É desejável que o sistema permita a reutilização de componentes do sistema a fim de poder facilmente ser integrado a outros LMSs.

[RNF05] – Portabilidade

O MSys deve possuir opção de exportação dos dados resultantes gerados para um computador cliente local, permitindo que o usuário possa utilizar os resultados e aplicar em novas ferramentas para a visualização de outros tipos de relatórios ou estatísticas. Os dados deverão ser exportados minimamente no formato xls e xml.

[RNF06] – Documentação

São duas as principais documentações desejáveis ao sistema MSys: manual do usuário e ajuda on-line. O manual do usuário deverá apresentar de forma clara e objetiva todas as funcionalidades, de forma que os diferentes atores possam explorar ao máximo suas facilidades. Este documento deve estar disponível dentro do sistema. A ajuda on-line deve permitir que o ator sane algumas dúvidas de maneira rápida e imediata. Um recurso que pode ser utilizado em botões e seleção e o *tooltip*²⁹ que permite indicar informações explicativas com o passar do mouse.

4.4. ESPECIFICAÇÃO DA INTERFACE

Para um melhor entendimento de como estas fases foram implementadas será descrito a seguir como está sendo considerada a interface *web* vista pelo usuário,

²⁹ *Tooltip* ou dica de contexto é aquela moldura *pop up* que abre quando você passa o mouse sobre um elemento HTML (normalmente uma palavra em um texto) e que contém uma explicação adicional sobre aquele elemento que recebeu o ponteiro do mouse sobre ele (SILVA, 2006).

através das telas de navegação nas 3 fases para, em seguida, ser feito o detalhamento da implementação de cada uma das fases.

A primeira e segunda fases do MSys serão transparentes ao usuário, ou seja, não existe nenhuma interação direta dos usuários com a ferramenta, embora ele esteja interagindo com o sistema. Na primeira fase (Varredura e Análise) o tutor deverá fazer *upload* do material didático, e terá como resposta do MSys na tela como o este conteúdo está organizado, definindo quais são objetos de aprendizagem foram considerados pelo MSys na segunda fase (Captura). Esta informação permite que o professor verifique quais dos seus arquivos o sistema considera como objetos de aprendizagem (lembrando que imagens serão desconsideradas) para que na terceira fase (Relatório) seja possível observar este mapeamento e verificar quais alunos utilizaram quais OAs. A figura 34 mostra um exemplo deste mapeamento já na fase de relatório.

Figura 34 – exemplo de mapeamento feito pela MSys na fase de relatório

A segunda fase é completamente transparente ao usuário aprendiz, que simplesmente tem seus dados de navegação e acesso computados, não interagindo diretamente com o MSys. É importante que o LMS avise ao usuário que ele está sendo monitorado como forma de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem e não de coibir e que, inclusive, ele poderá acessar estas informações.

Na terceira fase, a ferramenta de acompanhamento MSys exibirá um relatório no formato gráfico com os resultados compilados. Neste documento será descrito somente a interface de interação do tutor, visto que a do aprendiz é altamente

passiva e as poucas opções coincidem com as que serão descritas na interface do usuário tutor.

Nesta etapa é fundamental que as informações dispostas na tela sejam de fácil utilização pelo usuário e que tais informações estejam todas alocadas em uma mesma página, não correndo o risco de o usuário se perder ou se dispersar ao utilizar a ferramenta. Para isso, foi elaborado um formato de exibição em uma única tela interativa dividida em áreas redimensionáveis conforme a necessidade do usuário. Assim, um conjunto de componentes gráficos comporá a tela gráfica de visualização dos relatórios. Esta tela está dividida em 5 regiões, como mostra a figura 35, e definidas a seguir:

- Região 1: área de seleção dos parâmetros relacionados ao período de tempo (data) do acompanhamento;
- Região 2: área de exibição e opcionalmente de seleção dos alunos que acessaram no período de tempo selecionado na região 1;
- Região 3: área de exibição e opcionalmente exibição do conteúdo acessado pelos alunos selecionados na região 2;
- Região 4: área de exibição dos resultados no formato gráfico, permitindo selecionar o tipo de gráfico desejado;
- Região 5: área de apresentação dos resultados detalhados, no formato tabela, exibida quando necessário.

É importante observar que o relatório definido nesta terceira fase possui algumas condições para ser exibido por completo, ou seja, para haver informações em todas as regiões, ou pelo menos nas regiões de 1 a 4.

A exibição dos resultados nas regiões 4 e 5 devem ocorrer somente após a seleção das regiões 1, 1 e 2, ou 1, 2 e 3. Os dados das regiões 2 e 3 somente são exibidos após a seleção inicial de alguma informação na região 1. Assim, ao selecionar uma data no calendário desta região, são listados, na região 2, os alunos que acessaram neste período e exibidas as atividades ou objetos de aprendizagem que foram

acessados pelos alunos, na região 3. Tanto a região 2 quanto a região 3 permitem seleção como forma de refinar a busca das informações geradas nas regiões 4 e 5.

Figura 35 – tela ilustrativa representando a divisão de exibição do relatório por regiões

As regiões 4 e 5 exibem relatórios em formato de gráficos e tabelas que representam as seguintes informações:

- Qual objeto de aprendizagem foi acessado por mais tempo;
- Qual objeto de aprendizagem foi acessado mais vezes;
- Qual o tempo de uso de determinado objeto de aprendizagem;
- Quais objetos de aprendizagem já foram acessados e quais ainda faltam ser acessados;
- Identificar que aluno acessou por mais tempo o conteúdo;
- Identificar que aluno acessou mais vezes o conteúdo;

- Identificar o horário ou dia da semana que com maior frequência os alunos preferem acessar;
- Comparar o número ou tempo de acesso com as notas dos alunos.

Tais informações podem ser observadas pelos professores ou tutores que podem escolher o tipo relatório que querem visualizar. As informações acima descritas permitem ao observador (seja tutor ou aprendiz) interpretar os resultados gerados, especialmente por poder compará-los às médias da turma.

4.4.1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS DE SELEÇÃO E EXIBIÇÃO

Será detalhado neste momento o processo de interação inicial do usuário Tutor na terceira fase (Relatório), exibindo as opções de seleção possíveis e as respectivas opções de exibição.

Inicialmente, deverá existir uma interface de entrada ao MSys, no LMS, que deverá permitir a seleção da disciplina, curso, ou até mesmo da turma, dependendo de como o LMS é estruturado, como já descrito através do requisito funcional RF04.

REGIÃO 1 – CALENDÁRIO

A região 1 deve exibir um calendário com o mês, ano e dia correntes pré-selecionados como padrão, como mostra a figura 36. Utilizando as setas de seleção direita e esquerda, é possível selecionar o ano (« ») e o mês (◀ ▶) desejados.

São possíveis três formas de seleção que serão descritas a seguir:

- Seleção de um dia específico: selecionando com um único clique o dia no calendário;
- Seleção de uma semana: selecionando com um clique na coluna “sm” do calendário;

- Seleção de um período: digita as datas ou seleciona através dos mini-calendários (aqui inclui selecionar um intervalo de tempo de um determinado dia, fazendo data de início e término idênticas, com exceção horários diferentes);

?		Maio, 2007							x			
«		<		Hoje					>		»	
sm	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab					
17	29	30	1	2	3	4	5					
18	6	7	8	9	10	11	12					
19	13	14	15	16	17	18	19					
20	20	21	22	23	24	25	26					
21	27	28	29	30	31	1	2					
22	3	4	5	6	7	8	9					

Hora:		01	:	00	am	
-------	--	----	---	----	----	--

Data início:	
07/05/2007 - 12:00 PM	
Data término:	
16/05/2007 - 12:00 AM	

Figura 36 – região de seleção 1: data

REGIÃO 2 – ALUNOS

A região 2 deve exibir o conjunto de alunos da turma, destacando os que acessaram na data especificada da região 1. Ou seja, todos os alunos que acessaram na data ou período especificado ficam pré-selecionados na região 2, como mostra a figura 37a.

É possível ainda refinar a visualização dos alunos que acessaram naquele período, selecionando:

- Um aluno específico (figura 37b);
- Um grupo de alunos (figura 37c);
- A turma inteira, inclusive os que não acessaram (figura 37d).

Para isso, pode-se selecionar um único aluno através da árvore que exibe todos os alunos da turma. Os que acessaram algum conteúdo na data especificada aparecem pré-selecionados e devem ser deselecionados, caso deseje selecionar um único aluno. É possível selecionar ainda um grupo de alunos ou todos os alunos da turma, clicando no campo de *check box* para fazer a seleção desejada. Para selecionar

todos os alunos, basta selecionar a pasta “alunos”. Caso tenham alunos que não acessaram no período, o ícone não aparece indicado de colorido, como mostra a figura 37d, para o aluno Ivan Mello.

Figura 37a, b, c e d – selecionando um aluno, um grupo de alunos ou todos os alunos da turma

REGIÃO 3 – OBJETOS / ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM

As atividades e objetos de aprendizagem da disciplina são carregados em formato de árvore hierárquica, e destacados os que foram acessados pelos alunos selecionados, como mostra a figura 38a. Entretanto, é possível refinar a seleção através da região 3, selecionando:

- Um único objeto de aprendizagem (figura 38b);
- Um conjunto de objetos de aprendizagem (figura 38bc);
- Uma atividade de aprendizagem completa (figura 38d).

Figura 38a, b, c e d – selecionando um OA, vários OAs ou um módulo completo

Os objetos de aprendizagem selecionados exibem quais resultados o usuário deseja visualizar. Os OAs que tiveram algum acesso aparecem marcados na árvore de OAs. A região 4 carrega o gráfico inicial tempo de acessos X objetos de aprendizagem, com a opção de escolha de outros tipos de relatórios possíveis. A região 5 carrega tabelas com detalhes do gráfico da região 4, quando necessário.

4.4.2. OPÇÕES DE RELATÓRIOS

As opções de exibição dos relatórios são carregadas nas regiões 4 e 5, dependendo de como é feita a combinação das opções de seleção nas demais regiões. O usuário pode gerar um tipo de relatório, que deverá carregar um gráfico na região 4 e uma tabela, na região 5 (quando detalhes do acesso não puderem ser representados apenas pelo gráfico). A seguir serão detalhados os tipos de relatórios, decorrentes das combinações de seleção possíveis nas regiões 1, 2 e 3.

