MARIA FERNANDA RODRIGUES VAZ

MODELAGEM E ARQUITETURA DE SISTEMAS PARA
MONITORAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM
ELETRÔNICA

Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Doutor em Engenharia

São Paulo
2007

MARIA FERNANDA RODRIGUES VAZ

MODELAGEM E ARQUITETURA DE SISTEMAS PARA
MONITORAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM
ELETRÔNICA

Tese apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do
Título de Doutor em Engenharia

Área de Concentração:
Sistemas Digitais

Orientador:
Prof^a. Dr^a. Graça Bressan

São Paulo
2007

FICHA CATALOGRÁFICA

Vaz, Maria Fernanda Rodrigues
Modelagem e Arquitetura de Sistemas para Monitoração e
Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica / Maria Fernanda
Rodrigues Vaz. -- São Paulo, 2007.

1 v.

Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e
Sistemas Digitais.

1. Aprendizagem Eletrônica 2. Monitoração e Acompanhamento
da Aprendizagem Eletrônica I. Universidade de São Paulo. Escola
Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e
Sistemas Digitais. II. t.

DEDICATÓRIA

Aos meus Professores Fascinantes.

Aos meus Melhores Amigos.

À minha Família Maravilhosa.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Graça Bressan por tudo: pela paciência, pelo ensinamento, pela amizade, e especialmente pelas críticas, nem sempre facilmente aceitas. Obrigada pela paciência e por não desistir de mim.

Ao Prof. Titular Wilson Vicente Ruggiero pela compreensão em momentos cruciais, pelo apoio, pelos ensinamentos, pela amizade, e por não me deixar desistir.

Agradeço também à Fapesp pela oportunidade de ter sido uma de suas bolsistas.

Ao Prof. Titular Antonio Marcos de Aguirra Massola pelo apoio que recebi desde o primeiro ano da graduação.

Aos colegas do LARC especialmente ao Denis Gabos, Regina Silveira Melo, Tereza Cristina de Melo Brito e Ana Maria C. Carvalho Pinto Novaes, Silvia Scapiu, Selma dos Santos Pereira.

Aos meus colegas Luciene Pizzi e Fábio Lopes da Discover Technology pelo apoio e incentivo.

Agradeço à Discover Technology pela flexibilização dos horários.

RESUMO

Esta tese propõe conceitos, processos e uma arquitetura de sistemas para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (MAAE). A arquitetura é definida pelo seu modelo conceitual, pela interação com os serviços externos e pela representação XML dos conceitos e dos serviços. Ela independe de abordagem pedagógica específica. O Ponto de Observação é inserido em vários locais do Conteúdo da Aprendizagem Eletrônica. Um Elemento de Observação é associado ao Ponto de Observação, e é o responsável pela captura das interações do Processo de Aprendizagem Eletrônica. O Agenciador de Observação (Agenciador de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica) recebe os eventos e solicitações dos Elementos de Observação e interage com os serviços externos. Os eventos são gravados no Repositório de Observação. A definição dos Processos de Aprendizagem Eletrônica é útil para a definição da estratégia de monitoração (Modelagem do Processo da Aprendizagem Eletrônica). Através da inserção dos mecanismos de observação nas Atividades de Aprendizagem (Processo da Produção do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica) é feita a monitoração do aprendiz (Processo da Aprendizagem Eletrônica) e se obtém as informações para análise (Avaliação e Análise da Aprendizagem Eletrônica).

Palavras-Chave: Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (MAAE). Atividade de Aprendizagem Monitorada. Objeto de Aprendizagem Monitorado. Arquitetura de Monitoração. Metadados de Monitoração. Serviços de Monitoração. Processo da Aprendizagem Eletrônica (PAE).

Learning Management System (LMS).

ABSTRACT

This thesis proposes concepts, processes and a system architecture for Monitoring and Tracking E-Learning. The architecture is defined by a conceptual model, the interaction with external services and representation XML of the concepts and the services. It does not depend on any specific pedagogical boarding. The Monitoring Point is inserted in some places of the E-Learning Content. A Monitoring Element is associated to the Monitoring Point and it is for responsible of one of the interactions of the E-Learning Process. The Monitoring Service (E-Learning Monitoring and Following Service) receives the events and requests from the Monitoring Elements and it interacts with the external services. The events are recorded in the Monitoring Repository. The E-Learning Processes definition is useful to modeling the monitoring strategy (Learning Process Modeling), and insert to the monitoring mechanisms in the E-Learning Activities (Learning Content Production Process). The learner interaction monitoring occurs by getting the information according to the previous planning (Learning Process), and the generated information (Learning Analysis and Evaluation Process) is used in the analysis of learning tracking.

Keys: Monitoring and Tracking Learning. Monitoring and Tracking Metadata. Learning Monitoring Services. Monitored Learning Activity. Monitored Object Learning. Learning Process.

Learning Management System (LMS).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Metodologia usada na confecção desta tese.....	6
Figura 2: Repositório de Objetos de Aprendizagem.....	17
Figura 3: LMS, Ferramentas de Autoria e Repositório - refeita com base no trabalho da ADL para ferramentas de autoria (ADL, <i>Authoring</i> , 2003)	18
Figura 4: Fluxo do Processo de Padronização de Sistemas de Aprendizagem Eletrônica – refeita e detalhada a partir de (IMS, <i>Abstract</i> , 2004)	21
Figura 5: Pacote de Conteúdo Conceitual - copiada de IMS Content Packaging Specification version 1.1 (ADL, SCORM CAM, 2003).....	24
Figura 6: SCORM <i>Run-Time</i> - refeita a partir de (ADL, SCORM <i>Overview</i> , 2003)	25
Figura 7: Cenários do Processo de Aprendizagem Eletrônica.....	36
Figura 8: Análise das fases do Processo de Aprendizagem Eletrônica.....	42
Figura 9: Interação do Processo da Aprendizagem Eletrônica	48
Figura 10: Relacionamento entre um Serviço de Aprendizagem Eletrônica Ciente de Contexto e Serviço do Contexto da Aprendizagem Eletrônica.....	62
Figura 11: Ponto de Observação (PO) e Elemento de Observação (EO).....	63
Figura 12: Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica Monitorado	66
Figura 13 – Modelo Conceitual da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica	68
Figura 14: Interações com serviços que se relacionam com o Agenciador de Observação.....	70
Figura 15: Interação do Agenciador de Observação com o Elemento de Observação	84
Figura 16: Interação do Agenciador de Observação com o Serviço do Perfil do Aprendiz	88
Figura 17: Interação do Agenciador de Observação com o Serviço do Contexto da Aprendizagem Eletrônica	91
Figura 18: Interação do Agenciador de Observação com o Serviço de Gerenciamento do Conteúdo da Aprendizagem Eletrônica	94
Figura 19: Interação do Agenciador de Observação com o Serviço de Avaliação	99
Figura 20: Avaliação Inicial (dos conceitos) do laboratório TCP.....	105
Figura 21: Agenciador de Monitoração interagindo com Elementos de Observação - laboratório TCP	106
Figura 22: Monitor atuando como Agenciador de Monitoração nos Pontos de Checagem.....	108
Figura 23: Estrutura do Curso DW	110
Figura 24: Avaliação Inicial do Curso DW	112
Figura 25: Elementos de Observação (EO) no conteúdo da Avaliação Inicial do Curso DW	115
Figura 26: Representação da relação dos Elementos de Observação (EO) do Conteúdo de Aprendizagem com o Agenciador de Observação do Curso DW	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADL	<i>Advanced Distributed Learning</i>
AICC	<i>Aviation Industry CBT Consortium</i>
ALIC	<i>Advanced Learning Infrastructure Consortium</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
ARIADNE	<i>Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe</i>
ASTD	<i>American Society for Training and Development</i>
CAI	<i>Computer Assisted Instructions</i>
CAL	<i>Computer Aided Learning</i>
CanCore	<i>Canadian Core Learning Resource Metadata Application Profile</i>
CBT	<i>Computer Based Training</i>
CLEO	<i>Customized Learning Experiences Online</i>
CMI	<i>Computer Managed Instruction</i>
COL	<i>Sistema de Gerenciamento de Cursos Online</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
DoD	<i>Department of Defense</i>
DTD	<i>Document Type Definition</i>
EML	<i>Educational Modelling Language</i>
EO	<i>Elemento de Observação</i>
IEEE	<i>Institute of Electronic & Electrical Engineering</i>
ILT	<i>Instructor Led Training</i>
IMS	<i>Instructional Management Systems</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISO/IEC JTC1/SC36	<i>Information Technology for learning</i>
ITS	<i>Intelligent Tutoring System</i>
JTC	<i>Joint Technical Committee</i>
LA	<i>Learning Activity</i>
LCMS	<i>Learning Content Management System</i>

LD	<i>Learning Design</i>
LMP	<i>Learning Management Platform</i>
LMS	<i>Learning Management System</i>
LOM	<i>Learning Object Metadata</i>
LSAL	<i>Learning Systems Architecture Laboratory</i>
LSP	<i>Learning Service Provider</i>
LTSA	<i>Learning Technology Standards Architecture</i>
LTSC	<i>Learning Technology Standards Committee</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MAAE	<i>Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica</i>
OKI	<i>Open Knowledge Initiative</i>
OSID	<i>Service Interface Definition</i>
OSTP	<i>White House Office of Science and Technology Policy</i>
PAE	<i>Processo de Aprendizagem Eletrônica</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PMAAE	<i>Processo de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica</i>
PO	<i>Ponto de Observação</i>
QTI	<i>Question and Test Interoperability</i>
RLO	<i>Reusable Learning Object</i>
ROI	<i>Return On Investment</i>
SCORM	<i>Shareable Content Object Reference Model</i>
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>
UML	<i>Unified Modelling Language</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i>
VLE	<i>Virtual Learning Environment</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>
XML	<i>eXtensible Mark-up Language</i>

SUMÁRIO

Resumo

Abstract

Lista de Ilustrações

Lista de Abreviaturas e Siglas

1	Introdução.....	1
1.1	Motivação.....	2
1.2	Objetivos	3
1.3	Escopo	3
1.4	Contribuição	4
1.5	Organização do trabalho	4
1.6	Metodologia	6
1.7	Revisão Bibliográfica.....	7
1.7.1	Especificações de padrões	7
1.7.2	Aprendizagem Eletrônica.....	8
1.7.3	Avaliação de Objetos de Aprendizagem.....	9
1.7.4	Contexto	10
1.7.5	SNMP (Single Network Mangement Protocol)	10
1.7.6	Aprendizagem Tradicional	10
2	Conceitos de Aprendizagem Eletrônica.....	12
2.1	Aprendizagem Eletrônica	12
2.1.1	Objeto de Aprendizagem - Learning Object (LO).....	13
2.1.2	Metadado	14
2.1.3	Learning Object Metadata (LOM).....	14
2.1.4	Learning Management System (LMS)	15
2.1.5	Learning Content Management System (LCMS)	16
2.1.6	Repositório de Objetos	16
2.1.7	LMS x LCMS.....	17
2.1.8	Reutilização	19
2.1.9	Convergência de Padrões para Aprendizagem Eletrônica	19
2.1.10	SCORM	22
2.1.11	Learning Design.....	26
3	Análise do contexto atual da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica	28
3.1	Soluções existentes de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.....	28
3.1.1	Monitoramento com armazenamento XML e pré-processamento em Base de Dados.....	28
3.1.2	Monitoração usando Data Warehouse.....	29
3.1.3	Monitoração adaptativa para E-Learning	30
3.1.4	Sakai - monitoração gerencial.....	31
3.2	Soluções existentes usando o conceito de Fluxo de Aprendizagem Eletrônica.....	32
3.2.1	Aprendizagem baseada em Fluxo de Trabalho	33
3.2.2	Sistema de Gerenciamento com tecnologia WorkFlow construído com ferramentas de mercado	34

4	Análise Técnica da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica	35
4.1	Cenários da Aprendizagem Eletrônica	35
4.1.1	Atores	36
4.1.2	Casos de Uso	39
4.2	Análise de Processos da Aprendizagem Eletrônica com foco na monitoração da aprendizagem	42
4.3	Requisitos de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica	44
4.3.1	Não Funcionais	44
4.3.2	Funcionais	45
4.4	Considerações sobre a Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (MAAE)	45
5	Processo de Aprendizagem Eletrônica	47
5.1	Novos Atores para o Processo de Aprendizagem Eletrônica	51
5.1.1	Mentor da Aprendizagem Eletrônica	51
5.1.2	Arquiteto Pedagógico da Aprendizagem Eletrônica	52
5.1.3	Arquiteto do Conteúdo da Aprendizagem Eletrônica	52
5.1.4	Construtor do Conteúdo da Aprendizagem Eletrônica	52
5.2	Modelagem do Processo da Aprendizagem Eletrônica - Learning Process Modeling (LPM)	53
5.3	Processo da Produção do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica - Learning Content Production (LCP)	55
5.4	Processo da Aprendizagem Eletrônica - Learning Process (LP)	55
5.5	Processo de Avaliação e Análise da Aprendizagem Eletrônica - Learning Analysis and Evaluation Process (LAEP)	56
5.5.1	Avaliação e Análise do Processo de Aprendizagem Eletrônica - Learning Process Analysis And Evaluation (LPAE)	57
5.5.2	Avaliação do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica - Learning Content Evaluation (LCE)	57
5.5.3	Avaliação dos Sistemas de Gerenciamento da Aprendizagem Eletrônica – Learning Management Systems Evaluation (LMSE)	58
5.5.4	Avaliação do Aprendiz – Learner Evaluation (LE)	58
6	Arquitetura de Sistemas e Conceitos para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica	60
6.1	Conceituando Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica	60
6.1.1	Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica	60
6.1.2	Serviço de Contexto da Aprendizagem Eletrônica	60
6.1.3	Serviço de Aprendizagem Eletrônica Ciente de Contexto	61
6.1.4	Ponto de Observação (PO)	62
6.1.5	Elemento de Observação (EO)	62
6.1.6	Agenciador de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (Agenciador de Observação)	63
6.1.7	Evento de Observação	64
6.1.8	Atividade de Aprendizagem Monitorada	64
6.1.9	Objeto de Aprendizagem Eletrônica Monitorado	65
6.1.10	Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica Monitorado	65
6.1.11	Aplicação de Aprendizagem Eletrônica Monitorada	66
6.1.12	Fórum, Chat e outras Ferramentas Monitoradas	67

6.1.13	Repositório de Monitoração e Acompanhamento (Repositório de Observação).....	67
6.2	Arquitetura de Sistemas de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.....	67
6.2.1	Modelo Conceitual para a Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.....	68
6.2.2	Agenciador de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (Agenciador de Observação).....	69
6.2.3	Serviço de Avaliação da Aprendizagem Eletrônica.....	71
6.2.4	Serviço do Perfil do Aprendiz.....	71
6.2.5	Serviço de Adaptação.....	72
6.2.6	Serviço do Contexto da Aprendizagem Eletrônica.....	72
6.2.7	Serviço de Gerenciamento do Conteúdo da Aprendizagem.....	73
7	Detalhamento de Serviços e Metadados da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.....	74
7.1	Metadados Básicos do Ponto de Observação.....	74
7.1.1	Ponto de Observação.....	74
7.1.2	Elemento de Observação.....	76
7.1.3	Método do Elemento de Observação.....	78
7.2	Serviços de Monitoração.....	82
7.2.1	Evento de Observação.....	82
7.2.2	Elemento de Observação interagindo com o Agenciador de Observação.....	83
7.2.3	Set.....	84
7.2.4	Get e Get_last.....	86
7.2.5	Get_Profile.....	87
7.2.6	Get_Context.....	88
7.2.7	Set_Context.....	88
7.3	Agenciador de Observação interagindo com o Serviço do Perfil do Aprendiz.....	88
7.3.1	Get_Profile.....	88
7.3.2	Set_Profile.....	90
7.4	Agenciador de Observação interagindo com o Serviço do Contexto da Aprendizagem.....	91
7.4.1	Get_Context.....	91
7.4.2	Set_Context.....	93
7.5	Agenciador de Observação interagindo com o Serviço de Gerenciamento de Conteúdo.....	94
7.5.1	Change_Content.....	95
7.5.2	Current_Content.....	96
7.5.3	Inform.....	97
7.6	Agenciador de Observação interagindo e retornando as informações solicitadas por outros serviços.....	98
7.6.1	Get_Observation.....	99
7.6.2	Set_Observation.....	100
7.6.3	Count_Events.....	102
7.7	Comentários.....	103
8	Estudo de Casos.....	104
8.1	Caso 1: Curso de TCP do Laboratório de Redes de Computadores (LARC) – Aprendizagem Mista.....	104

8.1.1	Estrutura da Experiência.....	104
8.1.2	Avaliação Inicial	105
8.1.3	Aprendizagem.....	107
8.1.4	Avaliação Final.....	109
8.1.5	Análise da Aprendizagem	109
8.2	Caso 2: Curso DW para uma empresa disseminar conceitos – Aprendizagem totalmente Eletrônica	110
8.2.1	Estrutura do curso.....	110
8.2.2	Especificação Técnica da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica	111
8.2.3	Avaliação Inicial	112
8.2.4	Aprendizagem Eletrônica.....	115
8.2.5	Avaliação Final.....	118
9	Conclusão.....	120
9.1	Trabalhos Futuros.....	121
10	Anexo A: Modelagem da Monitoração do Curso TCP.....	123
10.1	Avaliação inicial	123
10.1.1	Ponto de Observação para armazenar o resultado de cada questão	123
10.1.2	Ponto de Observação para verificação do resultado final	124
10.2	Avaliação da Aprendizagem	125
10.2.1	Ponto de Observação para avaliação da aprendizagem	125
11	Anexo B: Modelagem da Monitoração do Curso DW.....	127
11.1	Início do curso DW.....	127
11.1.1	Ponto inserido para obtenção do perfil do aprendiz.....	127
11.1.2	Ponto inserido no início do curso para obtenção do contexto.....	129
11.2	Avaliação inicial do curso DW	131
11.2.1	Ponto de Observação inserido no fim de cada Tarefa	131
11.2.2	Ponto de Observação inserido no fim de cada sub-tarefa (tarefa de recuperação)	133
11.2.3	Ponto de Observação inserido no final da avaliação inicial	135
11.3	Aprendizagem do curso DW	137
11.3.1	Ponto de Observação inserido no início de cada lição	137
11.3.2	Ponto de Observação inserido no fim de cada lição	139
11.3.3	Ponto de Observação inserido no fim de cada módulo.....	140
11.4	Avaliação Final do Curso DW	142
11.4.1	Definir Projeto	142
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145

1 Introdução

Talento é uma aptidão natural, ou habilidade adquirida (FERREIRA, 1986). Talento é a capacitação que permite usar de forma excepcional as competências adquiridas ao longo da vida. Os seres humanos nascem com aptidões e competências que merecem ser desenvolvidas e aprendidas. Educação é o ato ou efeito de educar (-se). É o processo de desenvolvimento da capacidade física, intelectual e moral da criança, adulto e do ser humano em geral visando a melhor integração individual e social e o aperfeiçoamento integral de todas as faculdades humanas (FERREIRA, 1986). Qualquer processo ou mecanismo de aprendizagem não deve tolher a criatividade do aprendiz.

Nos anos 70, percebeu-se que os métodos tradicionais, com aulas expositivas e experiências em laboratório, não permitiam atingir completamente os objetivos educacionais em constante evolução (ROMPELMAN, 2000). Como tendência houve o deslocamento do foco do estudo individual para o estudo cooperativo reforçando a necessidade de mecanismos de monitoração e acompanhamento da aprendizagem mais apropriada.

A mudança de foco no ensino ocorreu independentemente da aprendizagem eletrônica. Mas é nesse contexto de mudança de foco que a Aprendizagem Eletrônica surge e tende a desenvolver-se cada vez mais.

Um aspecto importante dessa mudança, onde o foco passa do professor com aprendizagem individual para o aprendiz com aprendizagem colaborativa, é a geração da necessidade de monitoração e acompanhamento da aprendizagem eletrônica mais freqüente e eficaz.

Este trabalho propõe a definição dos processos de Aprendizagem Eletrônica focando na monitoração e um modelo para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica incluindo conceitos, cenários e uma arquitetura de sistemas voltado para a monitoração. Os processos deixam claro o fluxo da monitoração, desde a concepção, passando pela construção, execução e análise das informações relacionadas com a Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica. Os conceitos auxiliam na produção de um vocabulário, uma linguagem comum e padrão dos muitos aspectos da aprendizagem eletrônica e

facilitam o retorno contínuo para todos os envolvidos no Processo de Aprendizagem Eletrônica. A arquitetura é independente de padrão e tecnologia de aprendizagem eletrônica, e, auxilia na obtenção de informações sobre a interação do aprendiz com o sistema e conteúdo eletrônico.

1.1 Motivação

Um dos desafios atuais é tornar os profissionais mais capacitados a diagnosticarem, procurarem alternativas e solucionarem problemas (ROMPELMAN, 2000), oferecendo ensino de qualidade com flexibilidade de local e horário. Ressalta-se a característica multidisciplinar dos novos profissionais, tanto do engenheiro como do educador, e outros profissionais.

Com a mudança do foco da aprendizagem individual para a aprendizagem colaborativa e a Aprendizagem Eletrônica, os Sistemas de Gerenciamento da Aprendizagem Eletrônica precisam oferecer mecanismos adequados para que o educador defina os métodos de monitoração e acompanhamento das interações entre os aprendizes com o sistema, seus colegas e os monitores.

Uma necessidade dos Sistemas de Aprendizagem Eletrônica está relacionada ao Processo de Aprendizagem Eletrônica (PAE), ainda sem conceituação na literatura. Quanto à monitoração é preciso saber como o Processo de Aprendizagem Eletrônica monitora, acompanha, avalia e analisa a aprendizagem.

Diversos critérios para o acompanhamento de aprendizagem podem ser usados. Apesar de muitos desenvolvimentos significativos nesta área, os modelos disponíveis de avaliação são para a avaliação de objetos de aprendizagem (DANIEL; MOHAN, 2004), (NESBIT; BELFER; VARGO, 2002), existindo poucos para análise. A monitoração da aprendizagem pode, também, ser útil para a adaptação da aprendizagem ao perfil e às preferências específicas do aprendiz.

Inicialmente, usou-se a metáfora de gerenciamento do SNMP (*Simple Network Management Protocol*), isto é, para se gerenciar é preciso monitorar, acompanhar (SCHÖNWÄLDER, 2003) (MARTIN; FLATIN, 1998). Foi através desta metáfora que se definiu o tema.

1.2 Objetivos

Este trabalho propõe definições de processos e um modelo para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (MAAE) incluindo conceitos e arquitetura de sistemas. Os conceitos auxiliam na produção de um vocabulário, uma linguagem comum e padrão dos muitos aspectos da Aprendizagem Eletrônica e facilitam a modelagem do Processo de Aprendizagem Eletrônica.

Os objetivos deste trabalho são:

1. Propor uma solução de Monitoração e Acompanhamento de Aprendizagem Eletrônica (MAAE) aplicável a múltiplos:
 - a. Paradigma pedagógico.
 - b. Tecnologia.
 - c. Padrão de Sistema de Aprendizagem Eletrônica (LMS) e Objetos de Aprendizagem (LO)
 - d. Uma construção específica de um Sistema de Aprendizagem Eletrônica.
2. Caracterizar, definir e conceituar a Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.
3. Caracterizar, definir e conceituar os Processos de Aprendizagem Eletrônica focando na Monitoração e Acompanhamento de Aprendizagem Eletrônica.
4. Projetar uma Arquitetura de Sistemas para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica ciente do contexto e detalhar seus serviços.
5. Validar os conceitos e a arquitetura através de dois estudos de casos:
 - a. Um real e misto eletrônico e presencial.
 - b. Um fictício, totalmente eletrônico.

1.3 Escopo

Para que a análise técnica conduza às propostas de conceituação e de arquitetura de sistemas para a MAAE assumiu-se:

1. Transferir o foco da tecnologia e de padrões de Sistema de Aprendizagem Eletrônica (LCMS – *Learning Content Management System* e LMS - *Learning Management System*), tais com SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) (ADL, Reference, 2003) e *Learning Design* (IMS, *Abstract*, 2003), para os Processos de Aprendizagem Eletrônica (PAE). O intuito é não entrar numa discussão que tende a ser resolvida pela provável convergência da padronização.
2. Considerar o contexto da aprendizagem no momento da monitoração e acompanhamento do aprendiz.

1.4 Contribuição

A primeira contribuição é criar os conceitos para a Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (MAAE).

A segunda contribuição é caracterizar, definir e conceituar claramente os Processos de Aprendizagem Eletrônica com suas atividades de aprendizagem e detalhar as atividades relacionadas à MAAE.

A terceira contribuição, dependente da criação dos conceitos e da definição dos processos, é o projeto da Arquitetura de Sistemas para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica ciente de contexto, definida pelo seu modelo conceitual, seus serviços, pela interação com os serviços do Sistema de Gerenciamento da Aprendizagem Eletrônica, e pela representação XML (*eXtensible Mark-up Language*) dos metadados e serviços.

1.5 Organização do trabalho

Capítulo 1: Introdução.

Neste capítulo apresenta-se a motivação, os objetivos, o escopo, a metodologia usada, a revisão bibliográfica e a organização do trabalho.

Capítulo 2: Conceitos de Aprendizagem Eletrônica.

O objetivo deste capítulo é definir os conceitos existentes de aprendizagem eletrônica, a importância da padronização e a convergência de padrões.

Capítulo 3: Análise do contexto atual da Aprendizagem Eletrônica.

Neste capítulo analisam-se algumas soluções existentes para MAAE e o uso do fluxo de trabalho na Aprendizagem Eletrônica.

Capítulo 4: Análise Técnica da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.

Este é o capítulo de análise técnica cujos resultados servirão de base para a confecção dos outros capítulos deste trabalho. Este capítulo descreve os cenários, define os atores e casos de uso, analisa os Processos da Aprendizagem Eletrônica, define os requisitos funcionais e não funcionais, apresenta as considerações deste trabalho.

Capítulo 5: Processo de Aprendizagem Eletrônica.

Este capítulo descreve o Processo de Aprendizagem Eletrônica focando na Monitoração e Acompanhamento.

Capítulo 6: Arquitetura de Sistemas para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.

Este capítulo apresenta os conceitos da MAAE e a arquitetura de sistemas, orientada a serviço e ciente do contexto.

Capítulo 7: Detalhamento dos Serviços e Metadados da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

Este capítulo apresenta os serviços e os metadados da arquitetura em XML.

Capítulo 8: Estudo de Caso.

As propostas serão validadas através de dois casos:

1. Um caso misto, entre presencial e eletrônico, e real.
2. Outro totalmente eletrônico e fictício.

Capítulo 9: Conclusões e Trabalhos Futuros.

Aqui, apresentam-se as conclusões e trabalhos futuros.

Anexo A: Modelagem da Monitoração do Curso TCP: Curso de TCP do Laboratório de Redes de Computadores (LARC) – Aprendizagem Mista

Anexo B: Modelagem da Monitoração do Curso DW: Curso DW para uma empresa disseminar conceitos – Aprendizagem totalmente Eletrônica

1.6 Metodologia

Na fase inicial realizou-se uma pesquisa para conhecer os sistemas de gerenciamento de aprendizagem eletrônica. Descobriu-se a existência de muitos, e percebeu-se a falta de integração e interação entre os conteúdos gerados pelos diversos sistemas. Buscaram-se, então, através de outra pesquisa, os padrões, de aprendizagem eletrônica, existentes ou em desenvolvimento. Descobriu-se a convergência de padrões compromissada entre os diversos organismos envolvidos com a padronização de sistemas de aprendizagem eletrônica.

A figura 1 apresenta o esquema da metodologia usada.

Figura 1: Metodologia usada na confecção desta tese

Decidiu-se focar na monitoração e acompanhamento da aprendizagem eletrônica por ser uma atividade necessária a uma construção de mecanismos de adaptação e de ciência de contexto. Fez-se, então uma pesquisa focada. Durante a fase de

levantamento e pesquisa notou-se a falta de definição clara dos processos de aprendizagem eletrônica. Resolveu-se analisar os processos de aprendizagem eletrônica com foco na monitoração.

A fase de projeto foi dividida em fases:

1. Definição de processos focando nas atividades de monitoração e acompanhamento.
2. Descrição dos conceitos de monitoração e acompanhamento de aprendizagem eletrônica
3. Proposta de Arquitetura de Sistemas da Aprendizagem Eletrônica focando na monitoração e acompanhamento.

1.7 Revisão Bibliográfica

1.7.1 Especificações de padrões

O modelo de referência SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) foi criado para permitir a construção de conteúdo de aprendizagem baseado em Web. É um esforço da ADL (*Advance Distant Learning*) e tem como padrões raízes:

1. IEEE *Data Model for Content Object Communication* (IEEE LTSC, P1484.11.1, 2004).
2. IEEE *ECMAScript Application Programming Interface for Content to Runtime Services Communication* (IEEE LTSC, P1484.11.2, 2003).
3. IEEE *Learning Object Metadata* (LOM) (IEEE LTSC, P1484.12.1, 2002).
4. IEEE *Extensible Markup Language (XML) Schema Binding for Learning Object Metadata Data Model* (IEEE LTSC, P1484.12.3, 2003).
5. *IMS Content Packaging* (IMS, *Content*, 2006).
6. *IMS Simple Sequencing* (IMS, *Simple*, 2006).

A documentação é formada por quatro livros e um adendo:

1. *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) – *Overview* (ADL, *Overview*, 2003).
2. *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) - *Content Aggregation Model* (CAM) (ADL, *Content*, 2003).

3. *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) - Run-Time Environment (RTE)* (ADL, *Run-Time*, 2003).
4. *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) - Sequencing and Navigation (SN)* (ADL, *Sequencing*, 2003).
5. *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) – Addendum* (ADL, *Addendum*, 2003).

A especificação *IMS Learning Design* suporta vários tipos de pedagogia através de uma linguagem flexível. Seu desenvolvimento começou na *Open University of Netherland* e depois passou para o IMS (IMS, *Abstract*, 2003). É formada por vários itens:

1. *IMS Abstract Framework: White Paper, Version 1.0 Final Specification, Copyright © 2003 IMS Global Learning Consortium, Inc* (IMS, *White*, 2003).
2. *IMS Learning Design Information Model, Version 1.0 Final Specification, Copyright © 2003 IMS Global Learning Consortium, Inc* (IMS, *Information*, 2003).
3. *IMS Learning Design XML Binding, Version 1.0 Final Specification, Copyright © 2003 IMS Global Learning Consortium, Inc* (IMS, *XML*, 2003).
4. *IMS Learning Design Best Practice and Implementation Guide, Version 1.0 Final Specification, Copyright © 2003 IMS Global Learning Consortium, Inc* (IMS, *Best*, 2003).
5. *IMS Simple Sequencing Best Practice and Implementation Guide, Version 1.0 Final Specification, Copyright © 2003 IMS Global Learning Consortium, Inc* (IMS, *Implementation*, 2003).

1.7.2 Aprendizagem Eletrônica

Existem alguns trabalhos sobre o comportamento do aprendiz, um deles é “*E-Learner tracking: tools for discovering learner behaviour*” (HARDY; ANTONIOLETTI; BATES, 2004).

As ações de aprendizagem quando estruturadas e seqüenciadas em fluxo de aprendizagem (fluxo de trabalho de negócio– *workflow*) melhoram a performance e a

interação do aprendiz com o conteúdo. A monitoração está integrada ao conteúdo, portanto, integrada a um fluxo de aprendizagem

Lin propõe Sistemas de Aprendizagem Eletrônica usando *workflow*. Não faz referência a nenhum padrão de Sistema de Aprendizagem Eletrônica. “*On Workflow Enabled E-Learning Services*” (LIN et al., 2001).

Sam S. Adkins apresenta os conceitos de fluxo de aprendizagem no artigo “*Workflow-Based E-Learning: Introduction to Workflow Learning*” (ADKINS, 2003a).

Sam S. Adkins apresenta um sistema de aprendizagem eletrônica baseado em fluxo de trabalho ou atividades, “*Workflow-Based E-Learning: Next-Generation Enterprise Learning Technology*” (ADKINS, 2003b).

Luís propõe avaliação de Aprendizagem Eletrônica usando conceitos de *Data Warehouse* nos níveis. Não faz referência a nenhum padrão de Sistema de Aprendizagem Eletrônica. “*A Multi-Level Model for Tracking Analysis in E-Learning Platforms*” (LUÍS; SIMÕES; HORTA, 2004).

Maja Pivec, Christian Trummer and Juergen Pripfl apresentam o artigo “*Eye-Tracking Adaptable e-Learning and Content Authoring Support*” que fala sobre aprendizagem eletrônica adaptativa utilizando as tecnologias monitoração de conteúdo e monitoração por olho (*eye tracking*) (PIVEC; TRUMMER; PRIPFL, 2005).

Este é um trabalho didático sobre perspectivas pedagógicas no *Educational Modelling Language* (EML) da *Open University of the Netherlands*, padrão que se tornou o *Learning Design*: “*Modeling units of study from a pedagogical perspective the pedagogical meta-data behind EML*” (KOPER; OLIVIER, 2004).

1.7.3 Avaliação de Objetos de Aprendizagem.

Os trabalhos a seguir apresentam excelentes tutoriais sobre avaliação de objetos de aprendizagem. Nota-se que há mais pesquisas para avaliação de conteúdo eletrônico do que dos aprendizes na aprendizagem eletrônica:

- Ben Kei Daniel; Mohan “*A Model for Evaluating Learning Objects*” (DANIEL; MOHAN, 2004).

- John Nesbit “*A Convergent Participation Model for Evaluation of Learning Objects*” (NESBIT; BELFER; VARGO, 2002).

1.7.4 Contexto

São boas referências para computação ciente de contexto os trabalhos de:

- Anind K. Dey, Gregory D. Abowd “*Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness*” (DEY; ABOWD, 1999).
- Anind K. Dey, Gregory D. Abowd, Masayasu Futakawa “*An Architecture To Support Context-Aware Applications*” (DEY; ABOWD; FUTAKAWA, 1999).
- Anind Dey. “*Understanding and Using Context*” (ANIND, 2001).
- Daniel, Ben K.; Mohan, P; Salber, Daniel. “*A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications*” (BEN; MOHAN; SALBER, 2001).
- *Context-Aware Computing Applications* (SCHILIT; ADAMS; WANT, 1994).

1.7.5 SNMP (Single Network Mangement Protocol)

Os artigos de Schönwälder (SCHÖNWÄLDER, 2003), e de Martin e Flatin (MARTIN; FLATIN, 1998) mostram conceitos da arquitetura de redes de computadores SNMP (*Simple Network Management Protocol*). Esses conceitos serviram de base inicial para a arquitetura proposta. Usou-se a metáfora de gerenciamento do SNMP, isto é, para se gerenciar é preciso monitorar, acompanhar.

1.7.6 Aprendizagem Tradicional

O livro de Benjamim Bloom (BLOOM; HASTING; MADDAUS, 1983) é um manual importante, clássico e atual sobre avaliação diagnóstica, somativa e formativa da aprendizagem. Fornece muitos conceitos importantes que precisam ser considerados na aprendizagem eletrônica.

O trabalho de Otto Rompelman (ROMPELMAN, 2000) “*Assessment of student learning: evolution of objectives in engineering education and the consequences for*

assessment” é um trabalho de avaliação da aprendizagem de engenharia mostrando a evolução e mudança do paradigma da educação.