É possível considerar 3 possibilidades de seleção (região 1, região 2 e região 3). Cada uma das regiões possui pelo menos 3 opções de seleção como mostradas anteriormente e, as quais serão chamadas aqui como estado da seleção. A tabela 3 exibe os estados de seleção possíveis de cada uma das regiões:

Região	Estado de seleção 1	Estado de seleção 2	Estado de seleção 3
1 - Data	Um dia	Uma semana	Um período
2 - Alunos	Um aluno	Um grupo de alunos	Todos os alunos
3 - OAs	Um OA	Alguns OAs	Um módulo

Tabela 3 – Estados de seleção das regiões 1, 2 e 3

Considerando 3 opções de estado de seleção para cada uma das regiões e cada um deles podendo ser combinados entre si, temos:

$$3 \text{ estados de data} * 3 \text{ estados de alunos} * 3 \text{ estados de OAs} = 27 \text{ combinações} \\ \text{(tipos de relatórios)}$$

Entretanto, para a implementação do sistema, o estado de seleção de uma semana ou um período será considerado idêntico, pois uma semana também pode ser considerado um intervalo de tempo, ou seja, um período e, portanto, consideraremos

apenas 2 estados ao invés de 3, na região 1. O mesmo ocorre na região 2 para um grupo de alunos ou todos os alunos, pois os relatórios que deverão ser exibidos quando selecionado um ou outro devem exibir parâmetros para um montante de alunos, independente se alguns ou todos e, ainda, na região 3 para alguns OAs ou um módulo completo o sistema também deve interpretar da mesma maneira esses dois estados de seleção, fazendo exibir tipos de relatórios idênticos nos 2 casos, na região 4. Assim, ao invés de 27 combinações, temos:

$$2 \text{ estados de data} * 2 \text{ estados de alunos} * 2 \text{ estados de OAs} = 8 \text{ combinações (tipos de relatórios)}$$

A tabela 4 mostra os 8 tipos de relatórios possíveis pelas diferentes interações do usuário Tutor com a ferramenta MSys.

Relatório	Seleção de data	Seleção de alunos	Seleção de OAs
1	Um dia	Um aluno	Um OA
2	Um dia	Um aluno	Alguns OAs / módulo
3	Um dia	Alguns / todos	Um OA
4	Um dia	Alguns / todos	Alguns OAs / módulo
5	Um período	Um aluno	Um OA
6	Um período	Um aluno	Alguns OAs / módulo
7	Um período	Alguns / todos	Um OA
8	Um período	Alguns / todos	Alguns OAs / módulo

Tabela 4 – Tipos de relatórios das interações possíveis através da interface

Cada um dos tipos de relatórios possíveis permitem escolher algumas opções gráficas, baseados nos parâmetros concebidos para esta proposta de desenvolvimento do MSys. A MSys considera ao menos todos os parâmetros considerados pelos LMSs analisados no capítulo 3, acrescentando outros não considerado por nenhum deles.

Os parâmetros para a criação (plotagem) de gráficos da região 4 são:

- Tempo de acesso;
- Número de acessos;
- Número do acesso;
- Objeto de aprendizagem;
- Módulo;

- Alunos;
- Notas (médias finais);
- Horário;
- Dia da semana;
- Dia da do período.

As tabelas que estão sendo consideradas na região 5 mostram especialmente os acessos aos OAs de cada aluno, onde é possível verificar exatamente o horário de início e de término a cada um dos OAs acessados pelos alunos, simultaneamente. Além disso, uma outra tabela irá detalhar características dos OAs e seus acessos, como nome e extensão do arquivo, tipo de mídia, duração e tempo de execução pelos alunos. Com estes dois últimos parâmetros será ainda apresentado através da tabela o que aqui será definido como grau de uso da mídia, que será calculado segundo a fórmula abaixo:

$$\text{grau de uso da mídia} = \frac{\text{tempo de execução (uso)}}{\text{duração da mídia}}$$

O grau de uso da mídia permite verificar como é o comportamento dos alunos diante das mídias consideradas temporais.

Embora o requisito funcional RF09 prevê a opção de escolha de vários tipos gráficos, estarão representados no protótipo desenvolvido para este trabalho apenas gráficos do tipo coluna. Espera-se que em implementação futura seja apresentado na tela opções de tipos de gráficos para um mesmo conjunto de parâmetros, permitindo a escolha visual de gráficos para o usuário.

Os gráficos e tabelas decorrentes dos tipos de relatórios acima listados são exibidos através da tabela 5.

Nomenclatura	Parâmetros combinados
G01	tempo de acesso X OAs
G02	número de acesso X OAs
G03	tempo de acesso ao OA X horário do acesso
G04	número de acesso ao OA X horário do acesso
G05	tempo de acesso ao(s) OA(s) X dia da semana
G06	número de acesso ao OA(s) X dia da semana

G07	tempo de acesso ao(s) OA(s) X número do acesso
G08	tempo de acesso ao(s) OA(s) X aluno
G09	número de acesso ao(s) OA(s) X aluno
G10	tempo de acesso aos módulos X aluno
G11	número de acesso aos módulos X aluno
G12	tempo de acesso à mídia temporal X aluno
G13	número de acesso à mídia temporal X acesso
G14	tempo de acesso aos módulos X nota
G15	número de acesso aos módulos X nota
G16	tempo de acesso do(s) aluno(s) X dia da semana
G17	número de acesso do(s) aluno(s) X dia da semana
M01	mapa de acessos aos OAs
T01	alunos, data e horário de início e término de acesso a cada OA.
T02	alunos,OA, tamanho, tipo de mídia, duração, tempo de execução e grau de uso

Tabela 5 – tipos de gráficos e tabelas

Vale ressaltar que o M01 não é necessariamente um gráfico, mas um mapa que apresenta quais OAs do módulo o aluno já percorreu.

As tabelas T01 e T02 serão mostradas sempre que o detalhamento dos dados seja relevante para a análise dos mesmos. Assim, a T01 será exibida sempre que as opções de seleção relacionar tempo de acesso a um ou mais OAs e alunos e a T02 será exibida sempre que gráficos que relacionam um OA específico e vários alunos forem selecionados, exibindo detalhes de acesso a um OA específico. A tabela 6 indica quais gráficos (na região 4) exibem automaticamente das tabelas T01 e T02.

Gráficos	Tabelas
G01	T01
G02	T01
G03	T01
G04	T01
G07	T01
G08	T01
G09	T01
G12	T02
G13	T02

Tabela 6 – Relação dos gráficos com as tabelas T01 e T02

A tabela 7 mostra quais dos 17 gráficos e o mapa M01, da tabela 5, podem ser exibidos como escolha para cada um dos tipos de relatórios da tabela 4.

Relatório	Gráficos - região 4
R01	G03, G07, G13
R02	G01, G02, G07, G10, G11, M01
R03	G03, G08, G09, G12
R04	G01, G02, G08, G09, G10, G11
R05	G03, G04, G05, G06, G07, G13
R06	G01, G02, G05, G06, G07, G10, G11, G14, G15, M01
R07	G03, G05, G06, G08, G09, G12, G13
R08	G05, G06, G08, G09, G10, G11, G14, G15, G16, G17

Tabela 7 – Tipos de relatórios e possíveis gráficos e tabelas

No próximo capítulo serão mostrados resultados da simulação realizada a fim de validar a construção destes gráficos para os oito tipos de relatórios possíveis. Esta simulação serve de subsídio para apresentar como os resultados do acompanhamento podem ajudar os tutores a avaliar o processo de ensino-aprendizado dos aprendizes.

5. VALIDAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO

Este capítulo descreve em detalhes como a ferramenta MSys foi concebida, estruturada e implementada, definindo as características, funções, linguagens e procedimentos utilizados para o desenvolvimento do protótipo que foi desenvolvido como prova de conceito ao objetivo inicial deste trabalho.

Para validar a usabilidade da integração de todos os parâmetros e gráficos dos tipos de relatórios mencionados, foi feita a simulação de uso dos possíveis gráficos para cada um dos tipos de relatórios a partir da definição de um cenário de aprendizado eletrônico. A simulação mostra como é esperada a apresentação dos resultados dos relatórios.

5.1. SIMULAÇÃO DOS TIPOS DE RELATÓRIO

Para esta simulação foi feita a montagem de um cenário de uma disciplina de pós-graduação, considerando um grupo de 7 alunos fictícios e um conteúdo didático (conteúdo da disciplina) com 7 módulos (atividades de aprendizagem), sendo eles:

Alunos	Adriana Torres, Alexandre Passos, Amanda Tadeu, Douglas Kinno, Ivan Mello, Julian Bastos, Rodrigo Belardo
Módulos	Introdução, Aula 1, Aula 2, Aula 3, Aula 4, Exercícios, Trabalho

Tabela 8 – alunos e módulos considerados na simulação

O módulo “Aula 1” foi selecionado para exemplificar os relatórios que apresentam resultados dos acessos aos objetos de aprendizagem. Está sendo suposto que o professor responsável por esta disciplina criou este módulo composto pelos seguintes objetos de aprendizagem: aula1.html, logo.jpg, aula1.ppt, aula1_impressao.pdf, áudio.mp3, artigo.pdf, vídeo.avi, reportagem.pdf. A figura 39a exemplifica como estes arquivos poderiam estar representados através da página inicial do módulo, neste caso, a aula1.html com todos os *links* ou chamadas para os demais arquivos, os quais estão representados na figura 39b.

Figura 39a e b – Exemplo do módulo “Aula 1” simulado com os arquivos que o compõem

Ao carregar o conteúdo do módulo “Aula 1” o professor visualiza quais dos arquivos enviados foram considerados objetos de aprendizagem pelo MSys através do mapa de conteúdo, bem como os tempos dos arquivos identificados como temporais. O mapa está representado através da figura 40, onde é possível observar que o arquivo logotipo.jpg foi desconsiderado.

Figura 40 – mapa de conteúdo do módulo “Aula 1” da simulação

Foi considerado ainda um período de tempo de 1 mês para o acompanhamento dos alunos que acessaram o conteúdo, supondo que o professor acessou a ferramenta de acompanhamento depois de 1 mês que carregou seus módulos iniciais. O período considerado é de 19/02/2007 a 19/03/2007.

Para o acompanhamento inicial dos acessos, o professor selecionou através do calendário da região 1 o período e aguardou os resultados. O sistema apresentou nas regiões 2 e 3 que todos os alunos e pelo menos todos os objetos de aprendizagem do módulo “Aula 1” (além de alguns OAs de outros módulos) foram acessados.

Esta seleção nos leva ao relatório do tipo 8 da tabela 4, que apresentaria na região 4 um gráfico inicial (neste caso, o *tempo de acesso aos módulos X aluno - G10*) e a escolha através de lista de seleção dos demais gráficos possíveis, apresentados na tabela 7.

Gráfico 1 – Gráfico G10: tempo de acesso aos módulos X aluno

É possível observar através deste do gráfico 1 que o volume de informação é intenso, podendo dificultar a visualização de resultados precisos sobre o tempo de acesso de cada aluno aos módulos. O gráfico G11 (*número de acessos aos módulos X aluno*) apresentaria o mesmo volume de informação, mas teria no eixo y o número de acessos de cada aluno em cada um dos módulos, permitindo ao professor distinguir se os módulos que possuem maior tempo de acesso foram acessados muitas vezes durante o período por possuir um volume muito grande de informações ou se neste módulo os alunos de fato permaneceram mais tempo porque o conteúdo era mais interessante.

É possível observar que o maior tempo de acesso dos alunos foi ao módulo “Aula 1”. Assim, o professor poderia optar por identificar quais objetos de aprendizagem neste

módulo foram mais acessados pelos alunos. Para isso, ele pode selecionar o gráfico *número de acesso ao(s) OA(s) X aluno* (G09) ou *tempo de acesso ao(s) OA(s) X aluno* (G08), que ainda mostrará um volume grande de informações como o gráfico 1, e identificar qual OA foi acessado mais vezes ou por mais tempo pelos alunos.

Assim, o professor pode refinar a seleção, selecionando apenas o OA que teve mais acessos pelos alunos para verificar o tempo ou o número de acesso a este OA específico. O gráfico 2 mostra um dos gráficos de resultado deste Relatório 7, que exhibe o tempo de acessos à mídia selecionada (no caso, o áudio.mp3).