Vester em “Denken, Lernen, Vergessen” (*Learning, Thinking Forgetting*) estuda os canais de recepção de aprendizes classificando-os como auditivo, visual, toque-sensitivo, intelectual (VESTER, 1998).

Sobre tipos de aprendizagem citados por Vester, Looss analisa e critica. O título é “*Types of Learning? – A pedagogic hypothesis put to the test.*” (LOOSS apud VESTER, 2001).

Vygotsky não poderia deixar de ser citado, pois é um dos maiores conhecedores do processo de aprendizagem convencional: “*Play and its role in the mental development of the child. Soviet Education*” (VYGOTSKY, 1967).

Não se pode esquecer da grande importância de Paulo Freire com, por exemplo: “Pedagogia do Oprimido” (FREIRE, 1987).

2 Conceitos de Aprendizagem Eletrônica

Este capítulo aborda os conceitos sobre Aprendizagem Eletrônica. Os conceitos auxiliam na construção de uma linguagem comum para os vários aspectos do acompanhamento da aprendizagem eletrônica e facilitam o retorno (*feedback*) para todos os atores envolvidos, tanto aprendizes, mestres, desenvolvedores de sistemas de aprendizagem, produtores (autores, construtores) e consumidores (reutilização pelos autores, construtores) de objetos de aprendizagem e para a organização da aprendizagem.

2.1 Aprendizagem Eletrônica

Na Aprendizagem Eletrônica o aprendiz usa meios eletrônicos para interação e colaboração com professores e colegas acessando o conteúdo e permitindo a interação. Uma rede de computadores facilita a aprendizagem podendo ser uma rede local, longa distância ou a Internet. A aprendizagem pode ser individual ou em grupo, dirigido ou não por aplicativos ou simuladores específicos. Pode ser síncrona ou assíncrona ou uma combinação dos dois. Síncrona imita uma sala de aula em tempo real conectando professor e aprendizes. Assíncrona permite ao aprendiz acessar o material quando quiser e realizar atividades colaborativas a qualquer momento. Aprendizagem Eletrônica usa uma grande variedade de meios eletrônicos para disponibilizar o material e permitir a interação.

Os principais requisitos de um sistema de Aprendizagem Eletrônica são (VAZ; BRESSAN, 2002):

1. Interoperabilidade visando:
 - a. Suportar vasta pesquisa (propostas e soluções) acadêmica e comercial.
 - b. Comunicação entre diversos sistemas de aprendizagem.
 - c. Compartilhamento de recursos.
2. Colaboração visando:
 - a. Comunicação entre aprendizes, aprendizes e professores, instituições, outras autoridades.
3. Sistema de acompanhamento visando:

- a. Auto-avaliação.
 - b. Acompanhamento da aprendizagem.
 - c. Adaptação da aprendizagem ao perfil do aprendiz.
4. Reutilização de módulos visando:
- a. Melhoria da qualidade do conteúdo disponibilizado e das formas de ensino usadas.
 - b. Expansibilidade, facilitando a evolução gradativa e não traumática dos sistemas. O acréscimo de conteúdo deve ser evolutivo.

Os vários organismos internacionais envolvidos na padronização de ensino à distância têm trabalhado colaborativamente.

2.1.1 Objeto de Aprendizagem - Learning Object (LO)

Objeto de Aprendizagem (LO – *Learning Object*) é definido como qualquer entidade com objetivos educacionais, que pode ser usado, reusado ou referenciado pela tecnologia de suporte à aprendizagem, sendo descrita por Metadados de Objeto de Aprendizagem (LOM - *Learning Object Metadata*), que permite sua categorização, indexação e recuperação (LSTC, 2000).

Espera-se que um Objeto de Aprendizagem tenha um objetivo bem definido, execute algumas atividades, seja consistente e robusto. O Objeto de Aprendizagem pode, ainda, ser adaptável às necessidades, formação, habilidades, interesses e preferências dos aprendizes. Seu acesso deve ser de qualquer lugar e a qualquer momento.

Este conceito de Objeto de Aprendizagem está ligado aos paradigmas da computação: orientado a objetos, e ciente do contexto, que valoriza muito a criação de componentes (chamados objetos) reusáveis em muitos contextos. Esta é a idéia onde os projetistas educacionais criam pequenos componentes educacionais, que podem ser reusados diversas vezes em diferentes contextos de aprendizagem.

Os metadados existem para descrever, recuperar, reusar e combinar diferentes objetos de aprendizagem. O conteúdo deve ser estruturado de forma que cada módulo seja uma unidade independente que descreva, através de um conjunto de metadados, as características do módulo.

Os Objetos de Aprendizagem podem incluir qualquer mídia, de tamanho e formato diversos, por exemplo, vídeo ou áudio; animação; foto; imagem; um simples componente digital, ou um conjunto completo de páginas da Internet. Uma animação pode auxiliar a aprendizagem sobre um determinado fenômeno físico, por exemplo. É o objetivo educacional do Objeto de Aprendizagem que define o uso dos recursos. Um objetivo pode ser incorporado num outro Objeto de Aprendizagem.

2.1.2 Metadado

As especificações de metadados são úteis para descrever os recursos educacionais, facilitar a interoperabilidade, o reuso entre plataformas diferentes de aprendizagem e recuperar objetos de aprendizagem dos repositórios. **Metadado são dados que descrevem a estrutura de outros dados. Os padrões de metadados para Objetos de Aprendizagem formam um conjunto mínimo de atributos necessários para permitir que estes objetos sejam caracterizados, gerenciados, localizados e avaliados.**

2.1.3 Learning Object Metadata (LOM)

Metadado de Objeto de Aprendizagem (LOM - Learning Object Metadata) é um padrão internacional para descrever recursos de aprendizagem, chamados Learning Objects. Foi definido pelo Learning Technology Standards Committee da IEEE (LTSC, 2002) e tem representação XML (W3C, 2004).

O padrão LOM especifica um esquema conceitual de dados que define a estrutura de metadados para objetos de aprendizagem. Este padrão facilita a busca, avaliação e uso dos objetos de aprendizagem pelos aprendizes, instrutores e ferramentas automatizadas de software. Também, facilita o compartilhamento e a troca de conteúdos de aprendizagem.

O padrão LOM é caracterizado por reservar uma definição de blocos independentes dos conteúdos de aprendizagem. Estes blocos podem ter referências para outros objetos e podem ser combinados ou seqüencializados para construir grandes unidades educacionais.

Para o padrão LOM, uma instância de metadados para um Objeto de Aprendizagem descreve características relevantes do objeto de aprendizagem ao qual ela se aplica e estas características podem ser agrupadas nas categorias. O LOM v 1.0 Base Schema consiste em nove categorias: *General*, *LifeCycle*, *Meta-Metadata*, *Technical*, *Educational*, *Rights*, *Relation*, *Annotation* e *Classification*.

2.1.4 Learning Management System (LMS)

Um Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem Eletrônica (LMS – *Learning Management System*) é uma aplicação usada para planejar, executar, e acompanhar um Processo de Aprendizagem Eletrônica específico. O grupo avançado de aprendizagem a distância, patrocinado pelo departamento de defesa dos Estados Unidos, criou um conjunto de especificações chamado *Shareable Content Object Reference Model* (SCORM) para incentivar a padronização de sistemas de gerência de aprendizagem. A documentação do SCORM (ADL-SCORM-Overview, 2003) descreve um Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem Eletrônica como um conjunto de funcionalidades projetadas para disponibilizar, acompanhar as atividades do sistema, gerenciar e produzir relatórios sobre a aprendizagem focando no conteúdo, progresso e interações do aprendiz (ADL, *Authoring*, 2003).

Um Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem Eletrônica deve facilitar a integração, organização e padronização da aprendizagem de acordo com as exigências organizacionais. Além disso, um Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem Eletrônica deve suportar as comunidades de aprendizagem colaborativas, oferecendo modalidades múltiplas da aprendizagem: individual, em grupo (através fóruns, bate-papos, entre outros).

A tecnologia usada para Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem Eletrônica (LMS) é comum a várias áreas. A tendência, hoje, é a consolidação de uma infraestrutura comum que permita acompanhar e controlar a aprendizagem através de uma organização, seja de ensino ou não.

2.1.5 Learning Content Management System (LCMS)

Um Sistema de Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica (LCMS) é um ambiente onde os diversos usuários podem: criar, armazenar, reutilizar, controlar, e entregar o material de aprendizagem eletrônico aos sistemas de gerenciamento Sistema de Aprendizagem Eletrônica através do Repositório de Objetos de Aprendizagem. O objeto de aprendizagem é o aspecto mais importante de um LCMS. São mantidos em uma base de dados ou em um repositório (ADL, *Authoring*, 2003).

Um Sistema de Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica fornece ferramentas de autoria para criar novos objetos de aprendizagem para o repositório, ferramentas de conversão do material legado em objetos de aprendizagem. Devem incorporar o controle da versão, autores múltiplos, e gerência de projeto. Um Sistema de Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica tem a habilidade de montar e consolidar objetos de aprendizagem (ADL-AT, 2003) que são armazenados no repositório. As funções (ADL, *Authoring*, 2003) são:

1. Autoria e criação de conteúdo.
2. Criação e gerenciamento de Objetos de Aprendizagem.
3. Repositório de objetos reutilizáveis.
4. Capacidade de pesquisa e busca eficientes.
5. Personalização do conteúdo.
6. Acompanhamento e relatórios.

2.1.6 Repositório de Objetos

O repositório de objetos é uma base de dados dos Objetos de Aprendizagem. Usa os metadados que categorizam os Objetos de Aprendizagem para indexar, publicar e localizar os objetos. O processo de publicação pode organizar os objetos dinamicamente e disponibilizá-los de acordo com o perfil, as características, as preferências dos usuários. Cada objeto publicado mantém o histórico (ADL, *Authoring*, 2003).

O uso de repositórios de objetos de aprendizagem pode disponibilizar recursos didáticos compartilháveis em qualquer lugar com acesso à Internet. Podem ser usados em diferentes situações com diferentes objetivos tornando o desenvolvimento de recursos didáticos como cursos, tutoriais, e outros. mais dinâmicos, simples e de fácil manutenção.

A figura 2 representa a interação entre Repositório, LMS (*Learning Management System*) e LCMS (*Learning Content Management System*).

Um gerador produz Objetos de Aprendizagem. Pode usar ferramentas de criação para partes do objeto e integrar essas partes através de regras de empacotamento padrão. Os objetos são armazenados em um repositório, podendo, então ser usados por um tocador, que executa os objetos definidos pelo gerador. O gerador é o LCMS e o tocador é o LMS.

Figura 2: Repositório de Objetos de Aprendizagem

2.1.7 LMS x LCMS

Ainda há muita discussão sobre o significado e serviços de um LCMS (*Learning Content Management System*) e um LMS (*Learning Management System*). Neste trabalho eles são considerados distintos, complementares e juntos formam o sistema de aprendizagem eletrônica que auxilia o Processo de Aprendizagem Eletrônica.

Um LCMS é focado no conteúdo e tem como principais desafios: criação, reutilização, gerenciamento e publicação do conteúdo, na forma de objetos de

aprendizagem. O LMS é focado no aprendiz e na organização e tem como principais objetivos: logística de gerenciamento dos aprendizes, das atividades de aprendizagem, do processo de acompanhamento da aprendizagem eletrônica e do mapeamento de competências da organização de ensino. Também auxilia a administração e monitoração das relações entre usuários, atividades de aprendizagem. (ADL, *Authoring*, 2003).

A figura 3 representa a relação entre e as funções de um LMS (*Learning Management System*) e um LCMS (*Learning Content Management System*).

Figura 3: LMS, Ferramentas de Autoria e Repositório - refeita com base no trabalho da ADL para ferramentas de autoria (ADL, *Authoring*, 2003)

A publicação do conteúdo é função do LCMS. O LMS mantém as informações dos usuários: perfil, histórico, papel/função e preferências. É muito importante, que o mecanismo de obtenção da informação publicada seja compatível, eficaz e em tempo real.

O LCMS é o principal responsável pelo conteúdo, com conhecimento da sua estrutura e fluxo. Algumas vezes o fluxo de navegação pelo conteúdo pode ser alterado dependendo da personalização permitida. É o LCMS quem fornece

detalhes do fluxo de todas as interações entre usuários e conteúdo e define os mecanismos de monitoração que serão usados no LMS.

2.1.8 Reutilização

Reutilizar é a habilidade de reaproveitar total, ou, parcialmente, soluções anteriormente usadas. Os conceitos de reutilização de Objetos de Aprendizagem Eletrônica (LO) vêm da Engenharia de Software. No início, reutilizavam-se os objetos de software inconscientemente, informalmente e ineficientemente. Hoje a reutilização é melhor e mais eficiente. Essa experiência foi repassada para os Objetos de Aprendizagem.

A solução encontra-se nos métodos de desenvolvimento e manutenção de objetos de software atualmente usados. Sistemas orientados a objeto possuem um conjunto de objetos compartilhados armazenados em repositórios de objetos.

2.1.9 Convergência de Padrões para Aprendizagem Eletrônica

Existem muitas entidades atuando na produção de padrões para aprendizagem eletrônica, cada uma delas em uma fase do processo.

O fluxo de processos básico de padronização das especificações de Aprendizagem Eletrônica é composto por (ADL, SCORM *Overview*, 2003):

1. Produção de Conceitos – P&D Pesquisa e Desenvolvimento: é a primeira fase do processo. Aqui se produzem conceitos e experiências que podem se tornar especificações de proposta de padrão ou não. Para isso, os conceitos precisam amadurecer. Esta fase, em geral, é de responsabilidade de instituições de ensino, onde há pesquisa independente de resultados financeiros. Algumas organizações não ligadas diretamente ao ensino podem também produzir conceitos através de seus departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento.
2. Produção de Especificações: esta fase precisa de conceitos bem definidos. Nesta fase se geram Especificações de Proposta de Padrão que devem ser avaliadas e testadas na fase seguinte. Os resultados da

avaliação podem exigir alterações na Especificação de Proposta de Padrão. Feitas as alterações, a especificação é novamente enviada para avaliação e testes. Esta interação continua até que a especificação seja aceita ou rejeitada.

3. Avaliação e Testes de Padrões: a avaliação e testes de uma Especificação de Proposta de Padrão é feita por laboratórios idôneos. Após interagirem com Produtor de Especificações e a especificação for aceita, esta passa a ser um Perfil de Modelo e Aplicação de Referência. O perfil é, então, submetido ao Produtor de Padrões.
4. Produção de Padrões: nesta fase, verifica-se, através de organizações confiáveis, se o perfil de referência pode ser considerado um Padrão Confiável. Se isto ocorrer, então, o padrão é submetido à última fase.
5. Aprovação de Padrões: a organização responsável pela aprovação dos padrões. Verifica se o padrão deve ser aprovado.

Vários organismos internacionais envolvidos na padronização da Aprendizagem Eletrônica têm trabalhado colaborativamente.

A definição de modelos abertos padronizados e comuns aos diversos sistemas estimula e garante, além da interoperabilidade, qualidade, disponibilidade, facilidade de busca e utilização, e, segurança.

A convergência é lenta e ainda é difícil encontrar exemplos de programação dos padrões.

A figura 4 mostra o fluxo de padronização detalhado (VAZ; BRESSAN, 2003).

O processo pode começar com:

1. Produtores de conceito (R&D – *Research and Development*) que criam e testam novos conceitos e a partir da viabilidade conceitual geram especificações.
2. Um consórcio de organizações e pessoas responsável por produzir especificações.

A CLEO (*Customized Learning Experiences Online*) da Carnegie Mellon (CMU, 2001) e OKI (*Open Knowledge Initiative*) (OKI, 2006) do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), Stanford e Michigan são produtoras de conceito.

O comitê da indústria de aviação americana “*Aviation Industry CBT Committee - AICC*” (AICC,2006) submete suas especificações ao consórcio IEEE LTSC (*Learning Technology Standards Committee*) (IEEE LTSC, 2007), que tem vários participantes. O projeto ARIADNE (ARIADNE, 2003), também participa do IEEE LTSC (IEEE LTSC, 2007).

Figura 4: Fluxo do Processo de Padronização de Sistemas de Aprendizagem Eletrônica – refeita e detalhada a partir de (IMS, *Abstract*, 2004)

O grupo da ISO JTC1/SC36 (*Information Technology for learning*) (ISO/IEC JTC1/SC36, 2006) participa através do IEEE LTSC. Trabalham conjuntamente, também, na definição do SCORM, o AICC (AICC, 2006), e o IEEE LTSC (IEEE LTSC, 2007).

As organizações ARIADNE (*Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe*) (ARIADNE, 2003), IMS (IMS, 2007) e AICC (AICC,2006) fazem parte de consórcio de especificação.

As especificações técnicas propostas são testadas e avaliadas por laboratórios educacionais e por laboratórios do mercado, isto é, de empresas do mercado.

Algumas organizações que se encaixam neste perfil são ALIC (ALIC, 2003) e ADL (ADL, 2007).

O processo de teste e avaliação pode gerar modelos de referência e perfis de aplicação que devem ser analisados pelos responsáveis pela produção de padrões.

O IEEE LTSC é um produtor de padrões, ele produz padrões confiáveis que são submetidos à aprovação de padronização.

A ISO (*International Organization for Standardization*) (ISO, 2006) é a organização internacional de padrões, que através de seus grupos de trabalho, define padrões de alcance mundial. Em geral, seus padrões se baseiam em padronização já consolidada por outras entidades.

2.1.10 SCORM

SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) (ADL, Reference, 2003) é um conjunto de especificações técnicas e guias para um modelo de agregação de conteúdo, permitindo a identificação e a agregação de recursos em conteúdos estruturados de aprendizagem. O ambiente de execução permite comunicação e rastreamento de conteúdo em ambientes baseados na Web.

Asset é todo e qualquer recurso passivo (mídia) que pode ser utilizado na aprendizagem, tal como: uma imagem, um texto, um vídeo, aplicações com applets, um powerpoint, uma página Web. São componentes, elementos, entidades básicas com a finalidade de auxiliar na criação dos SCO, Não se comunica com o LMS.