Gráfico 2 – G12: tempo de acesso à mídia temporal X aluno

Através deste gráfico o professor pode verificar o tempo médio total de acessos de cada aluno ao arquivo audio.mp3, verificando quais alunos atingiram o tempo total da mídia (duração), apresentado no gráfico através da linha vermelha.

Ao selecionar um único aluno na região 2 é possível ver os detalhes do uso da mídia, como o tempo de cada um dos acessos do aluno, a fim de saber se o aluno que atingiu o tempo de duração da mídia o fez em vezes ou em uma única vez. A tabela 9 mostra como seria apresentada, na região 5 esses detalhes.

Tabela T02						
arquivo	tamanho	tipo de mídia	tempo de execução	tempo de uso por acesso		grau de uso
audio.mp3	3,52MB	áudio	00:34:28	1º	00:04:00	0,12
				2º	00:15:03	0,44
				3º	00:00:04	0,00
				média	00:06:22	0,18

Tabela 9 – Tabela T02: Detalhes sobre o acesso à mídia temporal

Outra possibilidade de refinar os resultados para este caso seria selecionando apenas um aluno e o módulo “Aula 1” a fim de verificar como foi o acesso de um aluno no período (Relatório 6). O mapa de acessos M01, ilustrado no gráfico 3, mostra quais dos OAs do módulo o aluno já acessou. Além disso, ele mostra o tempo médio que o aluno levou acessando cada um dos OAs e conseqüentemente o grau de uso em cada um deles, comparado com o tempo médio da turma. O mapa faz distinção de cor do índice de grau de uso para médias abaixo de 1, indicando que abaixo de 1 o aluno acessou menos que a média da turma para as mídias atemporais e menos que o tempo de duração das mídias temporais.

Gráfico 3 - M01: mapa de acessos aos OAs

Outra opção como resultado do relatório 6 é o mostrado através do gráfico 4, que permite ao professor verificar o acesso de um aluno que não acessou apenas 5 dos

7 OAs proposto no material didático. Além disso, ele exibe o número médio de acessos dos alunos que acessaram cada um dos OAs neste período.

Gráfico 4 – G09: número de acesso ao(s) OA(s) X aluno

É possível ainda que o professor tenha interesse em saber o horário do acesso dos alunos em um dia específico ou também qual o dia da semana que os alunos mais acessaram o conteúdo em um período. Estas informações dão ao professor uma visão de qual horário e dia da semana os alunos costumam acessar. Isso pode ajuda-lo a decidir se uma atualização no conteúdo é pertinente no horário por ele desejado ou não. O gráfico 5 ilustra a média de tempo dos alunos que acessaram algum conteúdo naquele dia por horário do acesso.

Gráfico 5 – Gráfico G03: tempo de acesso ao OA X horário do acesso (alguns / todos os alunos)

A linha horizontal representada no gráfico 5 mostra a média de tempo dos alunos que acessaram algum conteúdo da sua disciplina naquele dia. Selecionado um período o professor poderia visualizar o dia da semana que os alunos costumam acessar o conteúdo.

Ao final do curso o professor pode ainda optar por comparar os acessos dos alunos com a média final do aluno no curso. Assim, um gráfico que compara o tempo ou número de acessos aos módulos por nota mostra se os alunos que de fato acessaram o conteúdo didático tiraram notas altas e ainda se aqueles que acessaram pouco tiraram notas baixas. Uma variante deste gráfico seria o tempo ou número de acessos a um módulo e um aluno específicos e a sua média. Assim, se algum OA do módulo o professor considera importante para a avaliação final, ele pode verificar se o acesso do aluno ao OA específico foi alto ou baixo e comparar com a nota final. O gráfico 6 ilustra como seria o gráfico do número de acessos X nota.

Gráfico 6 – Gráfico G17: número de acesso aos módulos X nota

As observações feitas sobre os resultados da simulação são uma das possíveis interpretações que o professor pode ter sobre os resultados. Esta simulação mostra alguns usos dos diferentes relatórios e gráficos possíveis que a ferramenta MSys gera. Um estudo completo que mostra todos os gráficos possíveis para cada um dos tipos de relatórios encontra-se no apêndice deste trabalho.

Existe uma preocupação com relação aos gráficos que podem gerar muitos dados, onde muitas colunas podem poluir a tela com excesso de informações. Este é o caso de gráficos que exibem, por exemplo, todos os alunos, supondo que a turma seja de muitos alunos. Algumas figuras que mostram as telas de acompanhamento dos LMSs estudados, no capítulo 3, apresentam tais dificuldades. O gráfico 1 ilustra parte de uma série de colunas que poderiam ser mostradas, se considerasse mais alunos e mais módulos. É importante que a quantidade de informação que de fato caiba na tela sem perder a qualidade ou dificultar a visualização do usuário. Trata-se do requisito RF11 e RNF03 já citados no capítulo 4, que prevê a possibilidade do redimensionamento da área gráfica, permitindo que os dados sejam apresentados parcialmente para facilitar a análise e sem que nenhuma informação ou dado sejam perdidos.

O protótipo desenvolvido da ferramenta MSys ainda não inclui tal funcionalidade. Entretanto, atualmente existem soluções para este tipo de problema que poderia futuramente ser incluído. Um exemplo seria utilizar componentes que permitem reescalar um gráfico, ou seja, em que é permitido ao usuário selecionar um novo período, através do movimento de arrastar o mouse, como se criasse um zoom no gráfico em que automaticamente ele é redesenhado para aquele intervalo selecionado.

As figuras 41 e 42 mostram um exemplo deste uso. Estas imagens foram capturadas do site Google Finance³⁰ e permite que através da barra de rolagem horizontal localizada abaixo do gráfico seja possível arrastar com o mouse para a esquerda e direita, movendo a área de visualização central do gráfico. Isto permite que sempre se tenha uma imagem gráfica com a quantidade suficiente de dados para serem analisadas naquela região, sem poluir a área do gráfico. Permite ainda, como pode ser visualizado na figura 42 dimensionar uma janela de zoom para ver detalhes do gráfico.

³⁰ Mais informações em: <http://finance.google.com/finance>

Figura 41 – Exemplo de gráfico permite redimensionamento - Google Finance

Figura 42 – Exemplo de redimensionamento da área gráfica de visualização

5.2. IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a implementação do protótipo da ferramenta MSys foi utilizado, em linhas gerais, o ambiente CoL – Cursos on-line como estrutura de LMS que provê os recursos necessários para o correto funcionamento da MSys. Além disso, foi utilizado o banco de dados PostgreSQL³¹ para o armazenamento das informações necessárias e linguagem Java para a implementação das páginas da MSys.

Como metodologia de trabalho, a implementação é baseada nas fases do MSys e, portanto, três implementações correspondentes às três fases inicialmente independentes, com funções e características distintas que são integradas para o funcionamento completo do sistema de acompanhamento. O protótipo da ferramenta MSys foi implementado a fim de efetivar a idéia especialmente da primeira e terceira fase do sistema MSys. O desenvolvimento deste protótipo mostra que é possível capturar durante o *upload* todas as informações necessárias para o correto funcionamento da MSys e utilizar delas para que, junto com os dados de acesso providos pelo LMS, a interface da fase de relatório, dividida em 5 regiões interativas, seja tão operacional tanto quanto foi concebida, priorizando a usabilidade através de uma única tela. Assim, será descrito neste momento como cada uma das fases foi implementada.

5.2.1. FASE 1: VARREDURA E ANÁLISE DOS DADOS ENVIADOS

A fase de varredura ocorre no momento em que o professor faz *upload* do conteúdo ao LMS. O LMS avisará o MSys, estará ativado neste momento, e as informações do processo de *upload* são varridas e armazenadas no BD MSys que são dados que compõe a atividade de aprendizagem, como informações sobre cada objeto de aprendizagem. As ações executadas nesta fase estão ordenadas e descritas a seguir:

³¹ PostGreSQL: banco de dados relacional em linguagem SQL. Mais informações em: <http://www.postgresql.org.br/>

1. Varredura das informações básicas da atividade de aprendizagem:
 - a. Nome da atividade de aprendizagem;
 - b. Descrição da atividade de aprendizagem;
 - c. Versão;
 - d. Professor responsável;
2. Armazenamento destas informações no BD MSys;
3. Armazenamento do conjunto de OAs enviados:
 - a. Identificação do término do *upload*;
 - b. Identificação de todos os objetos de aprendizagem (SCOs) e assets:
 - i. Nome e extensão;
 - c. Identificação de como os OAs estão organizados;
 - d. Identificação de página inicial da atividade de aprendizagem;
4. Armazenamento de detalhes dos OAs:
 - a. Classificação dos arquivos em temporal e atemporal;
 - b. Captura da duração dos arquivos temporais;
5. Geração de um arquivo chamado descritor que armazenará todas estas informações, descrevendo como a atividade de aprendizagem está estruturada;
6. Exibição do mapa estrutural da AA, como mostrada através da figura 43.

The screenshot displays the 'área do professor' (teacher area) of the LMS CoL. At the top, a purple header bar contains the text 'área do professor' and a user profile icon. Below the header, a navigation bar shows the user's name 'Christiane Meiler Baptista (cmeiler@larc.usp.br)' and a link to 'alterar cadastro'. The main content area is divided into two panels. The left panel, titled 'Módulo: Aula 1 v. 2007', lists files: 'aula1.html', 'aula1_impressao.pdf', 'aula1.ppt', 'artigo.pdf', and 'video.asx' with a duration of '00:32:24'. It includes 'download' and 'editar' icons and a 'voltar' button. The right panel, titled 'Módulo "Aula 1"', contains a form with the following fields: 'Nome do módulo:' (Aula 1), 'Versão:' (2007), 'Descrição:' (Aula Introdutória), and 'Primeira Página:' (aula1.html). At the bottom of this panel are 'Alterar' and 'Cancelar' buttons. A 'voltar' button with a red arrow is also visible in the top right corner of the main content area.

Figura 43 – mapa estrutural do MSys no LMS CoL

O arquivo descritor citado no item 5 acima segue o escopo do padrão SCORM e será criado na raiz junto com os demais arquivos que foram feitos *upload* e nomeado como *imsmanifest.xml*. Ele contém todas as *tags*³² obrigatórias pela ADL para a implementação do padrão SCORM que é o padrão para conteúdo didático digital escolhido neste trabalho por atender muitas das necessidades da MSys. Foram incorporadas algumas funções ao arquivo descritor que não são atualmente consideradas pelo SCORM, tal como as ações 3c, 3d e o item 4 da listagem acima.