SCO (*Sharable Content Object*) é um objeto de aprendizagem ativo. Contém um ou mais recursos (*assets*) e comunica-se com o LMS (*Learning Management Systems*).

As principais características de um SCO são (ADL, SCORM Overview, 2003):

1. Acessibilidade, interoperabilidade, durabilidade, reusabilidade.
2. Rastreabilidade com padronização da informação a ser rastreada.
3. Seqüenciamento e navegação definida na agregação de objetos (*Content packaging*).

4. Os metadados LOM são mapeados e aplicados aos *assets* e SCOs.
5. SCO agregados aos metadados LOM formam o empacotamento (content package).
6. Empacotamento do conteúdo - *content packaging*: regras para agregar metadados e arquivos físicos em um arquivo compactado (.zip).

O modelo de referência SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) é um esforço da ADL (*Advance Distant Learning*) e tem como padrões raízes os padrões do IEEE e IMS.

O modelo solidifica as especificações e padrões de diversas fontes ligadas à aprendizagem eletrônica e foca em:

1. Definir objetos de aprendizagem re-utilizáveis.
2. Desenvolver novos modelos de conteúdo.
3. Desenvolver modelos de avaliação de aprendizagem.
4. Criar modelos para seqüenciamento de conteúdo.
5. Criar repositórios de conhecimento relacionados à aprendizagem.

2.1.10.1 EMPACOTAMENTO DO CONTEÚDO E O MANIFESTO

O IMS *Content Packaging Information Model* (ADL, SCORM CAM, 2003) descreve o empacotamento usado pelo SCORM e outros LMS, ou seja, as estruturas de dados responsáveis pela interoperabilidade de conteúdo, baseado na Internet. O objetivo é definir um conjunto de estruturas que possam ser usadas na troca de conteúdo entre LMSs conformes, compatíveis, de uma plataforma para outra com mínimo esforço.

A figura 5 é uma representação do empacotamento SCORM.

Figura 5: Pacote de Conteúdo Conceitual - copiada de IMS Content Packaging Specification version 1.1 (ADL, SCORM CAM, 2003)

Os elementos do manifesto podem ser:

1. Obrigatórios (M – Mandatory).
2. Condicionais (C).
3. Opcionais (O).

O arquivo *Package Interchange File* é um arquivo simples, como por exemplo: .jar, .zip, .cab. O *Package* representa a unidade utilizável do conteúdo e tem instruções relevantes sobre a organização do curso. O *Manifest* é uma descrição em XML – *eXtensible Markup Language* dos recursos referenciados nas instruções. Pode descrever parte do curso, ou o curso inteiro. *Resources* no *manifest* são elementos físicos tais como páginas Web, arquivos textos, outras mídias, objetos de avaliação, e outros elementos. (ADL, SCORM CAM, 2003).

O *manifest* possui um conjunto de metadados que descreve o pacote. No caso do SCORM é usado o LOM. Possui uma estrutura organizacional com zero ou mais organizações. Cada organização possui zero ou mais itens.

Os *resources* formam outra parte do pacote. Cada *resource* possui um conjunto de metadados que o descreve. E pode possuir zero ou mais arquivos e a referência ao manifesto ao qual pertence.

2.1.10.3 SEQUENCIAMENTO E NAVEGAÇÃO

O seqüenciamento é responsável pelo comportamento do curso, pelo encadeamento lógico das partes, definido pelos requisitos, de modo que os usuários possam executar o curso de uma maneira consistente.

A navegação permite que eventos de navegação sejam iniciados pelos próprios objetos de aprendizagem em tempo de execução com base no próprio modelo de seqüenciamento definido para o curso.

2.1.11 *Learning Design*

Em 2003, o IMS publicou o *Learning Design* (LD), uma especificação para a definição de unidades de aprendizagem. O *Learning Design* é uma linguagem que permite a descrição de qualquer pedagogia, em termos da definição dos papéis, atividades e recursos educativos. O resultado é um documento XML processado por uma aplicação apresentadora, que coordena as interações dos estudantes e dos professores entre si e com os materiais educativos através da Web (IMS-IM, 2003).

Learning Design é uma especificação orientada a modelos pedagógicos com um objetivo de aprendizagem específico, um grupo alvo, e um contexto específico ou domínio do conhecimento. As idéias centrais que guiaram na criação do *Learning Design* são (KOPER; OLIVIER, 2004):

1. Aprende-se mais com envolvimento (engajamento numa *Learning Activity* (LA))
2. As LA são seqüenciadas ou cuidadosamente estruturadas num fluxo de aprendizagem para melhorar a aprendizagem.
3. Ser capaz de armazenar projetos de aprendizagem para reuso no futuro.

Usa especificações do IMS para definição do LOM, QTI, *IMS Content Packaging* e *IMS Simple Sequencing*.

2.1.11.1 FASES DA LA

O desenvolvimento da LA possui três fases:

1. Fase de Análise: tem como resultado um cenário didático na forma de narrativa, que descreve uma experiência de aprendizagem completa. Um cenário pode ser definido como uma seqüência de passos de interação entre atores e ambiente.
2. A narrativa é modelada por uma série de diagramas de atividades UML. Um diagrama captura os aspectos do fluxo de dados.
3. Com base nos diagramas de atividade UML são produzidos documentos XML para a unidade de aprendizagem

2.1.11.2 TIPOS DE ESPECIFICAÇÃO DO PADRÃO

O *Learning Design* foi dividido em três partes: Nível A, Nível B, Nível C. Esquemas XML separados são usados para cada nível.

O nível A inclui o vocabulário básico necessário para suportar a diversidade pedagógica. Os níveis B e C adicionam conceitos para suportar comportamentos mais sofisticados. O nível B adiciona Propriedades e Condições ao nível A, permitindo personalização, seqüenciamento e interações mais elaboradas baseados nos portfólios do aprendiz. O nível C adiciona Notificação ao nível B.

3 Análise do contexto atual da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

Apesar da colaboração existente entre várias organizações internacionais, a convergência de padrões tem sido lenta, o próprio processo é longo, exige verificações e validações a cada passo e envolve várias pessoas e organizações. Além disso, e por causa disso, existem ainda algumas dificuldades de se desenvolver um LMS ou LCMS em conformidade com os padrões SCORM ou *Learning Design*, que são complementares em alguns aspectos e concorrentes em outros. Esses padrões ainda não foram especificados a monitoração e acompanhamento.

3.1 Soluções existentes de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

A seguir, apresentam-se algumas soluções de Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem, não necessariamente padronizados, com algum tipo de recurso de monitoração da aprendizagem. Foram escolhidos por tratarem de monitoração e acompanhamento da aprendizagem eletrônica em graus diferentes.

3.1.1 Monitoramento com armazenamento XML e pré-processamento em Base de Dados

O título original é “*E-Learner tracking: tools for discovering learner behaviour*”. O software foi desenvolvido pelo projeto EuroMET, que criou um servidor central de acompanhamento projetado para armazenar todo uso dos servidores de cursos (HARDY, 2004).

Os dados armazenados são categorizados em: identificação do usuário, dados pedagógicos e dados técnicos. São armazenados no formato XML, e para facilitar a análise os dados originais são pré-processados e armazenados em uma base relacional, que serve como uma interface natural onde os dados podem ser examinados em tempo real. Como premissa: o monitoramento tem que ser de

completo conhecimento dos aprendizes e não uma forma de espionar ou avaliar foi uma premissa (HARDY, 2004).

Não deixa claro como é a captura dos dados, informa que para isso usa um conjunto de scripts produzidos pelo projeto EuroMET (*European Meteorological Education and Training*). O foco do artigo é a apresentação dos resultados. O uso do XML é interessante por ser uma boa linguagem de especificação, ser utilizada nos principais padrões LMS e ter relativa facilidade de leitura para os seres humanos e para a máquina.

3.1.2 Monitoração usando Data Warehouse

O título original é “*A Multi-Level Model for Tracking Analysis in E-Learning Plataforms*”. A proposta usa um modelo de classificação em três níveis para análise do monitoramento (tracking) da aprendizagem eletrônica numa solução baseada em *Data Warehouse*. Considera o QTI (*IMS Question & Test Interoperability*) como o padrão com mecanismos de acompanhamento, além do arquivo de registro dos servidores Web. O nível um é o nível de aquisição de dados: data de início e fim do curso, número de acessos a páginas, notas dos testes. Esses dados são divididos em dois grupos (LUÍS; SIMÕES; HORTA, 2004):

- Naturais: obtidos independentemente das atividades do curso e coletados sempre que o aluno entra no ambiente, como por exemplo, o último acesso.
- Dependentes: dependem das atividades do curso, da interação do aprendiz com as atividades do curso. Pode ser a execução de um teste ou a participação em grupos de discussão.

O nível dois contém os mecanismos para análise dos dados coletados no nível 1. Usa-se técnicas de mineração de dados para análise. Este nível auxilia os gerentes a detectarem não apenas dificuldades dos estudantes, mas também dos tutores (LUÍS; SIMÕES; HORTA, 2004).

No nível três avança-se para sistemas de suporte a decisão, onde o objetivo é extrair conhecimento (LUÍS; SIMÕES; HORTA, 2004).

Nenhum conceito novo é apresentado. Não informa sobre o uso de algum Sistema de Aprendizagem Eletrônica padrão.

3.1.3 Monitoração adaptativa para E-Learning

O título original é “*Eye-Tracking Adaptable e-Learning and Content Authoring Support*”. O artigo da pesquisa em andamento pertence ao projeto AdeLE (*Adaptive e-Learning with Eye tracking*), que é um projeto focado na nova geração de ambientes de aprendizagem eletrônica de transferência de conhecimento adaptativa. É sobre um arcabouço para aprendizagem eletrônica adaptativa utilizando as tecnologias de monitoração de conteúdo através da monitoração do olho (*eye tracking*), ou ainda, chamada monitoração do usuário. A pesquisa é focada na análise dos padrões do movimento do olho durante a aprendizagem relacionando estes padrões aos processos cognitivos. O conceito de uma ferramenta de autoria apropriada é importante e é um dos desafios para o futuro (PIVEC; TRUMMER; PRIPFL, 2005).

A monitoração real do comportamento do aprendiz permite ao sistema intervir de modo apropriado. O método não pode refletir informações pré-conhecidas. Existem dois tipos para o movimento dos olhos: relativamente estável e movimento rápidos. Existem muitos indicadores para se ter uma informação acurada, por exemplo, olhar fixo não é indicação de estar prestando atenção, pode indicar que o aprendiz está atento (PIVEC; TRUMMER; PRIPFL, 2005).

Existem diferentes modelos de controle para o movimento dos olhos durante a leitura de um texto. Foi realizado um estudo com 40 pessoas para obter dados. Esses dados foram aplicados para a definição dos parâmetros do movimento do olho para distinguir entre (PIVEC; TRUMMER; PRIPFL, 2005):

1. Leitura superficial.
2. Leitura de texto simples.
3. Aprendizagem do conteúdo do texto.
4. Pesquisa de uma informação específica dentro do texto.

O próximo passo é identificar o comportamento do usuário num ambiente de Aprendizagem Eletrônica de tempo real. São esperados seis diferentes comportamentos (PIVEC; TRUMMER; PRIPFL, 2005):

1. Aprendizagem.
2. Leitura.

3. Leitura superficial.
4. Pesquisa em texto.
5. Observação de uma figura ou leitura de um texto.
6. Dirigir a atenção para os elementos de navegação.

O conceito da ferramenta de autoria de conteúdo adaptável suporta personalização e adaptação da apresentação do conteúdo. Os requisitos básicos são (PIVEC; TRUMMER; PRIPFL, 2005):

1. Fazer da autoria um processo estruturado.
2. Manter o processo tão simples quanto possível
3. Não obrigar os autores a pensarem explicitamente sobre a adaptabilidade e as várias apresentações do conteúdo.

Este trabalho de monitoração é voltado para a análise do comportamento usando características de biometria como características de observação. Uma vez conhecido o comportamento pode-se ter um conteúdo adaptável a esse comportamento. Já existe uma ferramenta de monitoração em nível experimental. Mas para completar o processo é preciso construir a ferramenta de autoria de conteúdo.

3.1.4 Sakai - monitoração gerencial

O projeto Sakai (*Collaboration and Learning Environment for Education*) é um projeto de desenvolvimento de software aberto para ambientes de colaboração e aprendizagem. Sakai não tem acrônimo. Foi fundado pelo OKI, em janeiro de 2004. É um desenvolvimento comunitário. Encontra-se na versão 2.0 (SAKAI, 2006).

Possue monitoração de gerenciamento realizada pelo software Atlassian's Jira, ou simplesmente Jira. Esse software monitora uma variedade de características: relatório de erros, sugestões de novas funcionalidades, trabalho realizado e contribuições da comunidade. Usa um fluxo de trabalho para tornar disponíveis essas funcionalidades (SAKAI, 2006).

O OKI (*Open Knowledge Initiative*) (OKI, 2006) criou um conjunto de API (*Application Program Interface*) para Portabilidade de Sistemas de Gerenciamento da Aprendizagem Eletrônica muito flexível. O Sakai usa essas mesmas API. Por isso, o

Sakai tem portabilidade e interoperabilidade consideradas muito boas (SAKAI, 2006).

Na documentação disponível não se encontrou algo sobre monitoração e acompanhamento da aprendizagem e nem foi mencionado o seu planejamento.

A monitoração gerencial construída é vital para o desenvolvimento comunitário, no entanto, espera-se ao menos um planejamento para a monitoração do aprendiz, mas não se encontra nenhuma informação a esse respeito.

3.2 Soluções existentes usando o conceito de Fluxo de Aprendizagem Eletrônica

O significado de *Workflow*, fluxo de trabalho, é a movimentação pelas tarefas através das etapas de um processo. É um aspecto operacional do procedimento de trabalho:

1. Como as tarefas são estruturadas.
2. Quem realiza as tarefas.
3. Qual a ordem relativa entre as tarefas, qual a seqüência.
4. Como as tarefas são sincronizadas.
5. Como a informação flui entre as tarefas.
6. Como as tarefas são monitoradas.

Pode-se fazer uma distinção entre fluxo de trabalho científico e de negócios. O científico relaciona-se ao fluxo de dados dos vários algoritmos, aplicações e serviços. O fluxo de trabalho de negócios concentra-se na execução de tarefas e podem incluir atores humanos. É mais genérico representando qualquer estrutura de tarefa, sendo aplicável a qualquer escalonamento.

O *Learning Design* possui o conceito *Learning Flow* que é muito semelhante ao tradicional fluxo de trabalho de negócios (IMS, Best, 2003). ***Learning Flow* é o fluxo de aprendizagem eletrônica orientado por um fluxo de tarefas, onde os aprendizes navegam.**

As ações de aprendizagem de uma Atividade de Aprendizagem quando estruturadas e seqüenciadas em fluxo de aprendizagem (fluxo de trabalho de negócio– *workflow*) melhoram muito a performance e a interação do aprendiz com o conteúdo. A

monitoração está integrada ao conteúdo, portanto integrada a um fluxo de aprendizagem.

A seguir, apresentam-se soluções de sistemas de gerenciamento de aprendizagem usando fluxo de trabalho (*workflow*).

3.2.1 Aprendizagem baseada em Fluxo de Trabalho

O título original é “*Workflow-Based E-Learning: Introduction to Workflow Learning*”. Inicialmente descreve o significado de workflow definindo (ADKINS, SAM, 2003):

1. Nós de trabalho: representam as tarefas atribuídas aos seres humanos.
2. Nós de roteamento: são os pontos de decisão do fluxo em execução.
3. Nós de eventos: são os pontos no processo onde uma notificação é enviada ou requisitada de outros processos.
4. Nó Inicial: é o ponto de entrada do fluxo do processo.
5. Nós terminais: são os nós de finalização do processo.

Depois define fluxo de trabalho (*workflow*) para aprendizagem caracterizada por (ADKINS, SAM, 2003):

1. Uma integração profunda com aplicações da empresa indo desde Web Services até aplicações compostas.
2. O suporte da tarefa e do trabalho, agregados através dos processos de negócio, é que realizam o fluxo de trabalho de aprendizagem em tempo real.
3. Colaboração contextual com pessoas e sistemas.
4. Projetos e modificação dos projetos obtidos por modelagem e simulação.
5. Emergência rápida e granular da aprendizagem e suporte de tarefas do fluxo de trabalho embutidas em nós específicos de uma tarefa de negócios.
6. Geração dinâmica de baixo para cima de tarefas em execução contínua enquanto o trabalho evolui.
7. Melhoria contínua do desempenho e capacidade de medida desse desempenho.

8. As Matrizes de Recursos de Fluxo de Aprendizagem agregam “a sua volta” trabalhadores baseados em papéis.

É um artigo introdutório, talvez por isso, os conceitos de Fluxo de Aprendizagem estejam mais próximos ao fluxo de trabalho e o fluxo de aprendizagem não fique tão claro. Não define seu entendimento de Aprendizagem. O contexto completo do artigo parece mais voltado à aprendizagem tradicional, mas podem ser úteis na Aprendizagem Eletrônica. A lista apresentada cita de maneira genérica as instituições de ensino como empresas. Cita, também, os personagens envolvidos na Aprendizagem como trabalhadores de modo genérico e similar ao fluxo de negócios. Não se define a distinção entre tarefa de negócio e tarefa de aprendizagem.

3.2.2 Sistema de Gerenciamento com tecnologia WorkFlow construído com ferramentas de mercado

O título original é “*On Workflow Enabled E-Learning Services*”. Flex-eL é uma solução proposta e implementada pela *University of Queensland*, Austrália, para superar os problemas encontrados em outros ambientes de aprendizagem eletrônica através da tecnologia de fluxo de trabalho. A ferramenta *FlowMake* é usada para capturar o fluxo de estudo. Na definição de um novo curso, o material de estudo é criado, definem-se as tarefas necessárias para executar o curso, as avaliações são definidas e o cronograma é criado. Depois disso, modela-se e exporta-se a definição de processos para coordenação do curso para o repositório de *workflow* (LIN at all, 2001).

O fluxo de trabalho oferece várias vantagens que melhoram o ambiente de aprendizagem eletrônica (LIN at all, 2001):

1. Atribui a tarefa correta à pessoa correta.
2. Suporta planejamento individual do cronograma de trabalho.
3. Suporta gerenciamento de informação e compartilhamento de conhecimento.
4. Encoraja colaboração.
5. Permite monitoração individual e grupo.

4 Análise Técnica da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

Deste capítulo, surgem os fundamentos para definição do PAE com foco na monitoração, os conceitos da MAAE e para o projeto da Arquitetura de Sistemas da MAAE.

4.1 Cenários da Aprendizagem Eletrônica

Os cenários, descritos na figura 7, mostram os atores e casos de uso do PAE.

Sobre o digrama pode-se explicá-lo do seguinte modo: o Autor é responsável por “Definir a Aprendizagem”. Autor é um ator neste diagrama e “Definir a Aprendizagem” é um caso de uso. No diagrama estão representados os atores: Autor, Professor, Aprendiz e Avaliador. Os casos de uso são: “Definir a Aprendizagem”, “Produzir Material”, “Publicar Material”, “Navegar pelo Material”, “Monitorar Aprendizagem” e “Avaliar”.

O Autor é responsável por “Definir a Aprendizagem”, seja parcial ou totalmente eletrônica. Além disso, especifica e solicita a produção do material eletrônico, detalhado no caso de uso “Produzir Material”. E ainda, define o que deve ser publicado e como, detalhado no caso de uso “Publicar Material”.

No caso de uso “Publicar Material” o Professor é responsável pela definição: para quem e quando o material será publicado. No caso de uso “Navegar pelo Material” é responsável, por acompanhar e orientar os aprendizes durante a Aprendizagem Eletrônica. Durante a navegação pelo material ocorre a monitoração da interação do aprendiz com o material, detalhado no caso de uso “Monitorar Aprendizagem”. O Professor, no caso de uso “Avaliar e Analisar” pode avaliar o sucesso da aprendizagem dos aprendizes que orienta.

O Avaliador avalia não somente os aprendizes, mas analisa se o material, as ferramentas, o ambiente são adequados.

Figura 7: Cenários do Processo de Aprendizagem Eletrônica

4.1.1 Atores

Os atores são definidos nos próximos itens.

4.1.1.1 AUTOR

Projeta o material, seqüenciamento, navegação, monitoração, interação, além de gerenciar (requisitar e supervisionar) a produção do material. Pode ser dividido em:

- Mentor da Aprendizagem Eletrônica: que define os objetivos e estratégias da aprendizagem eletrônica. Em alguns casos pode ser a secretaria de educação, um comitê da instituição de ensino, e outras entidades.
- Arquiteto Pedagógico da Aprendizagem Eletrônica: define a linha pedagógica a ser seguida. Define o estilo pedagógico da monitoração, o estilo pedagógico da avaliação.
- Arquiteto do Conteúdo da Aprendizagem Eletrônica: a partir da linha pedagógica concebe a organização e formato do conteúdo, produzindo especificações técnica do conteúdo e monitoração.

4.1.1.2 ATORES DA PRODUÇÃO DE MATERIAL

A produção do material é realizada por outros atores que não são considerados aqui, tais como os *designers*, projetistas e desenvolvedores gráficos. O principal papel do autor é de gerenciar a produção de conteúdo e avaliar o resultado do conteúdo gerado.

4.1.1.3 PROFESSOR

Acompanha e orienta o aprendiz e pode ou não realizar a avaliação do aprendiz. O professor pode ter como auxiliar um Monitor. O Professor participa dos casos de uso:

1. “Publicar Material”.
2. “Navegar pelo Material”
3. “Avaliar e Analisar”

4.1.1.4 AVALIADOR

É o responsável pela avaliação do aprendiz, e análise do conteúdo e do sistema de aprendizagem. Participa do caso de uso “Avaliar e Analisar”. Avaliar significa medir, determinar o quanto o aprendiz absorveu através aprendizagem eletrônica. Analisar significa verificar minuciosamente um conjunto de informações relacionadas entre si para comparação, verificação de tendência, e outras finalidades.

4.1.1.5 APRENDIZ

Usa o sistema e o conteúdo para aprender. Participa do caso de uso “Navegar pelo Material”. É monitorado e acompanhado pelo caso de uso “Monitorar Aprendizagem”

4.1.1.6 PERFIL DO APRENDIZ

O Perfil do Aprendiz é definido por um conjunto de metadados que representam as características do aprendiz. Deve definir o potencial do aprendiz. É função dos educadores definirem esses metadados. Os metadados do perfil incluem as seguintes categorias:

1. Pessoal. Conjunto de metadados relacionados aos seus dados pessoais, tais como: nome, endereço, nacionalidade, limitações físicas que exijam acessibilidade e outros.
2. Sócio-Cultural. Alguns educadores podem considerar interessante manter metadados sobre as condições sócio-culturais dos aprendizes, tais como: as condições da moradia, com quem mora, qual sua realidade social, qual o nível de violência ou pobreza da região onde o aprendiz mora, se tem acesso à cultura, à leitura e outras informações.
3. Intelectual/Comportamental. São os metadados relacionados ao comportamento com a aprendizagem, tais como comprometimento, frequência, canal de percepção, isto é se o aprendiz é auditivo, visual, toque-sensitivo, intelectual. Alguns educadores podem considerar os atributos pessoais e comportamentais como auxiliares para melhorar o desempenho do aprendiz. Por exemplo: um aprendiz visual tem mais

facilidade de aprendizagem através de imagens. Os valores dos metadados são ajustados continuamente.

4. Preferências. Conjunto de metadados relacionados às suas preferências quanto ao modo de interação com o sistema e atividades de aprendizagem.
5. Estado da Aprendizagem. É o histórico do aprendiz durante a aprendizagem. Possui metadados tais como: dificuldade de aprendizagem, tempo de aprendizagem, nível de interatividade.

4.1.2 Casos de Uso

Os casos de uso são descritos considerando o contexto do fluxo da aprendizagem. Contexto é qualquer informação usada para caracterizar uma situação de uma entidade (DEY; ABOWD, 1999). A técnica de computação ciente de contexto é usada para descrever o contexto em cada instante. O contexto é descrito definindo-se: quem (*who*), onde (*where*), quando (*when*), o que (*what*) porque (*why*) e como (*how*).

4.1.2.1 CASO DE USO: DEFINIR APRENDIZAGEM

O caso de uso “Definir Aprendizagem” trata das atividades dos Processos de Modelagem da Aprendizagem Eletrônica. Neste caso define-se:

1. Os objetivos e estratégias (o que, atividade).
2. A motivação para modelar a aprendizagem (por que, intenção).
3. Qual o público alvo, definindo os perfis e papéis (para quem, identificação).
4. Quais os pré-requisitos (quando, após fazer o que, tempo).
5. Como deve ser a interação do aprendiz com o conteúdo, com as ferramentas (como, modo).
6. Como deve ser a monitoração (como, modo).
7. Aonde a aprendizagem ocorre (onde, localização).

O Autor define onde, o que, quem e como monitorar. Quando especifica o material deve especificar, também, os pontos onde inserir os elementos para monitoração.

4.1.2.2 CASO DE USO: PRODUZIR MATERIAL

O caso de uso “Produzir Material” é de responsabilidade da equipe de produção do material incluindo projetistas e desenvolvedores gráficos. O Autor especifica e solicita a confecção do material e ao recebê-lo avalia e pede alterações e correções se necessário. Considera-se que o autor definiu a monitoração dos aprendizes e que essa monitoração foi inserida no conteúdo.

4.1.2.3 CASO DE USO: PUBLICAR MATERIAL

O caso de uso “Publicar Material” tem:

- O Autor definindo:
 1. O que deve ser publicado.
 2. Quais pré-requisitos
 3. Papéis e perfis.
 4. Tipos de interação e de monitoração.
- O Professor definindo:
 1. Para quem (turma de aprendizes).
 2. Quando (início e fim do curso).
 3. Pode considerar o perfil do aluno e definir:
 - a. Qual conteúdo de cada aprendiz.
 - b. Como é a interação.
 - c. De onde cada aprendiz pode ter acesso.

4.1.2.4 CASO DE USO: NAVEGAR PELO MATERIAL

O caso de uso “Navegar pelo Material” tem o professor acompanhando e orientando o aprendiz durante a aprendizagem. O Professor e o Aprendiz são os atores e o material deve estar publicado. O aprendiz é monitorado em determinados momentos. **A monitoração não deve ser vigilância. O aprendiz deve saber quando e como está sendo monitorado e acompanhado.**

É neste caso de uso que ocorre a aprendizagem eletrônica. Se o aprendiz está tendo sucesso na aprendizagem o professor não precisa intervir, caso contrário pode intervir eletronicamente alterando a navegação, por exemplo, ou interagindo eletrônica ou pessoalmente, dependendo do caso e das condições. Se a distância for grande a interação será eletrônica apenas.

Navegar pelo material significa realizar as atividades solicitadas pela interação com o conteúdo. O aprendiz pode ser solicitado a gerar algum material e para isso precisa de acesso as ferramentas de autoria de conteúdo.

Novas ferramentas de autoria podem ser criadas ou pode-se modificar as já existentes. As ferramentas de autoria precisam inserir os elementos de observação de modo fácil e simples para que o próprio professor possa criar novos conteúdos. Essas novas características não precisam estar disponíveis para os aprendizes, mas podem ser disponibilizadas para que eles obtenham dados de avaliação ou análise.

4.1.2.5 CASO DE USO: MONITORAR APRENDIZAGEM

O caso de uso “Monitorar Aprendizagem” é acionado nos pontos definidos para monitoração. Quando acionados geram e gravam eventos. Podem interagem com o aprendiz, quando necessário, mas através do caso de uso “Navegar pelo Material”, pois, este caso de uso é dependente do caso “Navegar pelo Material”. Não é possível acionar o caso de uso “Monitorar Aprendizagem” diretamente, apenas através de alguns serviços especiais dos casos de uso “Navegar pelo Material” e “Avaliar e Analisar”. O gerenciador de conteúdo é o responsável pela navegação pelo material. O caso de uso “Avaliar e Analisar” requisita informação ao caso de uso “Monitorar Aprendizagem” para suas avaliações e análises.

4.1.2.6 CASO DE USO: AVALIAR E ANALISAR

O caso uso “Avaliar e Analisar” tem o Professor ou Avaliador avaliando a aprendizagem do aprendiz. Mas este não é o único tipo de avaliação, pode-se também fazer uma Avaliação do material e das ferramentas e também do ambiente, nestes casos é o Avaliador o responsável por essas tarefas.

4.2 Análise de Processos da Aprendizagem Eletrônica com foco na monitoração da aprendizagem

Um aspecto importante do Processo de Aprendizagem Eletrônica é a monitoração da aprendizagem. Na figura 8, descreve-se as várias fases do Processo de Aprendizagem Eletrônica, focando-se na monitoração.

Figura 8: Análise das fases do Processo de Aprendizagem Eletrônica

Nota-se que existem quatro momentos distintos, o fluxo de aprendizagem tem início e término bem definido:

1. Um primeiro momento chamado Modelagem de Aprendizagem. Nesta fase define-se o tipo de monitoração.
2. Um segundo chamado Geração de Conteúdo da Aprendizagem e da monitoração e acompanhamento.
3. Um terceiro momento chamado Aprendizagem, onde a monitoração é executada.
4. Um quarto momento chamado Avaliação, onde os resultados da monitoração são avaliados e analisados.

A Modelagem de Aprendizagem ocorre quando se pretende criar ou redefinir um curso ou módulo de aprendizagem eletrônica. Engloba as fases:

1. Definição dos objetivos e estratégias.
2. Definição do conteúdo.
3. Definição da monitoração.
4. Validação dos objetivos, que devem ser alcançados através do conteúdo, monitoração, navegação, interação.

A “Produção do Conteúdo” insere os pontos de monitoração. Após a “Validação do Conteúdo” ocorre a “Publicação do Conteúdo de Aprendizagem”.

Na Aprendizagem o material é instanciado para cada aprendiz, que ao Navegar pelo Conteúdo, dispara a Monitoração.

As informações da Monitoração podem ser usadas pela a Avaliação para obter estatísticas e tendências. Os resultados da análise servem como base para a criação ou redefinição de cursos ou módulos de Aprendizagem Eletrônica. Nesta análise são consideradas como experiências anteriores.

Existem, portanto, quatro processos distintos, descritos no capítulo seguinte, que são (VAZ; BRESSAN; RUGGIERO, 2006):

1. Modelagem do Processo de Aprendizagem Eletrônica - *Learning Process Modeling* (LPM)
2. Processo de Produção do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica - *Learning Content Production* (LCP)
3. Processo da Aprendizagem Eletrônica - *Learning Process* (LP)

4. Processo de Análise e Avaliação da Aprendizagem Eletrônica - *Learning Analysis and Evaluation Process* (LAEP)

4.3 Requisitos de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

Dividiu-se o levantamento de requisitos em: não funcionais e funcionais. Também, decidiu-se listar algumas considerações importantes sobre o trabalho.

4.3.1 Não Funcionais

Os requisitos não funcionais são:

1. Ter independência de abordagem pedagógica: pretende-se atingir o maior número possível de abordagens, se possível todas, mas não se imagina considerar as várias abordagens pedagógicas existentes e nem escolher uma específica.
2. Ter independência de padrão LMS/LCMS e LO: não se pretende fixar um padrão.
3. Ter independência de plataforma.
4. Diferenciar rastreabilidade dos sistemas e dos Objetos de Aprendizagem (LO) da monitoração dos atores, em especial os aprendizes. Rastreabilidade de um sistema ou LO são as informações armazenadas em algum tipo de repositório sobre como o comportamento, andamento, do sistema ou LO, não sobre a interação do aprendiz com o conteúdo. Contém o fluxo das ações executadas pelo sistema ou LO. Pode ser usado como fonte complementar de informações para a monitoração e acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica, como por exemplo, quem está conectado ao sistema, de onde está conectado, qual o tipo de equipamento está sendo usado e outras informações independentes da aprendizagem.

4.3.2 Funcionais

O levantamento de requisitos funcionais considera o ponto de vista dos usuários finais. Os requisitos funcionais são:

1. Obter o contexto da aprendizagem:
 - a. Quem (*who*, identificação) observar.
 - b. O que (*what*, atividade) deve ser observado.
 - c. Onde (*where*, localização) observar.
 - d. Quando (*when*, tempo) observar.
 - e. Como (*how*, modo) observar.
 - f. Por que (*why*, intenção) observar.
2. Armazenar as informações da observação para uso posterior ou imediato.
3. Solicitar a alteração do contexto quando necessário.
4. Fornecer as informações da observação para uso posterior ou imediato, aos Elementos de Observação e outros serviços, por exemplo, para o Serviço de Avaliação.

4.4 Considerações sobre a Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (MAAE)

Existem dois aspectos importantes que devem ser considerados: um deles é a interação do MAAE com os aprendizes através das Atividades de Aprendizagem Eletrônica, o outro é a integração do MAAE com o Sistema de Gerenciamento da Aprendizagem Eletrônica.

A monitoração parte da observação de como o aprendiz interage com o conteúdo durante a aprendizagem através da MAAE. Por conteúdo entende-se um conjunto de LO e Atividades de Aprendizagem Eletrônica.

Sobre a Monitoração das Atividades de Aprendizagem Eletrônica considera-se:

1. Tem-se que monitorar e acompanhar as atividades de aprendizagem internamente, de dentro da própria atividade.

2. As atividades, em geral, possuem uma ou mais ações. Em muitos casos, deseja-se monitorar a interação de uma ação específica.
3. Considerar as atividades de aprendizagem eletrônica como um fluxo natural de trabalho (*workflow*), que permita a inserção de pontos de observação. As ações de aprendizagem quando seqüenciadas e estruturadas em fluxo de aprendizagem (*workflow*) melhoram muito a interação do aprendiz com o conteúdo. A monitoração também fica melhor, pois, está integrada ao conteúdo.
4. Considerar que uma atividade pode ter diversos aspectos monitorados.
5. Permitir diversos pontos de observação em uma atividade de aprendizagem.
6. Considerar que os atores executam atividades da aprendizagem e interagem com elas. Monitorando-se as interações, estes atores passam a ser monitorados.

Sobre a interação do Sistema de MAAE e o Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem Eletrônica considera-se:

1. O Sistema de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica necessita obter do Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem Eletrônica:
 - a. Contexto do Aprendiz (Serviço do Contexto do Aprendiz).
 - b. Perfil do Aprendiz (Serviço do Perfil do Aprendiz).
2. O Sistema de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica oferece ao Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem Eletrônica:
 - a. Informações sobre interação do Aprendiz com o conteúdo de aprendizagem, as atividades de aprendizagem monitoradas.
 - b. Essas informações podem ser úteis para ajustar o Perfil do Aprendiz.
 - c. O MAAE pode solicitar alteração do contexto. Através da observação pode-se verificar a mudança de contexto.
 - d. No Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem Eletrônica considera-se que o Serviço de Gerenciamento de Conteúdo contém o Serviço de Navegação e Seqüenciamento.

5 Processo de Aprendizagem Eletrônica

O Processo de Aprendizagem Eletrônica pode ser definido como o modo como os seres humanos adquirem conhecimentos, desenvolvem suas competências e mudam seu comportamento com o auxílio da tecnologia. O escopo pode ser:

- Um curso com parte da aprendizagem eletrônica e outra parte convencional.
- Um curso onde a aprendizagem é totalmente eletrônica realizada através de tecnologia.

O enfoque deste capítulo é detalhar o Processo de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (PMAAE) inserido no Processo de Aprendizagem Eletrônica (PAE), que também será descrito em um nível menor de detalhamento.