As principais *tags* consideradas pelo SCORM no arquivo XML são as chamadas *metadata*, *organizations* e *resources* e estão mostradas na figura 44.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <manifest xmlns="http://www.imsproject.org/xsd/imscp_rootv1p1p2"
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p2"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  identifier="CoLStandards1173453907166" version="11.0"
  xsi:schemaLocation="http://www.imsproject.org/xsd/imscp_rootv1p1p2
    imscp_rootv1p1p2.xsd http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_rootv1p2p1
    imsmd_rootv1p2p1.xsd http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p2
    adlcp_rootv1p2.xsd">
+ <metadata>
+ <organizations default="ORG1">
+ <resources>
</manifest>
+ <!-- -->
```

Figura 44 – Arquivo descritor (XML) gerado pela ferramenta MSys

A *tag metadata* do arquivo descritor armazena as informações referentes à primeira ação desta fase, que inclui os dados de título, descrição, versão e nome do professor responsável, *tags* estas definidas pelo padrão LOM de metadados, como mostra a figura 45. O LOM define ainda outras *tags* que não estão sendo atualmente utilizadas no LMS CoL, como palavras-chave ou ainda grau de dificuldade da atividade de aprendizagem, mas o descritor está preparado para receber tais informações quando essas funcionalidades passarem a existir.

³² São estruturas de linguagem de marcação que consistem em breves instruções, tendo uma marca de início e outra de fim. Há uma tendência nos dias atuais para se usar as tags apenas como delimitadores de estilo e/ou conteúdo, tanto em HTML quanto em XML (TAG. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Tag>> Acesso em: 22 mai. 2007.).

```

- <lom xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_rootv1p2p1">
- <general>
- <title>
  <string language="pt-BR">Experiência de Roteamento</string>
</title>
- <description>
  <string language="pt-BR">5 - Experiência de Protocolos de Roteamento da Disciplina
    PCS2035 - Laboratório de Redes de Computadores - versão 2007</string>
</description>
+ <keyword>
</general>
- <lifecycle>
- <version>
  <string language="pt-BR">2007</string>
</version>
</lifecycle>
+ <metaMetadata>
- <technical>
  <location>C:/COL/site/modulos/Modulo0/1435/roteamento.htm</location>
</technical>
+ <educational>
- <rights>
+ <copyrightAndOtherRestrictions>
- <description>
  <string language="pt-BR">Regina Melo Silveira</string>
</description>
</rights>
<relation />
+ <annotation>
  <classification />
</lom>

```

Figura 45 – Detalhes da tag LOM do arquivo descritor *imsmanifest.xml*

A tag *organization* descreve como os recursos, ou seja, objetos de aprendizagem e assets podem estar organizados dentro de uma atividade de aprendizagem. O SCORM prevê que o professor possa definir qual estrutura o seu conteúdo didático deve seguir, ou seja, como o aluno obrigatoriamente deverá percorrer os arquivos. Como no LMS CoL esta função não está implementada, foi considerada como padrão a estrutura chamada de hierárquica, que permite armazenar, na fase de captura e rastreamento, se o aluno retornou a um nível da estrutura anterior na hierarquia ou avançou. Como neste caso não existe a opção de o professor configurar os níveis da hierarquia, o arquivo descritor está configurado para armazenar todos os recursos em um mesmo nível, como mostra a figura 46. A ferramenta MSys faz a varredura automática dos objetos de aprendizagem, identificando os arquivos de *web* (em formatos html, htm e asp), a fim de automaticamente identificar se a estrutura possui algum tipo de hierarquia considerando como níveis, *links* para outros objetos de aprendizagem.

```

- <organizations default="ORG1">
- <organization identifier="ORG1" structure="hierarchical">
  <title>Organizacao numero 1</title>
  <item identifier="ITEM0" identifierref="RES0" isvisible="true" />
  <item identifier="ITEM1" identifierref="RES1" isvisible="true" />
  <item identifier="ITEM2" identifierref="RES2" isvisible="true" />
  <item identifier="ITEM3" identifierref="RES3" isvisible="true" />
  <item identifier="ITEM4" identifierref="RES4" isvisible="true" />
  <item identifier="ITEM5" identifierref="RES5" isvisible="true" />
  <item identifier="ITEM6" identifierref="RES6" isvisible="true" />
  <item identifier="ITEM7" identifierref="RES7" isvisible="true" />
</organization>
</organizations>

```

Figura 46 – Tag *organizations* do arquivo descritor *imsmanifest.xml*

A tag *resources* inclui as informações de cada um dos recursos enviados, ou seja, de cada objeto de aprendizagem ou asset e, em outras palavras, todos os arquivos enviados no *upload* pelo professor. Para isso, esta tag inclui uma identificação dos recursos, numerando-os, identificando-os como SCO ou asset e ainda mostrando se existe algum *link* nos arquivos *web* para outro arquivo da atividade de aprendizagem, como mostra a figura 47.