O fluxo de atividades de aprendizagem tornou-se diferente com a introdução da tecnologia. Desde a fase de concepção de um curso, o fluxo deve considerar a interação eletrônica como um meio novo de interação social. O projeto, produção e confecção do material eletrônico são novos aspectos do fluxo de aprendizagem. O material deve ser completo, pois, o professor pode não estar disponível para resolver as possíveis deficiências do material.

Vygotsky, no entendimento do complexo processo de aprendizagem humana convencional, propõe que se entenda a aprendizagem através da interação, baseando-se no desenvolvimento e na concepção que o pensamento é construído gradativamente em um ambiente histórico e social.

A interação social, sendo a origem e o motor da aprendizagem e do desenvolvimento intelectual, possui um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo e cultural de um aprendiz. A interação social aparece no nível social (inter-pessoal), e no nível individual (intra-pessoal). Vygotsky identifica três estágios de desenvolvimento de qualquer aprendiz (VYGOTSKY, 1967):

1. Nível de desenvolvimento real: determinado pela capacidade do aprendiz solucionar independentemente as atividades propostas.
2. Nível de desenvolvimento potencial: determinado através da solução de problemas sob a orientação de uma outra pessoa mais capaz ou em cooperação com colegas mais capazes.

3. Zona de desenvolvimento proximal: considerada como um nível intermediário entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. É potencializada através da interação social, das habilidades desenvolvidas com a ajuda de um mestre ou colaboração entre pares.

Não se usa o trabalho de Vygotsky como paradigma pedagógico. A idéia é refletir e utilizar os conceitos que auxiliem na definição dos Processos de Aprendizagem Eletrônica. A interação citada por Vygotsky é pessoal. O desafio foi acomodar essa interação pessoal através da interação eletrônica. Hoje, com e-mail, chat, fórum, vídeo-conferência, sabe-se que a interação eletrônica pode ser eficiente na maioria desses casos. A figura 9 representa a interação entre os vários atores da aprendizagem eletrônica.

Figura 9: Interação do Processo da Aprendizagem Eletrônica

Em um curso presencial os alunos e professores têm seus papéis bem definidos e a interação é determinada pelo professor. Na aprendizagem eletrônica, parte ou todo o

curso é realizado através de material eletrônico, preferencialmente com interação entre:

1. Aluno e conteúdo de aprendizagem.
2. Alunos através do sistema.
3. Professor e alunos através do sistema.

A distância física pode ser superada através das interações eletrônicas da Aprendizagem Eletrônica. Por exemplo, um curso pode ser oferecido de duas formas: localmente e a distância. No caso dos aprendizes locais a interação pode ser eletrônica e pessoal, mas no caso dos alunos de localidades distantes a interação será totalmente eletrônica.

Neste trabalho, propõe-se definir o Processo de Aprendizagem Eletrônica como o conjunto de atividades, recursos e interações elaborados e usados durante a Aprendizagem Eletrônica, em que se realiza a MAAE através de observação das ações realizadas sobre as entidades ou através das interações do aprendiz com o conteúdo e sistema de aprendizagem.

Pode-se detalhar a Monitoração e Acompanhamento nas seguintes etapas essenciais:

1. Definição dos objetivos.
2. Definição de recursos necessários.
3. Pesquisa e revisão de mecanismos, dados e informações existentes.
4. Determinação:
 - a. Dos indicadores a serem monitorados.
 - b. Dos pontos de monitoração nas Atividades de Aprendizagem Monitoradas ou Objetos de Aprendizagem.
5. Definição dos mecanismos e procedimentos de observação.
6. Escolha ou construção dos elementos de observação.
7. Inserção nos pontos de monitoração dos elementos de observação.
8. Início da monitoração das Atividades de Aprendizagem Monitoradas.
9. Análise e avaliação de resultados obtidos.

O Processo de Aprendizagem Eletrônica – *E-Learning Process* (ELP) é dividido em quatro partes:

1. Modelagem do Processo da Aprendizagem Eletrônica - *Learning Process Modeling* (LPM): definição das estratégias, dos objetivos, do conteúdo da Aprendizagem Eletrônica e da MAAE.
2. Processo da Produção do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica - *Learning Content Production* (LCP): responsável por gerar o conteúdo de aprendizagem, o sequenciamento, a navegação. Além das características de monitoração e acompanhamento integradas ao conteúdo.
3. Processo da Aprendizagem Eletrônica - *Learning Process* (LP), responsável pela:
 - a. Interação dos aprendizes com as Atividades de Aprendizagem Monitoradas ou não.
 - b. Aprendizagem alcançada pelo aprendiz através da interação com as atividades de aprendizagem.
 - c. Monitoração e Acompanhamento das Atividades de Aprendizagem Monitoradas, que indiretamente monitora e acompanha o aprendiz.
 - d. Aprendizes realizam as tarefas requisitadas pela navegação do conteúdo. Muitas vezes essas solicitações são a geração de novos conteúdos. Neste caso os aprendizes têm acesso as ferramentas de construção de conteúdo.
 - e. Ferramentas como fóruns, *chats* e outras, também, pode ser monitoradas se contiverem pelo menos um ponto de monitoração.
4. Processo de Avaliação e Análise da Aprendizagem Eletrônica - *Learning Analysis and Evaluation Process* (LAEP), responsável pela avaliação das informações obtidas pela monitoração. Dividida em:
 - a. Avaliação e Análise de métodos e abordagens de aprendizagem do Processo de Aprendizagem Eletrônica.
 - b. Avaliação da qualidade, usabilidade e efetividade do conteúdo de aprendizagem, dos Objetos de Aprendizagem (conteúdo da aprendizagem).
 - c. Avaliação da qualidade, usabilidade, adequação e efetividade na Aprendizagem Eletrônica do Sistema de Aprendizagem Eletrônica.

- d. Avaliação do grau de aprendizagem do aprendiz da Aprendizagem.

5.1 Novos Atores para o Processo de Aprendizagem Eletrônica

5.1.1 Mentor da Aprendizagem Eletrônica

O Mentor define os objetivos e estratégias da Aprendizagem Eletrônica e da Monitoração e Acompanhamento da AE. Em muitos casos é o ministério da educação, a secretaria de educação, um comitê da instituição de ensino, ou um conjunto deles. O resultado do trabalho do Mentor é:

1. Guia da Aprendizagem Eletrônica. Nesse guia encontram-se:
 - a. Objetivos e estratégias da Aprendizagem Eletrônica.
 - b. Indicações sobre a forma geral de condução dos Processos de Aprendizagem Eletrônica, entre as quais:
 - i Linhas pedagógicas.
 - ii Estrutura do conteúdo.
 - iii Modo de interação com o aprendiz.
2. Guia da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica. Nesse guia encontram-se:
 - a. Objetivos e estratégias da Monitoração e Acompanhamento Eletrônico.
 - b. Algumas indicações sobre a forma geral de condução da monitoração e acompanhamento dos Processos de Aprendizagem Eletrônica, entre as quais:
 - i Linhas pedagógicas para a monitoração e acompanhamento.
 - ii Estrutura da monitoração e acompanhamento.
 - iii Modo de interação da monitoração com o aprendiz.

5.1.2 Arquiteto Pedagógico da Aprendizagem Eletrônica

O Arquiteto Pedagógico define a linha pedagógica a ser seguida de acordo com os objetivos e estratégias definidos, além das indicações sugeridas nos Guias de Aprendizagem. Além de definir o estilo pedagógico do material, dos recursos, das interações, da avaliação, **define, também, o estilo pedagógico da monitoração.**

5.1.3 Arquiteto do Conteúdo da Aprendizagem Eletrônica

O Arquiteto do Conteúdo concebe (idealiza, projeta) a organização, formato, conteúdo, componentes do Conteúdo Eletrônico, interação e monitoração do aprendiz a partir da linha pedagógica e objetivos definidos anteriormente, além das indicações sugeridas no Guia de Aprendizagem. Por Conteúdo Eletrônico entende-se: Atividades de Aprendizagem e Objetos de Aprendizagem.

O Arquiteto do Conteúdo gera um conjunto de especificações que servem de base para a construção do conteúdo. Sua atividade é idealizar e projetar o Conteúdo Eletrônico de acordo com os guias gerados. Seguir um padrão de especificação que os construtores entendam.

O Mentor pode decidir por interações monitoradas ou não, tanto para o conteúdo como para as ferramentas do tipo fórum, chat e outras. O Arquiteto de Conteúdo vai especificar tecnicamente o conteúdo monitorado ou não, e também, as ferramentas mais adequadas.

5.1.4 Construtor do Conteúdo da Aprendizagem Eletrônica

O Construtor do Conteúdo desenvolve o Conteúdo Eletrônico de acordo com as especificações.

5.2 Modelagem do Processo da Aprendizagem Eletrônica - Learning Process Modeling (LPM)

A Modelagem do Processo da AE é responsável pelo planejamento pedagógico e projeto de um ou mais itens de aprendizagem eletrônica.

Na fase do planejamento pedagógico, planejam-se os objetivos de aprendizagem e de monitoração e acompanhamento. O Mentor e o Arquiteto Pedagógico são os responsáveis por esta fase. As principais atividades são:

1. Definir os objetivos e estratégias da aprendizagem, entre elas a monitoração e acompanhamento da aprendizagem.
2. Gerar guias definidos pelo Mentor:
 - a. Guia da Aprendizagem Eletrônica.
 - b. Guia da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.

A fase de planejamento pedagógico do Processo da Aprendizagem Eletrônica considera os Requisitos Educacionais da instituição de ensino, da secretaria de educação, e outras entidades.

Na fase de análise, projeto e especificação técnica é o Arquiteto de Conteúdo o responsável pelas atividades:

1. Rever e pesquisar as tecnologias de aprendizagem e os processos educativos existentes, e selecionar os mais apropriados para atender ao plano de projeto.
2. Analisar a viabilidade técnica dos objetivos definidos.
3. Identificar os requisitos técnicos da aprendizagem eletrônica e da monitoração e acompanhamento da aprendizagem eletrônica.
4. Definir os recursos para se atingir os objetivos da aprendizagem e da monitoração e acompanhamento.
5. Definir e projetar a estrutura e conteúdo da aprendizagem eletrônica e de cada componente da monitoração e acompanhamento.
6. Definir os metadados (em geral LOM). Definir os metadados pode ser feito em conjunto com o Mentor e Arquiteto Pedagógico.

Os produtos gerados na fase de projeto da Aprendizagem Eletrônica são:

1. Requisitos técnicos da Aprendizagem Eletrônica e da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.
2. Definição dos recursos necessários para o desenvolvimento.
3. Um conjunto de especificações técnicas.

O conjunto de especificações técnicas do Processo de Modelagem da Aprendizagem Eletrônica para a Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica é constituído de:

1. Especificações Técnica da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.
2. Especificações Técnica das Atividades de Aprendizagem Monitoradas ou não.
3. Especificações Técnica dos Objetos de Aprendizagem Monitorados ou não.
4. Especificações Técnica dos Testes de Validação e Homologação.

É o Mentor quem define como deve ser a monitoração e o arquiteto de conteúdo define os pontos e elementos de observação. Mas é o Arquiteto de Conteúdo o responsável pela definição de onde ficam os Elementos de Observação.

Neste trabalho considera-se, apenas, a Especificação Técnica de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica que deve responder às seguintes questões básicas:

1. Qual é o propósito da observação? Por observação entende-se examinar minuciosamente, olhar com atenção (FERREIRA, 1986).
2. Qual a intensidade e a frequência da observação?
3. Quem é observado?
4. O que é observado?
5. Como são amostradas e coletadas as informações?
6. Como serão analisados e interpretados os resultados?
7. Como reconhecer se os objetivos do monitoramento estão sendo alcançados?

8. Como transformar os registros de monitoração e acompanhamento em anotações significativas sobre o acompanhamento dos aprendizes em seu processo de construção do conhecimento?

5.3 Processo da Produção do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica - Learning Content Production (LCP)

No Processo da Produção do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica todos os componentes são construídos de acordo com as especificações técnicas confeccionadas na fase de projeto.

O Processo da Produção do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica é composto por três processos:

1. Construção do Conteúdo. Elaboração de componentes de acordo com as especificações.
2. Validação do Conteúdo. Verificação se o conteúdo está de acordo com os requisitos, e, caso contrário fazer as alterações.
3. Publicação do Conteúdo validado. Quando a construção do conteúdo estiver de acordo com as especificações ele pode ser publicado.

A produção de conteúdo pode ser interna ou externa a instituição envolvendo equipes de profissionais especializados.

5.4 Processo da Aprendizagem Eletrônica - Learning Process (LP)

No Processo da Aprendizagem Eletrônica, o conteúdo eletrônico está pronto e integrado aos mecanismos de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica. O Aprendiz navega, executa as tarefas solicitadas e interage com o Conteúdo Eletrônico e quando passa por um ponto de observação é monitorado de acordo com o elemento de observação associado.

O Professor orienta o Aprendiz. A interação entre Aprendiz e Professor pode ser:

1. Exclusivamente eletrônica.
2. Eletrônica e pessoal.

A navegação do aprendiz pelo conteúdo implica na realização de tarefas. Essas tarefas podem ser testes de múltipla escolha, testes com respostas dissertativas, criação de conteúdo para um determinado trabalho solicitado.

Interagir com o conteúdo monitorado significa realizar as tarefas solicitadas durante essa interação. Pode-se solicitar ao aprendiz a geração de algum conteúdo. Para isso precisa ter acesso as ferramentas de autoria de conteúdo.

Pode-se criar novas ferramentas de autoria ou modificar as já existentes com o objetivo de incorporar a inserção dos elementos de observação de modo fácil, didático e simples para que o próprio professor possa criar novos conteúdos. Essas novas características não precisam estar disponíveis para os aprendizes, mas podem ser disponibilizadas para que eles obtenham dados de avaliação ou análise.

O Processo de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (PMAAE) é um dos processos executados pelo Processo da Aprendizagem Eletrônica (PAE). O PMAAE depende do PAE, é o PAE quem ativa o PMAAE.

5.5 Processo de Avaliação e Análise da Aprendizagem Eletrônica - Learning Analysis and Evaluation Process (LAEP)

A Avaliação e Análise da Aprendizagem como um todo (LAEP – *Learning Analysis and Evaluation Process*), e não especificamente do aprendiz, é vital para todos os aspectos do Processo de Aprendizagem Eletrônica, especialmente os relacionados à qualidade das atividades e resultados da aprendizagem. A análise auxilia a identificar deficiências, necessidades e, também, auxilia na conceituação da aprendizagem, construção e disponibilização do material, além da melhoria da aprendizagem.

Avaliar significa determinar a valia ou o valor de algo (FERREIRA, 1986). A Avaliação neste processo é determinar, por exemplo, o quanto o aprendiz absorveu por meio da aprendizagem eletrônica, ou o quanto o sistema de aprendizagem colaborou para a geração de um conteúdo apropriado.

Analisar significa observar, examinar com minúcia, esquadrinhar (FERREIRA, 1986). A Análise neste processo é examinar minuciosamente, por exemplo, um determinado curso acompanhado em alguns períodos, observando-se certos

aspectos como: índice de aprovação, desistência e outras características. Através da análise pode-se perceber tendências.

A Avaliação e Análise da Aprendizagem compõe-se dos sub-processos:

1. Avaliação e Análise do Processo de Aprendizagem Eletrônica.
2. Avaliação do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica (Atividades de Aprendizagem, Objetos de Aprendizagem).
3. Avaliação do Sistema de Aprendizagem Eletrônica.
4. Avaliação do Aprendiz.

5.5.1 Avaliação e Análise do Processo de Aprendizagem Eletrônica - Learning Process Analysis And Evaluation (LPAE)

A LPAE é a avaliação e análise global dos métodos e abordagens da aprendizagem. O foco são os processos usados para facilitar a aprendizagem incluindo: a estrutura organizacional, as estratégias educacionais, a cooperação entre organizações, o uso de tecnologia, envolvimento do corpo docente, desenvolvimento de currículo, desenvolvimento de cursos, biblioteca, informações disponíveis na internet.

A avaliação e análise dos processos dependem das avaliações dos aprendizes e do conteúdo, isto é, a análise das avaliações dos aprendizes e conteúdo contribuem para a avaliação do Processo de Aprendizagem Eletrônica (PAE).

5.5.2 Avaliação do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica - Learning Content Evaluation (LCE)

É a Avaliação do conteúdo de aprendizagem eletrônica, dos objetos de aprendizagem, das atividades de aprendizagem. O foco está na avaliação da usabilidade e efetividade do conteúdo para a aprendizagem eletrônica.

5.5.3 Avaliação dos Sistemas de Gerenciamento da Aprendizagem Eletrônica – Learning Management Systems Evaluation (LMSE)

A Avaliação dos Sistemas de Aprendizagem Eletrônica exige algoritmos apropriados para se obter uma avaliação consistente e significativa. A avaliação é feita em quatro fases:

1. Definição do método de avaliação. É a especificação do modo (como) de obtenção dos dados e de como analisá-los. Pode ser feito por questionário ou por monitoração.
2. Identificação dos fatores que influenciam na avaliação. Fator são características relacionadas que devem ser avaliadas.
3. Definição dos indicadores de avaliação e seus valores válidos. Indicador é uma métrica de avaliação, é uma função sobre os fatores.
4. Aplicação do método de avaliação e obtenção dos dados. A avaliação final é uma função sobre os indicadores.

$$\text{Indicador} = \text{função (Fatores)}$$

$$\text{Avaliação Final} = \text{função (Indicadores)}$$

5.5.4 Avaliação do Aprendiz – Learner Evaluation (LE)

A Avaliação do Aprendiz é o começo de um processo de descoberta dos talentos do aprendiz. O professor ocupado com classes com tantos alunos preocupa-se com os processos de aprendizagem e dá pouca ou nenhuma atenção aos processos de avaliação (BLOOM; HASTING; MADAUS, 1983). Menos ainda com o Processo de Monitoração e Acompanhamento tradicional, que deveria ocorrer durante todo o curso. Bloom esclarece que “a avaliação pode ser considerada como um método de adquirir e processar evidências necessárias para melhorar o ensino e a aprendizagem, incluindo uma grande variedade de evidências que vão além do exame usual de ‘papel e lápis’. E, ainda, determina em que medida os alunos estão se desenvolvendo como desejado. É um sistema de controle da qualidade do processo de aprendizagem” (BLOOM; HASTING; MADAUS, 1983).

A Avaliação do Aprendiz, no contexto da Aprendizagem Eletrônica, pode (se o professor desejar) incluir a avaliação do desenvolvimento do aprendiz em cada

etapa, ou apenas ao final do curso, através da Monitoração e Acompanhamento das Atividades de Aprendizagem Eletrônica. Pode-se avaliar o aprendiz constantemente através de Pontos de Observação inseridos no conteúdo de aprendizagem. Nesta fase, analisam-se os resultados gerados pela execução da monitoração e acompanhamento da aprendizagem eletrônica.

A avaliação do aprendiz significa acompanhar o quanto o aprendiz alcançou os objetivos esperados.

O resultado do diagnóstico depende do esforço, perfil, capacidade e motivação do aprendiz; qualidade, adequação e público alvo tanto do conteúdo como do processo da Aprendizagem Eletrônica e dos Sistemas de Aprendizagem Eletrônica. A aprendizagem do aluno depende de sua adaptação:

1. Ao sistema de aprendizagem eletrônica. O aprendiz precisa ser treinado para usar o sistema de aprendizagem eletrônica.
2. Aos objetos, atividades e conteúdos de aprendizagem.
3. Ao Processo de Aprendizagem Eletrônica da instituição de ensino, que engloba diversos fatores, incluindo a equipe da instituição e outros recursos necessários à aprendizagem.

6 Arquitetura de Sistemas e Conceitos para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

Neste capítulo apresentam-se os Conceitos e uma proposta de Arquitetura de Sistemas para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica. Toma-se como base os processos definidos no capítulo anterior.

6.1 Conceituando Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

6.1.1 Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

Monitorar, segundo o dicionário do Aurélio (Ferreira, 1986), significa acompanhar e avaliar dados fornecidos. Acompanhar significa seguir. Neste trabalho, considera-se monitorar e acompanhar como a ação de obter informações sobre o andamento da aprendizagem eletrônica de acordo com as necessidades e especificações.

Monitorar significa observar, supervisionar atividades de outros elementos com a finalidade de verificar alguns aspectos específicos. A monitoração e acompanhamento não significam vigiar para punir. O ideal é que aprendiz saiba quando está sendo monitorado e de que forma.

6.1.2 Serviço de Contexto da Aprendizagem Eletrônica

Contexto vem das teorias de aprendizagem e inteligência. Mais recentemente, tem-se usado na computação visando melhorar a análise de sistemas e servir de paradigma para construção de sistemas cientes de contexto. A preocupação de Paulo Freire estava na análise do contexto da educação. A sua obra traz uma concepção do papel político que a educação desempenha, na construção de uma outra sociedade. Freire preocupava-se com o tipo de homem do seu tempo, onde a insatisfação e a auto-realização são aspectos importantes. Segundo ele, o saber tem um papel de emancipação. O ensino, portanto, deve preparar o homem para a

autonomia intelectual, para a compreensão da realidade, para a facilidade da comunicação, não prepará-lo para a cultura do silêncio, somente desse modo ele poderá afirmar-se como soberano (FREIRE, 1987).

Contexto, na computação, é uma informação relevante usada para caracterizar uma situação de uma entidade (DEY; ABOWD, 1999). Por entidade entende-se um objeto considerado relevante. No caso da Aprendizagem Eletrônica as entidades relevantes estão relacionadas à interação do aprendiz com o conteúdo e com o sistema de aprendizagem.

Contexto de Aprendizagem Eletrônica é um conjunto de informações relevantes que informam sobre o estado da interação do aprendiz com o conteúdo e sistema. Essas informações respondem às seguintes questões: quem interage, quando ocorre a interação, porque ocorre a interação, o que ocorre na interação, como ocorre a interação, e outras características que possam ser relevantes.

O Serviço de Contexto da Aprendizagem Eletrônica mantém essas informações atualizadas e fornece aos serviços solicitantes.

6.1.3 Serviço de Aprendizagem Eletrônica Ciente de Contexto

Um Serviço de Aprendizagem Eletrônica Ciente de Contexto precisa do contexto para fornecer seus serviços e realizar suas atividades. Para isso precisa solicitar as informações ao Serviço de Contexto da Aprendizagem Eletrônica que fornece e descreve o contexto em cada instante definindo: quem (*who*), onde (*where*), quando (*when*), o que (*what*), por que (*why*) e como (*how*).

Uma atividade de aprendizagem descreve um conjunto de ações de aprendizagem (IMS-AF, 2003). Na medida em que o aprendiz interage com as atividades de aprendizagem o contexto é alterado. É comum que as atividades de aprendizagem sejam gerenciadas por um serviço de gerenciamento do conteúdo existente nos sistemas de gerenciamento de aprendizagem.

No entanto, não é comum que os sistemas de gerenciamento de aprendizagem possuam um Serviço do Contexto da Aprendizagem. Para um sistema ciente de contexto esse serviço tem que existir.

Figura 10: Relacionamento entre um Serviço de Aprendizagem Eletrônica Ciente de Contexto e Serviço do Contexto da Aprendizagem Eletrônica

6.1.4 Ponto de Observação (PO)

Ponto de Observação é o local dentro da Atividade de Aprendizagem Monitorada que deve ser observado. Nesse local insere-se um elemento de observação para realizar a observação na Atividade de Aprendizagem Monitorada. Observação significa examinar minuciosamente (FERREIRA, 1986)

A definição dos Pontos de Observação começa na Modelagem do Processo de Aprendizagem Eletrônica logo após a definição da Estratégia de Monitoração. Para definir um Ponto de Observação é necessário indicar o local na Atividade de Aprendizagem e o Elemento de Observação associado àquele ponto.

O Ponto de Observação precisa obrigatoriamente de uma identificação única na Atividade de Aprendizagem Monitorada e de um Elemento de Observação associado.

6.1.5 Elemento de Observação (EO)

As informações de monitoração são obtidas através de Elementos de Observação (EO) que podem ser de diversos tipos. Esses elementos executam ações e geram eventos que são armazenados em um repositório para posterior avaliação. Os EO também podem solicitar a alteração do contexto, quando interagindo com o sistema perceberem mudanças de contexto no ambiente que estão monitorando.

Um Elemento de Observação (EO) é responsável pela observação, pela monitoração, pelo acompanhamento das interações entre aprendiz, conteúdo e ambiente de Aprendizagem Eletrônica. Gera eventos informando sobre o que aconteceu. O Elemento de Observação pode ser um simples *script*, ou um objeto.

Executa serviços de observação que estão definidos por elementos XML e UML na arquitetura. Esses serviços são usados para obter as informações especificadas da Aprendizagem Eletrônica. Ao obter essas informações gera um ou mais eventos e os envia ao Agenciador de Observação.

A figura 11 mostra a representação de um Ponto de Observação com seu Elemento de Observação.

Figura 11: Ponto de Observação (PO) e Elemento de Observação (EO)

Um Elemento de Observação precisa obrigatoriamente conhecer o contexto no qual está inserido, definido por:

1. Quem (*who*): identifica univocamente quem está sendo observado.
2. Quando (*when*): identifica quando ocorre a observação.
3. Aonde (*where*): identifica em qual trecho da atividade ocorre a observação.
4. O que (*what*): identifica o que está sendo observado.
5. Por que (*why*): identifica o motivo da observação.
6. Como (*how – method*): identifica como ocorre a observação e o método que realiza essa observação.

6.1.6 Agenciador de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (Agenciador de Observação)

O Agenciador de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica ou Agenciador de Observação é o agente intermediário entre os EO e os

outros serviços do sistema de aprendizagem. Os EO conhecem apenas o Agenciador de Observação.

Os EO interagem com o Agenciador de Observação para:

- Enviar os eventos de observação.
- Enviar pedidos de alteração do contexto.
- Solicitar informações, de outros serviços, necessárias para a observação.

Uma informação requisitada freqüentemente é sobre o contexto do aprendiz. Neste caso o Agenciador de Observação precisa requisitar a informação ao Serviço de Contexto da Aprendizagem Eletrônica e repassar a informação ao Elemento de Observação. Outro tipo de requisição comum é sobre o perfil do aprendiz. Neste caso é o Serviço de Perfil do Aprendiz quem responde à requisição, e o Agenciador de Observação repassa a informação ao Elemento de Observação.

O Agenciador de Observação grava no Repositório de Observação os eventos gerados pelos Elementos de Observação, e fornece esses eventos quando requisitado por outros serviços.

6.1.7 Evento de Observação

O Evento de Observação é a mensagem enviada pelo Elemento de Observação ao Agenciador de Observação com o contexto obtido pela observação, sendo representado em XML e UML.

6.1.8 Atividade de Aprendizagem Monitorada

Atividade de Aprendizagem, ou, LA (*Learning Activity*) é um conceito definido no *Learning Design* (IMS-AF, 2003) e descreve um conjunto de ações de aprendizagem com um objetivo específico. Pode conter uma seqüência de ações definidas por um *workflow* relacionado à Aprendizagem a fim de se alcançar o objetivo de aprendizagem. Uma Atividade de Aprendizagem pode conter ou referenciar Objetos de Aprendizagem em suas ações.

Uma Atividade de Aprendizagem (*Learning Activity* – LA) é monitorada se contiver pelo menos um Ponto de Observação. Passa, então, a ser definida como Atividade de Aprendizagem Monitorada (*Monitored Learning Activity*).

Quando o sistema de gerenciamento de conteúdo encontra um ponto de observação definido numa Atividade de Aprendizagem Monitorada, aciona o Elemento de Observação que se comunica com o Agenciador de Monitoração e Acompanhamento, passando as informações necessárias sobre os eventos de observação.

6.1.9 Objeto de Aprendizagem Eletrônica Monitorado

Um Objeto de Aprendizagem (LO) é qualquer entidade, digital ou não que pode ser usada, reusada ou referenciada pelo sistema de aprendizagem.

Um Objeto de Aprendizagem é Monitorado se contiver pelo menos um Ponto de Observação. Do mesmo modo que as Atividades de Aprendizagem pode conter um ou mais Pontos de Observação.

6.1.10 Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica Monitorado

Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica Monitorado pode ser formado por uma Atividade de Aprendizagem Eletrônica Monitorada, ou um conjunto delas.

O Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica Monitorado é apenas um conceito que encapsula Atividades de Aprendizagem Monitoradas. A monitoração e Acompanhamento ocorrem na Atividade de Aprendizagem Eletrônica Monitorada ou no Objeto de Aprendizagem Eletrônica Monitorado.

A figura 12 mostra a representação de Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica Monitorado. Esse Conteúdo é uma Atividade de Aprendizagem Eletrônica Monitorada, com três Pontos de Observação, um Objeto de Aprendizagem Eletrônica Monitorado, e um Objeto de Aprendizagem Eletrônica, e, uma Atividade de Aprendizagem Eletrônica com um Objeto de Aprendizagem Eletrônica.

Figura 12: Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica Monitorado

6.1.11 *Aplicação de Aprendizagem Eletrônica Monitorada*

Uma Aplicação de Aprendizagem Eletrônica é um programa usado para a Aprendizagem Eletrônica. **Uma Aplicação de Aprendizagem Eletrônica Monitorada é um programa, uma aplicação de software para Aprendizagem Eletrônica composta por Conteúdos (Objetos e Atividades) de Aprendizagem**

Monitorados. Tem que haver pelo menos um Ponto de Monitoração, ou em uma Atividade de Aprendizagem ou em um Objeto de Aprendizagem.

6.1.12 Fórum, Chat e outras Ferramentas Monitoradas

São consideradas Ferramentas Monitoradas, como fórum, chat, e outras, as ferramentas que possuem ao menos um Ponto de Monitoração. O Mentor pode decidir por interações monitoradas ou não e o Arquiteto de Conteúdo vai especificar tecnicamente a ferramenta mais adequada.

6.1.13 Repositório de Monitoração e Acompanhamento (Repositório de Observação)

Um repositório de informações é uma funcionalidade essencial em qualquer sistema.

O Repositório de Observação contém os registros dos eventos de monitoração e acompanhamento obtidos de modo sistemático e armazenados de forma organizada.

Pelo menos dois conjuntos de operações são obrigatórios:

- Inserção das informações dos eventos.
- Consulta das informações inseridas.

O Agenciador de Observação é responsável por solicitar essas operações do Repositório de Observação.

6.2 Arquitetura de Sistemas de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

A Arquitetura de Sistemas para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica é definida por um modelo conceitual, pela representação XML dos elementos do modelo conceitual e dos serviços oferecidos. O detalhamento dos serviços e metadados encontram-se no capítulo seguinte.

6.2.1 Modelo Conceitual para a Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

O modelo conceitual utiliza os conceitos definidos anteriormente e define seus relacionamentos. Uma Atividade de Aprendizagem Monitorada ou um Objeto de Aprendizagem Monitorado devem possuir pelo menos um Ponto de Observação. Os Pontos de Observação estão associados à pelo menos um Elemento de Observação. Como já descrito nos conceitos, o Ponto de Observação é o local na Atividade de Aprendizagem Monitorada ou, no Objeto de Aprendizagem Monitorado onde é inserido o Elemento de Observação. Um Elemento de Observação gera um ou mais Eventos de Observação enviados ao Agenciador de Observação e solicita informações. Os Eventos são gerados de acordo com as ações definidas no Elemento de Observação. Esses Eventos são armazenados no Repositório de Observação.

O Elemento de Observação (EO):

1. Envia os eventos gerados pela monitoração ao Agenciador de Observação.
2. Envia os pedidos de alteração de contexto ao Agenciador de Observação.
3. Solicita serviços ao Agenciador de Observação e obtém as informações que necessita, especialmente sobre o perfil do aprendiz e sobre o contexto.

Figura 13 – Modelo Conceitual da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

6.2.2 Agenciador de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica (Agenciador de Observação)

O Agenciador de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica, ou, Agenciador de Observação, é o responsável por:

1. Atender as requisições dos Elementos de Observação situados nos Pontos de Observação. Algumas vezes, precisa solicitar informações aos serviços externos.
2. Receber os eventos gerados pelos Elementos de Observação.
3. Executar operações no Repositório de Observação:
 - a. Inserindo os eventos gerados pelos Elementos de Observação.
 - b. Obtendo eventos quando solicitado.
4. Atender as requisições de outros serviços.
5. Solicitar alteração de contexto a pedido de um EO.

A figura 14, mostra as interações do Agenciador de Observação com alguns serviços.

O Serviço da Avaliação da Aprendizagem Eletrônica pode ocorrer durante ou após a monitoração. Este serviço usa as informações geradas pela monitoração para realizar a avaliação do aprendiz.

O Serviço de Análise da Aprendizagem Eletrônica ocorre após a monitoração. Este serviço analisa as informações geradas pela monitoração. A Análise pode ser de um ou mais aprendizes, num ou mais períodos, para comparação ou verificação de tendência.

Alguns serviços externos ao Agenciador de Observação podem usar as informações geradas pela monitoração da aprendizagem eletrônica. O Agenciador de Observação também solicita informações de outros serviços.

O Agenciador de Observação pode oferecer, por exemplo:

- Informações para o Serviço da Avaliação da Aprendizagem Eletrônica, quando solicitado.
- Informações para o Serviço de Análise da Aprendizagem Eletrônica, quando solicitado.

Figura 14: Interações com serviços que se relacionam com o Agenciador de Observação

O Serviço de Gerenciamento do Conteúdo Eletrônico é o responsável por ativar os Elementos de Observação situados nos Pontos de Observação inseridos nas Atividades de Aprendizagem e Objetos de Aprendizagem. Quando ativados eles geram as informações de observação de sua responsabilidade.

O Agenciador de Observação pode solicitar ao Serviço de Gerenciamento de Conteúdo a alteração da navegação do conteúdo, se um Elemento de Observação enviar um pedido de alteração do conteúdo. Assumiu-se que o Serviço de Gerenciamento de Conteúdo e o Serviço de Navegação e Seqüenciamento estão relacionados diretamente e que deve ser o Serviço de Gerenciamento de Conteúdo o responsável por receber requisições de alteração da navegação e do conteúdo.

6.2.3 Serviço de Avaliação da Aprendizagem Eletrônica

O Serviço de Avaliação da Aprendizagem Eletrônica é responsável pela Avaliação do aprendiz. Usar ou não as informações obtidas pela monitoração é uma decisão do professor. Tecnicamente o Serviço de Avaliação da Aprendizagem Eletrônica pode requisitar qualquer informação ao Agenciador de Observação.

A avaliação é um elemento essencial para a Aprendizagem. O Serviço de Avaliação da Aprendizagem possui um conjunto de regras. Regra é aquilo que regula, dirige, rege ou governa (FERREIRA, 1986). As regras de avaliação de aprendizagem são os regulamentos seguidos para realizar a avaliação.

Este serviço pode considerar as informações do perfil do aprendiz, solicitando ao Serviço do Perfil do Aprendiz essas informações. Se houverem regras de avaliação que percebam mudanças no perfil do aprendiz, o Serviço de Avaliação pode comunicar a mudança ao Serviço do Perfil do Aprendiz. As regras usadas na avaliação são definidas pelos educadores. O Sistema de Gerenciamento da Aprendizagem Eletrônica tem que auxiliar na criação e gerenciamento dessas regras, através de uma Aplicação de Apoio a Aprendizagem Eletrônica.