```

- <resources>
- <resource identifier="RES0" type="webcontent" adlcp:scormType="sco" href="apresentacao.htm">
  <file href="apresentacao.htm" />
  <file href="sala.htm" />
  <file href="calendario.htm" />
  <file href="notas.htm" />
</resource>
- <resource identifier="RES1" type="webcontent" adlcp:scormType="sco" href="calendario.htm">
  <file href="calendario.htm" />
</resource>
- <resource identifier="RES2" type="webcontent" adlcp:scormType="sco" href="notas.htm">
  <file href="notas.htm" />
</resource>
- <resource identifier="RES3" type="webcontent" adlcp:scormType="sco" href="sala.htm">
  <file href="sala.htm" />
</resource>
- <resource identifier="RES4" type="webcontent" adlcp:scormType="sco" href="sumario.htm">
  <file href="sumario.htm" />
</resource>
- <resource identifier="RES5" type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="imsmanifest.xml">
  <file href="imsmanifest.xml" />
</resource>
- <resource identifier="RES6" type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="notas.xls">
  <file href="notas.xls" />
</resource>
- <resource identifier="RES7" type="webcontent" adlcp:scormType="asset" href="volta.gif">
  <file href="volta.gif" />
</resource>
</resources>

```

Figura 47 – Tag *resources* do arquivo descritor *imsmanifest.xml*

Além disso, cada recurso será identificado como temporal ou atemporal baseando-se na tabela 2 deste documento que relaciona algumas extensões de arquivos com o tipo de mídia e armazenará a informação de duração das mídias temporais.

Para a geração do arquivo descritor no formato XML foi utilizada a biblioteca Jdom³³, no desenvolvimento da ferramenta que varre os arquivos entregue no *upload* e gera o *imsmanifest.xml*. Além disso, a biblioteca, FFMPEG³⁴ foi utilizada para a identificação automática da duração das mídias temporais.

Após a seleção de arquivo de página inicial da atividade de aprendizagem, o professor tem a opção de visualizar como a MSys traçou o mapa estrutural da atividade, baseados nas identificações dos recursos de maneira hierárquica.

Com este arquivo descritor armazenando as informações citadas torna-se mais fácil identificar como é a seqüência de navegação utilizada pelos alunos. Esta identificação é feita na fase de captura, descrita a seguir.

5.2.2. FASE 2: CAPTURA

Esta fase ocorre quando os alunos acessam os conteúdos digitais disponíveis no LMS. O LMS deverá capturar os dados de acesso, rastreando cada aluno em suas atividade de aprendizagem e o MSys utilizar destes dados para exibir estatísticas de acesso na fase de relatório. Como o LMS CoL ainda não armazena estas informações, foi incluído no cabeçalho de cada atividade de aprendizagem uma função que armazena os acessos no BD MSys da seguinte maneira:

1. Armazena a identificação do aluno, disciplina e atividade de aprendizagem (módulo);
2. Armazena nome e extensão do OA, além da data e o horário de acesso ao primeiro OA;
3. Armazena a data e o horário final de acesso ao primeiro OA (horário inicial de acesso ao segundo OA);

³³ Mais informações em: <http://www.jdom.org/>

³⁴ Mais informações em: <http://ffmpeg.mplayerhq.hu/>

4. Armazena a data e o horário final de acesso à atividade de aprendizagem (módulo do CoL);

Assim, os acessos são armazenados no BD MSys, considerando especialmente os *timestamps* (informação de data e hora juntos) em cada OA, identificando se o OA pertence àquele módulo ou não. Se pertencer, considerará como *timestamp* final de acesso ao OA o próximo OA; se não pertencer, considerará o timestamp final de acesso ao módulo (quando o aluno encerra o módulo). No CoL, este *timestamp* é calculado quando o aluno clica em “terminar” o módulo, como exibe a figura 48.

Figura 48 – Encerramento da atividade de aprendizagem pelo aluno no CoL

5.2.3. FASE 3: RELATÓRIO

A geração de relatório pode ocorrer sempre que houver dados mínimos para carregar um gráfico na tela. Esta é a fase em que ocorre a interação direta dos usuários com a ferramenta MSys e onde os dados com estatísticas do acompanhamento serão exibidos em formato gráfico na tela.

Para a exibição de gráficos dos mais diversos tipos e possibilidades de interação com a ferramenta, foi escolhido utilizar linguagem java para o desenvolvimento desta área de interação e a biblioteca JFreeChart³⁵ para a construção dos gráficos.

Através da tabela chamada *acessos* do BD MSys que armazenou os dados do rastreamento dos alunos (fase 2) é possível filtrar os acessos através das seleções já descritas anteriormente. Este filtros são buscas do tipo SQL ao BD MSys que deverão retornar os dados desejados e em seguida são avaliados a fim de identificar o tipo de relatório que estes dados representam e, conseqüentemente quais tipos de gráficos deverão aparecer ao usuário como opção de seleção. A figura 49 mostra um exemplo da tela do protótipo implementado a fim de comprovar as telas concebidas inicialmente com a simulação inicial.

Figura 49 – Tela do protótipo da MSys

³⁵ Mais informações em: <http://www.jfree.org/jfreechart/index.html>

5.3. INTEGRAÇÃO COM OUTROS LMS

Como já citado neste trabalho, é interessante que a ferramenta MSys seja integrada a outros LMSs. Para isso, são definidas aqui as informações necessárias ao MSys para permitir o acoplamento das funções MSys com os LMSs. Assim, considerando as 3 fases de comunicação com os LMSs, que estão implementadas como funções independentes, podem ser definidas 3 interfaces que permitirão a comunicação para receber e devolver informações.

A primeira interface deverá ser definida para a função de varredura e análise receberem os dados sobre o conteúdo carregado pelo professor. Para isso, é necessário que elas sejam associadas à página de *upload* do LMS para terem os arquivos descritores armazenados na ferramenta MSys. Para estas funções serem associadas à página de *upload*, é necessário incluir um arquivo responsável por executar estas funções. Trata-se de um arquivo de página *web* responsável pelo pré-processamento dos dados que apenas copia os dados no momento da inclusão da atividade de aprendizagem como nome, versão, descrição e professor responsável etc, em um formulário para em seguida uma ferramenta java ser ativada e gerado o arquivo descritor que envia através de outra página *web* a informação de que foi finalizada a operação.

O LMS deverá ser o responsável por armazenar em seu banco de dados as informações capturadas no momento que o conteúdo é utilizado pelo aprendiz. O MSys deverá, através da segunda interface de comunicação, copiar estas informações para o BD MSys e utilizá-las para processar as informações de geração dos relatórios.

A terceira interface de comunicação deverá incluir no LMS as páginas necessárias para a construção dos gráficos. Esta interface utiliza apenas informações do BD MSys e apenas apresenta as telas de relatório no LMS.

Tal integração é importante para permitir a portabilidade da ferramenta, como já definido pelo requisito não funcional RNF05, permitindo ainda que a pesquisa desenvolvida neste trabalho possa ser utilizada por diversos ambientes de aprendizado eletrônico.

6. CONCLUSÕES

O surgimento das redes de computadores e sua conseqüente capacidade de compartilhamento de informações através das redes Internet, trouxe mudanças profundas para o ensino. A educação presencial passou a permitir que a interação aluno-professor em sala de aula continuasse fora dela, e que os conhecimentos pudessem ser expandidos através da *web*. O uso de ambientes de aprendizado eletrônico, embora tenha ainda sua utilização restrita por grande parte dos professores, servindo apenas como repositório de material didático digital, tem sido uma prática cada vez mais comum nas instituições de ensino. O uso intensivo destes sistemas cria expectativa de verificar o progresso do aluno neste novo processo de ensino-aprendizagem.

Este trabalho propôs uma nova ferramenta (MSys) capaz de ser integrada a sistemas do tipo LMS, que tem como objetivo fazer o acompanhamento do progresso do aluno e permitir ao professor analisar as informações capturadas. Para isso, foi feita a análise de alguns LMSs, identificando insuficiência nas funções de acompanhamento, partindo para uma elaboração da arquitetura e especificação detalhada da ferramenta MSys. A ferramenta foi validada através de uma simulação que verificou se os resultados gerados representam informações que permitem ao professor traçar o progresso da turma através de todo conteúdo didático. Por fim, um protótipo foi implementado como prova de conceito para validar a estrutura de interface e modo de operação, e integrado ao LMS CoL, mostrando que as informações inerentes a um LMS são necessários para a operação do MSys.

O desenvolvimento da MSys traz contribuições consideráveis como trabalho científico por envolver um estudo que se preocupa com o aprendizado no formato eletrônico e que pode representar um avanço relacionado às tecnologias para educação a distância atualmente existentes.

6.1. CONTRIBUIÇÕES

São várias as contribuições relevantes fruto do desenvolvimento deste trabalho. Isto se observa tanto na identificação de necessidades, levantamento de requisitos, validação como na implementação da ferramenta MSys aqui proposta.

Como contribuição inicial foi elaborada uma análise criteriosa de como os LMSs atualmente difundidos tratam a função do acompanhamento, mostrando claramente quais parâmetros cada um deles considera relevante e como os resultados são apresentados na tela, permitindo identificar muitas diferenças e pouca variedade de informação. Além disso, tais informações não incluem resultados pontuais de acesso sobre um único aluno ou um objeto de aprendizado específico além de o acesso a estes resultados serem restritos ao professor. Como resultado final desta análise, percebeu-se que as ferramentas atualmente incorporadas nestes ambientes LMS mostraram-se incompletas ou insuficientes.

Para cobrir esta deficiência foi proposto como contribuição principal o sistema MSys, que cumpre seu papel inovador de acompanhamento do aluno, e permite ao professor traçar o progresso da turma através de todo conteúdo didático, criando opções de escolha de relatórios detalhados. A variedade de tipos de relatórios mostra resultados que se complementam entre si e permitem uma visualização completa do processo de ensino e aprendizagem. A ferramenta MSys, diferente dos LMSs analisados, faz distinção de mídias possibilitando inferir sobre a capacidade cognitiva dos alunos. Assim, as conclusões que podem ser obtidas pela análise do professor, enriquecem tal processo ainda mais, permitindo verificar se há necessidade de adequar o conteúdo didático às condições e preferências dos alunos.

A ferramenta MSys foi cuidadosamente especificada apresentando todas os requisitos e modos de operação necessários, identificando as interações através da interface bem como criando uma arquitetura robusta de componentes de comunicação, capaz de acoplá-la a outros LMSs. Como forma de garantir à aderência da MSys a um padrão de conteúdo digital, foi utilizado o padrão

internacional SCORM para auxiliar o mapeamento das informações sobre o material didático. Esta contribuição deixa clara a facilidade da integração da MSys com outros ambientes de aprendizado eletrônico.

A fim de validar a especificação da ferramenta MSys como produto, foi feita uma simulação completa das funções de seleção e de exibição dos tipos de relatórios. O resultado é a apresentação das diversas opções gráficas e tabelas possíveis, provenientes da interação do usuário com a ferramenta, justificando assim, seus objetivos iniciais. Por fim, como prova de conceito do funcionamento da interface concebida foi realizado um protótipo que apresenta, diferentemente dos LMS analisados, a concentração de todos os resultados em uma única tela, facilitando o uso dos componentes de filtros de seleção e a interpretação dos resultados. Este protótipo foi integrado ao CoL, LMS da Universidade de São Paulo, mostrando que as informações inerentes a um LMS são necessários para a operação do MSys. Essa integração beneficiará alunos e docentes da universidade através do uso da ferramenta. Os alunos terão oportunidade de visualizar as estatísticas do seu próprio acesso, comparando seu desempenho com o restante da turma e os professores serão capazes de recuperar informações sobre o progresso dos alunos.

As contribuições obtidas geram impactos no LMSs existentes, devido a MSys apresentar-se mais completa que as similares existentes atualmente no mercado no sentido de prover resultados detalhados sobre o uso de conteúdo digital. Com o *feedback* do progresso dos alunos é pertinente que os professores passem a utilizar o ambiente LMS de forma mais abrangente ao invés de simplesmente utilizá-lo como repositório. A inclusão de formatos de mídias diferentes no material didático ou de atividades interativas e colaborativas faz com que novas tecnologias sejam incorporadas, abrindo portas para que o processo de ensino-aprendizagem passe por uma transição gradual do presencial para o semipresencial ou totalmente a distância.

É possível aumentar a eficiência do processo de ensino-aprendizagem através do aumento do conhecimento da capacidade de absorção do aluno pelo professor que pode passar a distinguir um aluno mais visual de outro mais auditivo, por exemplo. Além disso, o aumento da oferta de conteúdos, em diversos formatos e tipos de

mídias, cria facilidades para a absorção do conteúdo durante a utilização de objetos de aprendizagem distintos, explorando melhor as capacidades cognitivas.

Os resultados deste trabalho foram divulgados em forma de artigos que foram publicados, em 2006, em duas conferências internacionais: o primeiro, na *7th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training*, com o artigo “MSys: a Monitoring System for E-learning Feedback and Content Fitting”, na Austrália e o segundo, no III Workshop TIDIA (Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada), com o artigo “*Monitoring System for E-learning Feedback*”, em São Paulo.

6.2. TRABALHOS FUTUROS

A evolução da tecnologia e dos sistemas de aprendizado eletrônico cada vez mais difundidos permite também a evolução das ferramentas, funções e até mesmo de um conteúdo didático mais interativo, que podem ser decorrentes das novas necessidades. Acompanhar o progresso através do conteúdo didático não era a pouco tempo atrás uma necessidade clara, visto que a utilização de mídias diferentes das textuais para material didático não era uma praxe.

O desenvolvimento da ferramenta MSys permitiu verificar um leque de funções e características que podem ser futuramente incluídas para refinar o acompanhamento de atividades de aprendizado do aluno. Um exemplo é a interagração das opções de monitoramento das ferramentas de interação que, embora já elaboradas e desenvolvida para outros LMSs, não foi implementada neste momento por dificultar o acoplamento e definição de uma interface de integração genérica com LMSs visto que não existe um padrão para o desenvolvimento de tais ferramentas.

Uma outra otimização para a ferramenta MSys pode ser futuramente implementada, incluindo opções de tipos de gráficos diferentes para a visualização de um mesmo resultado na exibição dos resultados. O protótipo apresenta gráficos do tipo coluna e

adicionar opções como os tipos pizza, barras, linhas ou histograma nos resultados dos relatórios garante a facilidade de leitura das informações.

Além disso, este trabalho deixou uma lacuna de implementação que poderia ser incluída futuramente, embora a solução tenha sido mencionada. Trata-se da possibilidade de incluir uma função capaz de redimensionar a área gráfica, permitindo que os resultados com um grande volume de informações possam ser apresentados parcialmente através de seleção de uma área do gráfico pelo usuário.

A ferramenta MSys poderia ainda ter sua estrutura de apresentação de relatórios reutilizada para gerar informações sobre o desempenho dos recursos do sistema LMS ao invés de apresentar resultados apenas de uso de atividades dos alunos. Ambientes de aprendizado eletrônico também necessitam de uma área de administração do sistema capaz de auxiliar a verificação de resultados sobre a utilização dos recursos como saber o número de usuários e cursos ativos, o número de usuários diferentes que acessaram no mês, o número de usuários que acessam simultaneamente entre outros, permitindo fazer um levantamento destas informações de desempenho e a identificação de gargalos.

Este trabalho dá subsídios para que a pesquisa sobre como acompanhar o aluno através de um sistema computacional no cenário de ensino seja bastante abrangente. Uma das grandes preocupações é com relação à identidade do aluno durante todo o processo de ensino-aprendizagem. Atualmente os sistemas LMS ainda não incorporaram formas de autenticar o usuário, garantindo que quem está “do outro lado” é quem ele diz ser. Técnicas que permitem detectar movimentos do ser humano diante do sistema computacional, como a interação do usuário com o mouse e o teclado e o reconhecimento de voz, podem permitir a identificação do usuário de forma mais acurada (VERAS, 2005). Além disso, tais mecanismos possibilitam trilhar seu comportamento de forma mais detalhada, carregando preferências relacionadas ao conteúdo e ajudando no seu processo pessoal de estudo (GONZÁLEZ, 2000).

Atualmente esta não é uma preocupação voltada às aplicações de ensino, mas especialmente às aplicações financeiras através da *web*. Entretanto, muitos trabalhos neste sentido vêm sendo desenvolvidos como a identificação e

autenticação através de métricas de confiança (VERAS, 2005), ou até mesmo através do reconhecimento do movimento dos olhos, respiratório e através da leitura da expressão facial, permitindo identificar como os usuários estão se sentindo durante a utilização do ambiente computacional³⁶ (COSTA, 2005).

Em futuros trabalhos podem ser também considerados elementos em três dimensões (3D) que atualmente são bastante utilizados para as mais diversas aplicações. Um exemplo disso é o Second Life³⁷ que pode ser utilizado como ferramenta para informações didáticas requintadas e mais próximas da realidade dos alunos. O sistema MSys poderia futuramente ser adaptado para analisar esse tipo de conteúdo, considerando de que forma essas informações são consumidas pelos alunos.

Tais aplicações permitiriam sofisticar o sistema de acompanhamento de alunos, aprimorando a avaliação por parte dos professores. Com a evolução tecnológica cada vez mais veloz, rapidamente estas se tornarão grandes necessidades para os ambientes de aprendizado eletrônico.

³⁶ Mood Ring Measured in Megahertz. Wired News. Jan, 2004. <Disponível em: <<http://www.wired.com/news/technology/0,1282,62069,00.html>> Acesso em: 26 jul. 2006.

³⁷ <http://secondlife.com/>

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADL (Advanced Distributed Learning). **Sharable Content Object Reference Model (SCORM) Pattern**. 2004. Disponível em: <<http://www.adlnet.gov/>> Acesso em: 25 jul.2006.

BARKER, P. **What is IEEE Learning Object Metadata / IMS Learning Resource Metadata?** CETIS Standards Briefing Series, JISC (Joint Information Systems Committee of the Universities' Funding Councils). [S.l.]. 2005. 4p. Disponível em: <<http://metadata.cetis.ac.uk/guides/WhatIsLOM.pdf>> Acesso em: 10 mai. 2007.

BERGGREN, A. et al. Practical and Pedagogical Issues for Teacher Adoption of IMS Learning Design Standards in Moodle LMS. **Journal of Interactive Media in Education**, 2005/02. ISSN:1365-893X. Disponível em: <<http://www.jime.open.ac.uk/2005/02>> Acesso em: 22 abr. 2007.

BLOOM, B.S.; HASTINGS, J.T.; MADAUS, G.F. **Evaluación del aprendizaje**. Buenos Aires: Troquel, 1975.

BORUCHOVITCH, E. Estratégias de aprendizagem e desempenho escolar: considerações para a prática educacional. **Psicologia: Reflexão e Crítica**. Porto Alegre: [s.n.], v. 12, n. 2, 1999. p. 361-376. ISSN 0102-7972. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79721999000200008&lng=pt&nrm=iso/&tlng=pt>. Acesso em: 30 maio 2007.

CAMPBELL, L; CAMPBELL, B.; DICKINSON, D. **Ensino e Aprendizagem por meio das Inteligências Múltiplas**. 2ª.ed. Porto Alegre: Ed. Artmed. 2000. 308 p. ISBN: 85-7307-512-0.

CARDINAELS, K., MEIRE, M., DUVAL, E. Automating Metadata Generation: the Simple Indexing Interface. In: **Proceedings of the 14th International World Wide Web Conference 2005 (WWW 2005)**, International World Wide Web Conference Committee (IW3C2). Chiba, Japan, 2005. New York, NY, USA: ACM Press. 2005. p. 548-556. ACM 1-59593-046-9/05/0005. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1060825>> Acesso em: 30 jul. 2006.

COSTA, R. F. V. **Eye-Movin: Uma Interface para a Detecção do Movimento Ocular através do uso de Redes Neurais**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. 22 a 29 de julho, 2005. p. 1126-1129.

CYSNEIROS, L.M; LEITE, J.C.S.P. Definindo Requisitos Não-Funcionais. In: In: **Anais do XI SBES, XI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software**, out. 1997, Fortaleza-CE. p. 49-54.

DUTRA, R. L.; TAROUÇO, L. M. R. **Objetos de Aprendizagem: Uma comparação entre SCORM e IMS Learning Design**. In: RENOTE Revista Novas Tecnologias na Educação, V. 4 N° 1. julho, 2006. 8p. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias da Educação (CINTED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). ISSN 1679-1916.

FRANCO, M. A. **SCORM versão 1.3.1**. 76° Boletim EAD. Campinas, SP: CCUEC. Nov. 2005. Não paginado. Disponível em: <http://www.ccuec.unicamp.br/ead/index_html?foco2=Publicacoes/78095/149663&focomenu=Publicacoes> Acesso em: 09 mai. 2007.

GARDNER, H. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artes Médias, 1995.

GONZÁLEZ, L.A.G. **Educação pela Web: Metodologia e Ferramenta de Elaboração de Cursos com Navegação Dinâmica**. 2000. 137p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

GÜTL, C. Adaptation in E-Learning Environments through the Service-Based Framework and its Application for AdeLE. In: **Proceedings of the World Conference on ELearning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education** (E-Learn 2004), Washington, USA, p. 1891-1898.

HALL, B. 2001. **Getting Up to Speed on Learning Management Systems**. Sunnyvale: Brandon Hall.

IEEE Computer Society. **IEEE Draft Standard for Learning Object Metadata**. IEEE 1484.12.1-200, 15 jul 2002. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2007.

_____. **IEEE Standards: 1484.1 IEEE Standard for Learning Technology - Learning Technology Systems Architecture (LTSA)**, New York, USA. 2003.

_____. **Learning Object Metadata (LOM)**, LTSC (Learning Technology Standard Committee), WG12. 01 set. 2004. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12/>> Acesso em: 25 jul.2006.

KOTONYA, G; SOMMERVILLE, I. **Requirements Engineering: Processes and Techniques**. New York: John Wiley and Sons, 1998. 308 p.

LOMBROSO, P. Aprendizado e Memória. **Revista Brasileira de Psiquiatria**. São Paulo: [s.n.], v. 26, n. 3, 2004. ISSN 1516-4446. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462004000300011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 mai. 2007. Pré-publicação.

LUCENA, B. **Novas Tecnologias no E-learning: Desafios e Oportunidades para o Design**. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância – Publicação Científica Oficial da Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED). Dez, 2003. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=3esp&infoid=883&sid=135>>. Acesso em: 10 mai. 2007.

MAEDA, V. A. et al. Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para o ensino a distância de geoprocessamento. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, abr. 2005, Goiânia. São José dos Campos: INPE, 2004 p. 1305-1312. ISBN :85-17-00018-8.

MARTINS, J. G. **Aprendizagem baseada em problemas aplicada a ambiente virtual de aprendizagem**. 2002. 219 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

MARTINS, V. **Como desenvolver a capacidade de aprender**. Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Ceará: [s.n.] Mai. 2007. Disponível em: <<http://www.artigos.com/artigos/educacao/como-desenvolver-a-capacidade-de-aprender-1689/artigo/>> Acesso em: 30 maio 2007.

MORAN, J. M. A Internet na Educação. Entrevista a Vitor Casimiro. **Portal Educacional**. [S.l.:s.n.] 15. jun. 2000a. Disponível em: <<http://www.educacional.com.br/entrevistas/entrevista0025.asp>> Acesso em 27 mai. 2007.

_____. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias. **Revista Informática na Educação: Teoria & Prática**. Porto Alegre: [s.n.], vol. 3, n.1. 2000b. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PGIE-UFRGS). p. 137-144. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/inov.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2007.

_____. **As múltiplas formas do aprender.** Entrevista publicada na Revista Atividades & Experiências do Grupo Positivo. [S.l.:s.n.], jul. 2005. p. 11-13. Disponível em <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/positivo.pdf>> Acesso em 6 abr. 2007.

NETO, S.P. O que estão ensinando aos nossos filhos? Uma avaliação teológica preliminar de jean piaget e do construtivismo. **Revista Fides Reformata.** São Paulo: [s.n.], v. 5 n°1, 2000. 23p. Semestral. Disponível em: <<http://www.mackenzie.com.br/teologia/fides/vol05/num01/Solano.pdf>> Acesso em 26 jul. 2006.

OTSUKA, J. L. et al. **Suporte à Avaliação Formativa no Ambiente de Educação a Distância TelEduc.** In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, VI., 2002, Vigo, Espanha. 12p. ISBN 848158-227-1. Dep. Leg. VG:947-2002.

_____. BERNARDES, V. S.; ROCHA, H. V. **A multiagent system for formative assessment support in Learning Management Systems.** TIDIA First Workshop – E-Learning Project. São Paulo: [S.l.:s.n.]. Nov. 2004.

PAULSEN, M. F. **Online Education Systems:** Discussion and definition of terms. NIK Distance Education. Web Education System Project. [S.l.:s.n.], 2002. 8 p. Disponível em: <<http://www.nettskolen.com/forskning/Definition%20of%20Terms.pdf>> Acesso em: 6 abr. 2007.

PELEGRINA, J. A.; ZAMBRANA, A. **Dicionário de Informática.** v. 2001 – 2004. [S.l.: s.n.]. 2004. Disponível em: <<http://www.dicweb.com/>> Acesso em: 13 abr. 2006.

PIAGET, J. **A construção do real na criança,** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 3ª. ed., 1979. (Original publicado em 1963).

_____. **Development and learning.** . In: R. E. Ripple, & V. N. Rockcastle (Eds.), Piaget rediscovered: 1506 a report of a conference on cognitive studies and curriculum development. 1964. p. 7–19. Ithaca, NY: Cornell University Press.

_____. A epistemologia genética. São Paulo: Abril Cultural. 1990. (Original publicado em 1970: L'Épistémologie Génétique).

REDOL, J. VIANET – A new web framework for distance learning. In: The 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 2003. Portugal. **Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'03)**. Atenas, Grécia: Sampson and Kinshuk, 2003. ISBN 0-7695-1967-9.

RENAUX, E.; CARON, P. A.; LE PALLEC X. Learning Management System component-based design: a model driven approach. **Proceeding of the MCETECH conference**, Montréal, jan 2005, p.117-125.

SETZER, V. W. **A Obsolescência do Ensino**. [S.l.: s.n.]. Versão 2.1, 2001. Não paginado.

SILVA, Luciano, STRINGHINI, D., SILVEIRA, I. F. **Meta-Objetos SCORM Hierárquicos via Reticulados Conceituais**. In: XATA2006 - XML: Aplicações e Tecnologias Associadas - 4ª Conferência Nacional – Porto Alegre: [s.n.], 2006. p.48-59. Disponível em: <<http://vecpar.fe.up.pt/xata2006/papers/14.pdf>> Acesso em 10 mai. 2007.

SILVA, M. S. **CSS, Web Standards Acessibilidade, Tableless - Construção de uma barra de navegação CSS com tool-tip**. CSS para web design – Tutoriais e Pensamentos. Nov. 2006. Disponível em: <http://www.maujor.com/tutorial/barNav_tooltip.php> Acesso em 16 mai. 2007.

SMITH, T. C. **Learning Management System for Patten University Business Need Analysis**. PC501E Program Completion Strategies. Citrus Heights, Califórnia, 2003. Não publicado. Disponível em: <<http://home.surewest.net/tcsmith/papers/TCSmith%20PC501E%20Final%20Paper.pdf>>. Acesso em 24. jul. 2006.

STENDLER, F. **Reading in child behavior and development**. 3ª ed. New York: Hartcourt Brace Janovich, 1972. 529 p.

STIUBIENER, I. **Arquitetura e Organização de um sistema para personalização e adaptação de atividades no aprendizado eletrônico**. 2005. 126p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

TORI, R. **O Virtual que Marca Presença**. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância. [S. l. s.n.] v. 2, n. 1, 2003. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=2ing&inoid=725&sid=135>> Acesso em: 25 jul. 2006.

VANDEPITTE, P. et al. Bridging an LCMS and an LMS: a Blackboard Building Block for the ARIADNE Knowledge Pool System. In: **Proceedings of Ed-Media: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, AACE, AACE**. Vancouver, Canada. P. Barker and S. Rebelsky: jun, 2003. 8p. Disponível em: <<http://perswww.kuleuven.be/~u0040925/doc.pdf>> Acesso em: 24 jul. 2006.

VERAS, A.; RUGGIERO, W.V. **Uma arquitetura para análise de comportamento de usuários em aplicações seguras na web**. 2005. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

WANKAT, P.C.; OREOVICZ F. S. **Teaching Engineering**. New York: McGraw-Hill. 1993. 353 p.

ZAINA, L. A. M. **Acompanhamento do Aprendizado do Aluno em Cursos a Distância através da Web: Metodologias e Ferramenta**. 2002. 183p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

ABOWD G.D. **Report from the Ubicomp Education Workshop**. Publicado em IEEE Pervasive Computing. Dezembro, 2003.

ABOWD G.D., HARVEL D. BROTHERTON J.A. **Building a Digital Library of Captured Educational Experiences**. College of computing & GVU Center. Georgia Institute of Technology. Georgia, 2000.

GARDNER, H. **A Multiplicity of Intelligences: In tribute to Professor Luigi Vignolo** Scientific American, 1998.

GARDNER, H. **Can Technology Exploit Our Many Ways of Knowing?** [S.l.: s.n.]. 2000.

GEORGIA TECH. **Future Computing Environments**. Disponível em: <<http://www.cc.gatech.edu/fce>> Acesso em: 26 jul. 2006.

GRUPO DiTeses. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso.** São Paulo: Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBi), 2004. 110p.

IEEE PERVASIVE COMPUTING. **Mobile and ubiquitous systems.** vol. 1, n° 1. Jan-mar, 2002.

MICROSOFT RESEARCH. **Intelligent Environments Resource Page.** Disponível em: <<http://www.research.microsoft.com/ierp>> Acesso em: out. 2004.

SETZER, V. W. **Contra o uso de computadores por crianças e jovens.** Porto Alegre: [s.n.], nov 1996.

STEINER, R. **A Pedagogia Waldorf.** Centro de Referência Educacional. [S.l.: s.n.] Disponível em: <<http://www.centrorefeducacional.com.br/waldorf.htm>> Acesso em: 26 jul. 2006.

VEENEMA, S. **Multimedia and Multiple Intelligences.** The American Prospect, N° 29, nov-dez. 1996.

WEISER M. **A variation of the article below appeared in IEEE Computer “Hot Topics”.** [S.l.: s.n.]. Outubro 1993.

WEISER M. **The world is not a desktop.** ACM Interactions. Novembro, 1993.

XEROX PALO ALTO RESEARCH CENTER. **Ubiquitous Computing.** Disponível em: <<http://www.ubiq.com/parctab>> Acesso em: out. 2004.

APÊNDICE – ESTUDO DETALHADO DA SIMULAÇÃO

Para um melhor entendimento das opções gráficas de visualização, será considerado um exemplo de interação do usuário com a ferramenta, para cada uma dos 8 tipos de relatórios. Inicialmente, apenas selecionando uma data a ferramenta já deverá carregar os alunos que acessaram naquela data, bem como os OAs acessados por aqueles alunos naquela data, e o gráfico correspondente dependendo dos dados armazenados para aquela seleção. A seguir é mostrado o fluxo de interação considerado principal da ferramenta.

Seleção	Exibição
Seleciona uma data, na região 1.	1. Carrega o nome dos alunos que acessaram naquela data, na região 2.
	2. Carregam-se os OAs acessados na data pelos alunos, na região 3.
	3. Carrega um gráfico, na região 4 e uma tabela, na região 5.

Após este fluxo principal ter sido executado, é possível que o usuário interaja com as regiões 1, 2 e 3, formando um dos tipos de relatórios possíveis. Além disso, dependendo da quantidade de informação armazenada no BD MSys na interação principal, será automaticamente carregada um dos 8 relatórios.

RELATÓRIO 1 (R01): UM DIA, UM ALUNO, UM OA

R01 - Gráfico G03: tempo de acesso ao OA X horário do acesso

Descrição: o gráfico exibe o tempo de cada acesso ao OA, em cada horário do dia selecionado.

Objetivo: saber como foi o acesso do aluno a um determinado OA ao longo do dia, comparado com a média de tempo dos alunos que acessaram aquele OA.

Gráfico 7 – Gráfico G03: tempo de acesso ao OA X horário do acesso (em um dia)

R01 - Gráfico G07: tempo de acesso ao(s) OA(s) X número do acesso

Descrição: o gráfico exibe o tempo de cada acesso ao OA, em cada acesso do dia e o tempo total do acesso.

Objetivo: saber em cada acesso quanto do total de tempo que ele acessou um OA ele acessou em cada acesso, além da média dos alunos que acessaram aquele OA.

Gráfico 8 – Gráfico G07: tempo de acesso ao(s) OA(s) X número do acesso

R01 - Gráfico G13: tempo de acesso da média temporal X acesso

Descrição: o gráfico exibe o tempo de acesso do aluno ao OA selecionado (no caso, uma média temporal) em cada acesso no dia, e a duração da média em uma linha vermelha.

Objetivo: saber quanto tempo o aluno acessou um determinado OA temporal em cada um dos acessos do dia, permitindo saber se pelo menos na soma de tempo em cada um dos acessos ele atingiu o tempo de duração da mídia.

Por exemplo, considerando uma mídia do tipo áudio de 30 minutos de duração, é possível visualizar o tempo de acesso do aluno à ela e comparar com a sua duração, como mostra o gráfico 9. Neste momento é importante lembrar que para vídeos que estejam disponíveis para *download*, ao invés de serem executados diretamente na tela, não terão os tempos de execução do aluno armazenados e exibidos pela MSys.

Gráfico 9 – Gráfico G13: tempo de acesso da mídia temporal X acesso

Quando o gráfico G13 é exibido na região 4, a tabela T02 também deve ser mostrada, com detalhes sobre cada um dos acessos à mídia. Através dela é possível verificar como foi o tempo de acesso em cada um dos acessos, bem como o grau de uso. A tabela 10 ilustra como seriam exibidos esses detalhes.

Tabela T02						
arquivo	tamanho	tipo de mídia	tempo de execução	tempo de uso por acesso		grau de uso
audio.mp3	3,52MB	áudio	00:34:28	1º	00:04:00	0,12
				2º	00:15:03	0,44
				3º	00:00:04	0,00
				média	00:06:22	0,18

Tabela 10 – Tabela T02: detalhes do acesso à mídia

RELATÓRIO 2 (R02): UM DIA, UM ALUNO, ALGUNS OAS / MÓDULO

R02 - Gráfico G01: tempo de acesso X OAs

Descrição: o gráfico exibe a média de tempo de acesso a cada OA, por ordem de OA mais acessado.

Objetivo: saber qual OA foi acessado por mais tempo pelo aluno no dia.

Gráfico 10 – Gráfico G01: tempo de acesso X OAs (um aluno e vários OAs)

Como já citado através da tabela 6, a tabela T01 será exibida simultaneamente ao gráfico G03. Um exemplo de como são as colunas e os dados desta tabela é mostrado através da tabela 10.

Tabela T01-A: Dia 19/02/2007 - Adriana Torres							
acesso	data	horário do início do acesso	horário do término do acesso	tempo total	arquivos		
					nome	início	término
1º	17/12/2006	09:43:12	09:55:18	00:12:06	index.html	09:43:12	09:55:18
					artigo.pdf	09:45:38	09:46:44
					audio.mp3	09:43:00	09:47:00
					aula1.html	09:51:10	09:53:16
					video.wmv	09:45:30	09:51:30
2º	17/12/2006	10:22:00	10:53:33	00:31:33	index.html	10:22:00	10:31:53
					artigo.pdf	10:35:15	10:39:50
					audio.mp3	10:22:00	10:37:03
					aula1.html	10:22:00	10:31:53
					video.wmv	10:35:30	10:53:33
3º	17/12/2006	18:51:06	18:52:31	00:01:25	index.html	18:51:06	18:59:10
					artigo.pdf	18:52:12	18:52:30
					audio.mp3	18:52:27	18:52:31
					aula1.html	18:52:06	18:55:10
					video.wmv	18:52:06	18:52:10

Tabela 11 – Tabela T01: detalhes do gráfico G01

R02 - Gráfico G02: número de acesso X OAs

Descrição: o gráfico exibe o número de acessos a cada OA, por ordem de OA mais acessado.

Objetivo: saber qual dos arquivos foi acessado mais vezes pelo aluno no dia.

Gráfico 11 – Gráfico G02: número de acesso X OAs

R02 - Gráfico G07: tempo de acesso ao(s) OA(s) X número do acesso

Descrição: o gráfico exibe o tempo de acesso a cada OA, em cada acesso do dia.

Objetivo: saber quanto os alunos acessaram os OAs em cada acesso do dia e a média dos alunos que acessaram no dia.

Gráfico 12 – Gráfico G07: tempo de acesso ao(s) OA(s) X número do acesso (vários OAs)

R02 - Gráfico G10: tempo de acesso aos módulos X aluno

Este gráfico se sobrepõe ao G01 para este tipo de relatório R02 já que se trata de um único aluno. A única diferença seriam as colunas que representariam módulos ao invés de OAs.

R02 - Gráfico G11: número de acesso aos módulos X aluno

Este gráfico seria idêntico ao G10, apenas trocando o eixo y por número de acessos. É um gráfico que dificilmente seria requisitado ou teria poucos valores para serem exibidos visto que em um único dia dificilmente se teriam vários acessos distintos de um mesmo aluno a vários módulos.

R02 - Gráfico M01: mapa de acessos aos OAs

Descrição: o gráfico exibe o tempo de acesso a cada OA usado, e a comparação com a média dos alunos.

Objetivo: saber se os alunos percorreram todos os OAs do módulo e o grau de uso em cada um dos acessados.

Gráfico 13 – Gráfico M01: mapa de acessos aos OAs

Este mapa exibe quais OAs do módulo foram utilizados pelo aluno e o grau de uso de cada mídia, fazendo distinção se ela é temporal ou atemporal. A distinção de cor do índice de grau de uso em vermelho ou azul permite ao usuário identificar rapidamente os alunos que acessaram menos que a média da turma para as mídias atemporais e menos que o tempo de duração das mídias temporais.

RELATÓRIO 3 (R03): UM DIA, ALGUNS / TODOS OS ALUNOS, UM OA

R03 - Gráfico G03: tempo de acesso ao OA X horário do acesso

Descrição: o gráfico exibe o tempo médio de acesso ao OA, em cada horário do dia.

Objetivo: saber como foi o acesso do aluno a um determinado OA ao longo do dia, comparado com a média de tempo dos alunos que acessaram aquele OA.

Gráfico 14 – Gráfico G03: tempo de acesso ao OA X horário do acesso (alguns / todos os alunos)

R03 - Gráfico G08: tempo de acesso ao(s) OA(s) X aluno

Descrição: o gráfico exibe o tempo de acesso aos OAs de cada aluno que os acessou, em ordem do que acessou mais tempo.

Objetivo: saber quanto tempo os alunos acessaram um determinado OA e qual aluno acessou por mais tempo no dia.

Gráfico 15 – Gráfico G08: tempo de acesso aos OAs X aluno

R03 - Gráfico G09: número de acesso ao(s) OA(s) X aluno

Descrição: o gráfico exibe o número de acesso aos OAs de cada aluno que os acessou.

Objetivo: saber o número de vezes que os alunos acessaram um determinado OA e qual aluno acessou mais vezes no dia.

Gráfico 16 – Gráfico G09: número de acesso aos OAs X aluno

R03 - Gráfico G12: tempo de acesso da média temporal X aluno

Descrição: o gráfico exibe o tempo de acesso ao OA selecionado (no caso, uma média temporal) de cada aluno que o acessou e a duração da média em uma linha vermelha. Objetivo: saber quanto tempo os alunos acessaram um determinado OA temporal, permitindo comparar se os alunos visualizaram a média por completo.

Por exemplo, considerando um vídeo de 30 minutos de duração, é possível visualizar o tempo de acesso ao vídeo de cada aluno e comparar com a duração dele, como mostra o gráfico 17. Os alunos que por ventura acessaram mais de uma vez aquele OA temporal terão a soma dos tempos de acesso à média temporal somados para serem plotados no gráfico.

A observação feita no gráfico G13 do relatório R01 também é válida para este caso.

Gráfico 17 – Gráfico G12: tempo de acesso à média temporal X aluno

RELATÓRIO 4 (R04): UM DIA, ALGUNS / TODOS OS ALUNOS, ALGUNS / TODOS OS OAS

R04 - Gráfico G01: tempo de acesso ao(s) X OA(s)

Descrição: o gráfico exibe o tempo médio de acesso a cada OA no dia, por aluno, e ordenados por ordem alfabética de aluno. São apresentados no gráfico também a média de tempo dos alunos que acessaram cada um dos OAs.

Objetivo: saber como foi o tempo de acesso dos alunos aos OAs no dia. E, eventualmente, comparar com o resto da turma.

Gráfico 18 – Gráfico G01: tempo de acesso do(s) aluno(s) X OA(s) (vários alunos)

R04 - Gráfico G02: número de acesso ao(s) X OA(s)

Descrição: o gráfico exibe o número médio de acessos a cada OA no dia, por aluno, e ordenados por ordem alfabética de aluno. São apresentados no gráfico também o número médio de vezes dos alunos que acessaram cada um dos OAs.

Objetivo: saber como foi número de acessos dos alunos aos OAs no dia. E, eventualmente, comparar com o resto da turma.

Gráfico 19 – Gráfico G02: número de acesso do(s) aluno(s) X OA(s) (vários alunos)

R04 - Gráfico G08: tempo de acesso ao(s) OA(s) X aluno

Descrição: o gráfico exibe o tempo médio de acesso a cada OA no dia, por aluno, e ordenados por ordem alfabética de aluno.

Objetivo: saber como foi o tempo de acesso dos alunos aos OAs no dia. Em linha vermelha é exibida a média de tempo dos alunos que já acessaram até o momento da visualização, para cada OA, como mostra o gráfico 20.

Gráfico 20 – Gráfico G08: tempo de acesso aos(s) OAs X alunos (vários alunos e vários OAs)

R04 - Gráfico G09: número de acesso ao(s) OA (s) X aluno

Descrição: o gráfico exibe o número médio de acessos a cada OA no dia, por aluno, e ordenados por ordem alfabética de aluno.

Objetivo: saber como foi número de acessos dos alunos aos OAs no dia. Em linha vermelha é exibido o número médio de acessos dos alunos que já acessaram até o momento da visualização, para cada OA, como mostra o gráfico 21.

Gráfico 21 – Gráfico G09: número de acessos aos(s) OAs X aluno

R02 - Gráfico G10: tempo de acesso aos módulos X aluno

Descrição: o gráfico exibe o tempo de acesso a cada módulo, para cada um dos alunos que acessaram no dia.

Objetivo: saber por quanto tempo os alunos acessaram cada um dos módulos da disciplina no dia.

Gráfico 22 – Gráfico G10: tempo de acesso aos módulos X alunos

Este gráfico poderia ser requisitado pelo professor, por exemplo, na véspera da prova, em que todos os módulos já estão disponíveis e é possível analisar o acesso dos alunos.

R02 - Gráfico G11: número de acesso aos módulos X aluno

Este gráfico seria idêntico ao G10, apenas trocando o eixo y por número de acessos.

RELATÓRIO 5 (R05): UM PERÍODO, UM ALUNO, UM OA

R05 - Gráfico G03: tempo de acesso ao OA X horário do acesso

Descrição: o gráfico exibe o tempo médio de acesso do aluno ao OA, nas horas cheias do período selecionado. As linhas vermelhas exemplificadas pelo gráfico 23 exibem quais horários normalmente os demais alunos da turma acessaram o arquivo artigo.pdf, ou seja, o tempo médio de acesso ao artigo.pdf da turma de alunos.

Objetivo: saber qual tem sido ou foi o horário normalmente acessado pelo aluno a um determinado OA. E, ainda poder comparar com os demais alunos da turma, no período selecionado.

Gráfico 23 – Gráfico G03: tempo de acesso ao OA X horário do acesso (em um período)

O gráfico acima mostra nas colunas a soma dos tempos de acesso ao artigo.pdf, pelo aluno em cada hora cheia, já que neste caso foi selecionado um período e não apenas um dia. O mesmo ocorre para o gráfico G04, neste relatório R05.

R05 - Gráfico G04: número de acesso ao OA X horário do acesso

Descrição: o gráfico exibe o número médio de acesso do aluno ao OA, nas horas cheias do período selecionado. As linhas vermelhas exemplificadas pelo gráfico 24 exibem quais horários normalmente os demais alunos da turma acessaram o arquivo artigo.pdf, ou seja, o número médio de vezes que a turma acessou o artigo.pdf.

Objetivo: saber qual é o número de vezes que o aluno acessou aquele OA nas horas cheias do dia, permitindo verificar se ele necessitou muitas vezes daquele material ou não. E, ainda poder comparar com os demais alunos da turma, no período selecionado.

Gráfico 24 – Gráfico G04: número de acesso ao OA X horário do acesso (em um período)

R05 - Gráfico G05: tempo de acesso ao(s) OA(s) X dia da semana

Descrição: o gráfico exibe o tempo médio de acesso do aluno ao OA, em cada dia da semana do período selecionado. As linhas vermelhas indicadas no gráfico 25 exibem a média de tempo que os alunos da turma acessaram em cada dia da semana daquele período.

Objetivo: saber o dia da semana normalmente utilizado pelo aluno para acessar um determinado OA e ainda comparar com o tempo de acesso médio do restante da turma, no período selecionado.

Gráfico 25 – Gráfico G05: tempo de acesso aos OA(s) X dia da semana (somente um OA)

R05 - Gráfico G06: número de acesso ao(s) OA(s) X dia da semana

Descrição: o gráfico exibe o número médio de acessos do aluno ao OA selecionado, para os dias da semana do período selecionado. As linhas vermelhas exemplificadas pelo gráfico 26 exibem o número de vezes médio que a turma acessou aquele OA em cada dia da semana.

Objetivo: saber qual é o número de vezes que o aluno acessou aquele OA nos dias da semana do período, permitindo verificar se acessou mais em alguns dias da semana que em outros e ainda poder comparar com os demais alunos da turma.

Gráfico 26 – Gráfico G06: número de acesso aos OA(s) X dia da semana

Os gráficos G07 e G13 neste relatório (R05) são idênticos ao do relatório R01 e, portanto, não serão aqui repetidos. A única diferença é que na R01 são exibidos os acessos no período de um dia e, neste caso, podem ser exibidos em um período maior, ou seja, provavelmente terão mais inserções nestes gráficos, aumentando a frequência de colunas e o número de acessos, no eixo x.

Entre as informações que podem ser extraídas dos gráficos 25 e 26, inclui saber em qual dia da semana o aluno prefere acessar as ferramentas de interação assíncronas e, quando o tutor propõe o uso de ferramentas síncronas em um dia específico da semana em um período, se ele de fato participou de todas as sessões.

RELATÓRIO 6 (R06): UM PERÍODO, UM ALUNO, ALGUNS / TODOS OS OAS

Os gráficos G01 e G02 neste relatório são idênticos aos do relatório R02 e, portanto, não serão aqui repetidos. A única diferença é que na R02 são exibidos os acessos no período de um dia e, neste caso, podem ser exibidos em um período maior, ou seja, provavelmente terão mais inserções nestes gráficos, aumentando a frequência de colunas e o número de acessos, no eixo x.

Os gráficos G05 e G06 são idênticos aos do relatório G05, com a diferença novamente de neste relatório R06 haver poder haver mais colunas, pois agora o

número de OAs é diferente de um. O gráfico 27 exemplifica como ficaria o gráfico no caso de ter sete OAs ao invés de um OA, como foi visto no relatório R05.

Gráfico 27 – Gráfico G05: tempo de acesso ao(s) OA(s) X dia da semana (vários OAs)

Os gráficos G07 e M01 neste relatório são idênticos aos do relatório R02, com a diferença de como aqui tratar-se de um período, provavelmente terão mais conjuntos de colunas dos OAs por acesso.

Os gráficos G10 e G11 são idênticos ao do R04, exceto que provavelmente será mais requisitado por tratar-se de um período completo, ou seja, é mais interessante ver o acesso aos módulos de cada um dos alunos, em um período de mais de um dia.

R06 - Gráfico G14: tempo de acesso aos módulos X nota

Descrição: o gráfico exibe o tempo de acesso a cada módulo, ou seja, a cada atividade de aprendizagem, durante a semana ou período de tempo escolhido e a média final (nota) do aluno na atividade de aprendizagem.

Objetivo: verificar se o tempo de acesso do aluno ao módulo interferiu na sua média final.

Gráfico 28 – Gráfico G14: tempo de acesso aos módulos X nota

R06 - Gráfico G15: número de acesso aos módulos X nota

Descrição: o gráfico exibe o número de acessos a cada módulo, durante a semana ou período de tempo escolhido e a média final (nota) do aluno na atividade de aprendizagem.

Objetivo: verificar se o número de acessos do aluno ao conteúdo interferiu na sua média final.

Gráfico 29 – Gráfico G15: número de acesso aos módulos X nota

RELATÓRIO 7 (R07): UM PERÍODO, ALGUNS / TODOS OS ALUNOS / UM OA

Os gráficos G03, G08, G09, G12 e G13 para este relatório são idênticos ao do relatório R03 e, por isso, não será repetido aqui. O mesmo vale para os gráficos G05 e G06 que são idênticos aos do relatório R05.

RELATÓRIO 8 (R08): UM PERÍODO, ALGUNS / TODOS OS ALUNOS / ALGUNS / TODOS OS OAS

Os gráficos G05 e G06 são idênticos aos do relatório R05 e, portanto, não serão aqui repetidos. Os gráficos G08 e G09 são idênticos aos do relatório R04, excetuando que aqui, temos um período de tempo maior que um dia, podendo ter mais inserções de alunos no eixo X. Um exemplo de como ficaria um gráfico desse tipo está ilustrado no gráfico 30.

Gráfico 30 – Gráfico G01: tempo de acesso X OA(s)

Os gráficos G10 e G11 são idênticos ao do relatório R06 e, portanto, não serão aqui repetidos.

Os gráficos G14 e G15 são idênticos aos do relatório R06 e, portanto, não serão aqui repetidos.

R07 - Gráfico G18: tempo de acesso do(s) aluno(s) X dia da semana

Descrição: o gráfico exibe o tempo total de acesso de cada aluno à atividade de aprendizagem completa, ou seja, cada vez que um aluno acessou algum módulo do curso, o tempo total que ele passou acessando o curso é computado e interado a cada acesso. Essa soma é feita para os acessos em cada dia da semana do período selecionado. As linhas vermelhas mostradas no gráfico mostram a média de tempo que os demais alunos da turma passaram acessando o material em cada dia da semana.

Objetivo: saber se os alunos que acessaram o material neste período costumam acessar por mais tempo no mesmo dia que os demais alunos da turma.

Gráfico 31 – Gráfico G16: tempo de acesso do(s) aluno(s) X dia da semana (vários alunos)

R07 - Gráfico G19: número de acesso do(s) aluno(s) X dia da semana

Descrição: o gráfico exibe o número total de vezes que cada aluno acessou a atividade de aprendizagem completa. As linhas vermelhas mostradas no gráfico mostram o número médio de vezes que os demais alunos da turma acessaram nos dias da semana do período selecionado.

Objetivo: saber se os alunos que acessaram o material neste período costumam acessar um número de vezes por semana igual ou diferente do restante da turma.

Gráfico 32 – Gráfico G17: número de acesso do(s) aluno(s) X dia da semana