6.2.4 Serviço do Perfil do Aprendiz

O Serviço do Perfil do Aprendiz deve manter o perfil de cada aprendiz atualizado e seu histórico, também. O Serviço de Avaliação da Aprendizagem e o Agenciador de Observação podem solicitar a alteração do perfil do aprendiz. O Serviço de Adaptação solicita o perfil do aprendiz, apenas, e não a alteração dele. O Agenciador de Observação solicita a alteração à pedido do EO.

O *Learning Object Metadata* (LOM) é um conjunto de metadados usados para definir as propriedades dos Objetos de Aprendizagem, das Atividades de Aprendizagem, ou generalizando, do Conteúdo da Aprendizagem Eletrônica. O Perfil do Aprendiz é formado por um conjunto de metadados, que definem as propriedades que caracterizam o perfil do aprendiz. Ambos devem ter um conjunto de metadados que sejam comuns.

6.2.5 Serviço de Adaptação

Aciona o Serviço do Perfil do Aprendiz para obter informações do perfil e verifica se a alteração do perfil exige mudança de conteúdo e navegação. Se exigir, então, envia um pedido ao Serviço de Conteúdo da Aprendizagem Eletrônica solicitando a alteração. Também possui um conjunto de regras, definidas pelos educadores, que auxiliam na verificação da necessidade de alteração do conteúdo.

6.2.6 Serviço do Contexto da Aprendizagem Eletrônica

Na Aprendizagem Eletrônica contexto são as informações que caracterizam a interação do aprendiz com o conteúdo de Aprendizagem Eletrônica. O contexto é descrito definindo-se: quem (*who*), onde (*where*), quando (*when*), o que (*what*), porque (*why*) e como (*how*).

O Serviço do Contexto da Aprendizagem Eletrônica mantém o contexto de aprendizagem de cada aprendiz, bem como seu histórico, e fornece informações sobre esse contexto a todos os serviços do tipo Serviço de Aprendizagem Eletrônica Ciente de Contexto.

O Serviço do Contexto da Aprendizagem Eletrônica deve manter o histórico de solicitações. Isto é importante por diversos motivos, um deles pode ser a auditoria tanto de sistemas como de aprendizagem.

A maioria dos serviços pode solicitar o contexto ao Serviço de Contexto da Aprendizagem Eletrônica. Alguns serviços também podem solicitar a alteração do contexto atual. O Serviço de Contexto da Aprendizagem Eletrônica analisa o pedido

e realiza ou não a alteração mantendo o histórico do contexto. Existe também a possibilidade de se pedir o histórico dos contextos.

6.2.7 Serviço de Gerenciamento do Conteúdo da Aprendizagem

O Serviço de Gerenciamento do Conteúdo ativa um EO associado a um Ponto de Observação no conteúdo. Durante a observação o Elemento de Observação (EO) pode detectar a necessidade de mudança para outro conteúdo. O EO faz a solicitação ao Agenciador de Observação que entra em contato com o Serviço de Gerenciamento do Conteúdo Eletrônico solicitando a mudança.

O aprendiz navega pelo conteúdo, em certos momento pode ser solicitado a execução de alguma tarefa ao aprendiz. Este deve executá-la e continuar com a navegação.

O Serviço de Gerenciamento de Conteúdo Aprendizagem Eletrônica tem diferentes responsabilidades dependendo se for um LMS ou um LCMS.

7 Detalhamento de Serviços e Metadados da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

Neste capítulo estão descritos os Serviços e Metadados das informações dos conceitos e serviços da Arquitetura de Sistemas de Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica. Os conceitos e serviços são descritos em XML e formalizados graficamente em UML (*Unified Modeling Language*) (CONRAD; SCHEFFER; FREYTAG, 2000).

XML(*eXtensible Mark-up Language*) é linguagem para a criação de documentos com dados organizados de forma hierárquica, definida pelo W3C. Possuindo vantagens (W3C, 2006):

1. Representação do conteúdo.
2. Separação do conteúdo de sua visualização.
3. Simplicidade e legibilidade, tanto para humanos quanto para computadores

7.1 Metadados Básicos do Ponto de Observação

Os elementos XML:

- <var> </var>
- <value> <value>

usados na maioria dos serviços descritos a seguir, podem ser desde variáveis simples até objetos de dados complexos conhecidos pelos serviços que se comunicam.

7.1.1 Ponto de Observação

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do Ponto de Observação inserido numa Atividade de Aprendizagem Monitorada.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier>
</op-identifier>
  <op-name>
</op-name>
  <op-objective>
</op-objective>
  <observing element>
</observing element>
</obs: observing point>
  
```

Devem possuir os seguintes elementos:

- *<identifier>*: identifica univocamente o ponto dentro da Atividade de Aprendizagem Monitorada, ou um Objeto de Aprendizagem Monitorado.
- *<observing element>*: Elemento de Observação que realiza a observação.

São opcionais os seguintes elementos:

- *<op_name>*: nome do ponto de observação.
- *<op_objective>*: objetivo do ponto de observação.

Um exemplo:

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> DWL11F </op-identifier>
  <op-name> Lição 11 – Fim </ op-name>
  <op-objective> Marcar o fim da lição </op-objective>
  <observing element>
</observing element>
</obs: observing point>
  
```

7.1.2 Elemento de Observação

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do Elemento de Observação.

<observing element>

<who> <!-- quem é observado -->

<id> <!-- identificação de quem é observado --> </id>

<role> <!-- papel de quem é observado --> </role>

</who>

<when> <!-- quando é observado --> </when>

<where>

<activity>

<!-- Atividade de Aprendizagem onde ocorre a observação -->

</activity>

</where>

<what> <!-- o que é observado -->

<!-- pode ter várias variáveis com ou sem seus valores -->

<var> <!-- variável --> </var>

<value> <!-- valor --> </value>

</what>

<why>

<!-- pode ser uma lista de motivos -->

<reason> motivo </reason>

</why>

<how>

<method> <!-- método de observação --> </method>

</how>

</observing element>

Deve possuir os seguintes elementos:

1. <who>: identifica univocamente quem está sendo observado.

<id>: identificação de quem é observado.

2. *<when>*: identifica quando ocorre a observação.
3. *<where>*: identifica em qual trecho da atividade ocorre a observação
<activity>: identifica em qual atividade de aprendizagem ocorre a observação.
4. *<what>*: identifica o que está sendo observado. Podem ser várias variáveis com ou sem seus valores:
<var>: variáveis de observação. Usadas para descrever as características da observação.
<value>: valor da variável de observação.
5. *<how>*: identifica como ocorre a observação.
<method>: identifica o método que realiza a observação.
6. *<why>*: indica os motivos, as intenções da monitoração.

Os itens seguintes são opcionais:

1. *<who>*.
<role>: papel de quem está sendo observado. Usado para descrever melhor o aprendiz.

Um exemplo:

```

<observing element>
  <who>
    <id> 1234567 </id>
    <role> Aprendiz </role>
  </who>
  <when> 20/10/2006 09:00 </when>
  <where>
    <activity> CursoDWModulo1 </activity>
  </where>
  <what>
    <var> EntradaLicao11 </var> <value> TRUE </value>
  </what>
  <why>
    <reason> Monitorar a entrada na lição 11 </reason>
  </why>
  <how>
    <method>
      <m-identifier> Set </identifier>
    </method>
  </how>
</observing element>

```

7.1.3 Método do Elemento de Observação

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do Método do Elemento de Observação.

```

<method>
  <m-identifier>
    <!-- identificação do método do elemento de observação -->
  </m-identifier>
  <m-name>
    <!-- nome do método do elemento de observação -->
  </m-name>
  <m-description>
    <!-- objetivo do método do elemento de observação -->
  </m-description>
  <action>
    <!-- comando ou comando condicional -->
  </action>
</method>
  
```

O método inclui uma ou mais cláusulas `<action>` que determinam uma ou mais ações realizadas. Essa ação, em geral, envolve comunicação com o Agenciador de Observação através de comandos ou serviços. Os comandos, também, podem ser condicionais.

Devem possuir os seguintes elementos:

- `<m_identifier>`: identifica o método. Um método pode ser usado por vários EO.
- `<action>`: ação ou ações que realizam a observação e se comunicam com o Agenciador de Observação.

Os itens seguintes são opcionais:

- `<m_name>`: nome do método de observação.
- `<m_description>`: descrição do método.

Um exemplo:

```

<method>
  <m-identifier> Set </identifier>
  <m-name> Registro de Evento de Monitoração </m-name>
  <m-description>
    Registro de Evento de Monitoração no Repositório de Monitoração
  </m-description>
  <action>
    <Set>
    </Set>
  </action>
</method>

```

7.1.3.1 COMANDO

Uma ação (`<action>`) é um comando normal ou condicional. Um comando normal pode ser um serviço de comunicação entre os EO e o Agenciador de Observação ou entre o Agenciador de Observação e outros serviços do sistema de aprendizagem. A descrição dos serviços encontra-se em itens posteriores. No entanto, pode-se inserir vários outros tipos de comandos na cláusula `<action>`. Os comandos não se limitam aos descritos neste trabalho. A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML de um comando normal.

7.1.3.2 COMANDO CONDICIONAL E OPERADORES LÓGICOS

O comando condicional é uma ação *<action>*.

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML dos comandos condicionais e operadores lógicos.

<if>
<is> <var> </var> <value> </value> </is>

```

<and>
<is-not> <var> </var> <value> </value> </is>
<par>
    <less-than> <var> </var> <value> </value> </less-than>
    <or>
    <is> <var> </var> <value> </value> </is>
</par>
<and>
    <between>
        <var> </var>
        <value> </value>
        <value> </value>
    </between>
</if>
<then>
    <!-- comando -->
</then>

```

Deve possuir os seguintes elementos:

- **<if>** : indica o início da condição que deve ser verdadeira para executar as ações do then. Podem existir várias condições.
- **<is>**: indica a verificação de uma condição verdadeira. Pode ocorrer uma ou mais vezes dentro de um <if>. Um dupla <var>/<value> informa a condição.
- **<is-not>**: indica a verificação de uma condição falsa. Pode ocorrer uma ou mais vezes dentro de um <if>. Uma dupla <var>/<value> informa a condição.
- **<then>**: contém uma lista de ações <comando>, a serem executadas se a condição lógica do <if> for satisfeita. É obrigatório na cláusula <action> e não existente na cláusula <condition> dos serviços. Se não houver o comando condicional <then> não há o elemento <comando>.

Os operadores lógicos: podem ocorrer uma ou mais vezes dentro de um <if>.

São obrigatórios entre as condições dos comandos condicionais e são:

- **<par> </par>**: indica parênteses. Auxilia na organização do comando condicional. Não é considerado um operador lógico, apenas um agrupador de condições de comandos condicionais.
- **<and>**: indica inclusão. Liga elementos <is> ou <is-not>.
- **<or>**: operador ou. Liga elementos <is> ou <is-not>.
- **<greater-than>**: indica verdadeiro quando o primeiro valor for maior que o segundo. Possui dois elementos <is> ou <is-not>.
- **<less-than>**: indica verdadeiro quando o segundo valor for maior que o primeiro. Possui dois elementos <is> ou <is-not>.

- `<between> </between>`: indica que uma variável deve estar entre dois valores.

Um exemplo:

```

<if>
  <is> <var> FimLicao11 </var> <value> TRUE </value> </is>
  <and>
    <is> <var> FimLicao12 </var> <value> TRUE </value> </is>
    <and>
      <is> <var> FimLicao13 </var> <value> TRUE </value> </is>
    </if>
  <then>
    <var> FimModulo1 </var> <value> TRUE </value>
  </then>

```

7.2 Serviços de Monitoração

Um serviço é um conjunto de ações realizadas por um módulo e que são oferecidas a outros módulos através de mecanismos de comunicação.

Neste item descrevem-se os serviços trocados com o Agenciador de Observação.

7.2.1 Evento de Observação

O Evento de Observação é a mensagem enviada pelo Elemento de Observação ao Agenciador de Observação. É a estrutura de informação gravada no Repositório de Observação.

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do Evento de Observação.

```

<Event>
  <!-- lista de elementos -->
  <who>
    <id>    </id>
    <role>  </role>
  </who>
  <when> </when>
  <where>
    <activity>    </activity>
  </where>
  <what>
    <!-- lista de variáveis -->
    <var>    </var> <value> </value>
  </what>
  <why>
    <!-- lista de motivos -->
    <reason> </reason>
  </why>
</Event>

```

Um exemplo:

```

<Event>
  <who>
    <id> 1234567 </id>
    <role > Aprendiz </role >
  </who>
  <when > 21/10/2006 09:00 </when >
  <where>
    <activity> CursoDWModulo1 </activity>
  </where>
  <what>
    <var> EntradaLicao11 </var> <value> TRUE </value>
  </what>
  <why>
    <reason> Monitorar a entrada na lição 11 </reason>
  </why>
</Event>

```

7.2.2 Elemento de Observação interagindo com o Agenciador de Observação

A figura 15 mostra a interação, troca de serviços, entre Agenciador de Observação com o Elemento de Observação.

Figura 15: Interação do Agenciador de Observação com o Elemento de Observação

7.2.3 Set

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço *Set*.

```

<action>
  <Set>
    <!-- lista de variáveis e seus valores -->
    <var> </var> <value> </value>
    <!-- ou Evento -->
    <Event>
    </Event>
    <condition>
      <!-- comando condicional -->
    </condition>
  </Set>
</action>

```

<Set> é um serviço, um tipo de ação, de um Elemento de Observação associado à criação e envio de um evento ou variáveis ao Agenciador de Observação, ou do Agenciador de Observação ao EO.

Pode conter uma variável, uma lista de variáveis, ou um evento <Event> </Event>. Deve possuir ao menos um desses elementos.

O elemento XML <condition> é a condição de registro, no caso de Evento, no Repositório de Observação. Não é obrigatório, mas se existir deve ter pelo menos uma condição.

Um exemplo

```

<action>
  <Set>
    <Event>
      <who> 1234567 </who>
      <role> Aprendiz </role>
      <when> 21/10/2006 09:00 </when>
      <where>
        <activity> CursoDWModulo1 </activity>
      </where>
    </Event>
  </Set>
</action>

```

```

<what>
  <var> EntradaLicao11 </var> <value> TRUE </value>
</what>
<why>
  <reason> Monitorar a entrada na lição 11 </reason>
</why>
</Event>
</Set>
</action>

```

7.2.4 Get e Get_last

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço Get e Get_last.

```

<action>
  <Get>
    <!-- lista de variáveis -->
    <var> </var>
    <condition>
      <!-- comando condicional -->
    </condition>
  </Get>
</action>

```

```

<action>
  <Get-last>
    <!-- lista de variáveis -->

```

```

    <var>    </var>
    <condition>
        <!-- comando condicional ->
    </condition>
</Get-last>
</action>

```

<Get> é um serviço do Elemento de Observação associado à recuperação de informações do Repositório de Observação. O Elemento de Observação obtém as informações através do Agenciador de Observação.

<Get-last> é semelhante ao comando Get com a diferença de solicitar apenas a última informação armazenada.

As variáveis solicitadas podem ser múltiplas em ambos os casos. Deve possuir ao menos um elemento.

O elemento XML <condition> é a condição de pesquisa. Não é obrigatório, mas se existir deve ter pelo menos condição.

Um exemplo para *Get-last*:

```

<action>
  <Get_last>
    <var> FimLicao11 </var>
    <condition>
      <if>
        <is><var> op-identifier </var> <value> DWL11F </value></is>
        <and>
          <is><var> who </var> <value> 1234567 </value></is>
        <and>
          <is><var> where </var> <value> CursoDW </value></is>
        </if>
      </condition>
    </Get_last>
  </action>

```

7.2.5 Get_Profile

Este serviço está descrito no item “Agenciador de Observação interagindo com o Serviço do Perfil do Aprendiz” a seguir.

7.2.6 *Get_Context*

Este serviço está descrito no item “Agenciador de Observação interagindo com o Serviço do Contexto da Aprendizagem” a seguir.

7.2.7 *Set_Context*

Este serviço está descrito no item “Agenciador de Observação interagindo com o Serviço do Contexto da Aprendizagem” a seguir.

7.3 Agenciador de Observação interagindo com o Serviço do Perfil do Aprendiz

O Serviço do Perfil do Aprendiz fornece informações sobre os atributos do perfil do aprendiz. Os atributos são organizados em conjuntos. A figura 16 mostra a interação do Agenciador de Observação com o Serviço do Perfil do Aprendiz.

Figura 16: Interação do Agenciador de Observação com o Serviço do Perfil do Aprendiz

7.3.1 *Get_Profile*

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço *Get_Profile*.

```

<action>
  <Get_Profile>
    <id> </id>
    <profile>
      <!-- lista de variáveis desejadas-->
      <var> </var>
    </profile>
    <condition>
      <!-- comando condicional -->
    </condition>
  </Get_Profile>
</action>
  
```

<Get_Profile> é um serviço do Elemento de Observação associado à solicitação de um perfil do aprendiz. O Elemento de Observação solicita este serviço ao Agenciador de Observação, que solicita ao Serviço do Perfil do Aprendiz. O Serviço do Perfil do Aprendiz responde com um serviço <Set_Profile>.

O elemento <id> é a identificação do aprendiz. O elemento <profile> contém a lista de atributos do perfil desejada. Os atributos são definidos pelo elemento <var>. O elemento <condition> é a condição de pesquisa. Não é obrigatório.

Um exemplo:

```

<action>
  <Get_Profile>
    <id> 1234567 </id>
    <profile>
      <var> Name </var>
      <var> Birthday </var>
      <var> Preferred Subject </var>
      <var> Preferred Hour to Study </var>
    </profile>
    <condition>
      <if>
        <is><var> year </var> <value> 2006 </value></is>
      </if>
    </condition>
  </Get_Profile>
</action>
  
```

```

    <and>
      <is><var> month </var> <value> 07 </value></is>
    <and>
      <is><var> role </var> <value> learner </value></is>
    </if>
  </condition>
</Get_Profile>
</action>

```

7.3.2 Set_Profile

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço *Set_Profile*.

```

<action>
  <Set_Profile>
    <id> </id>
    <profile>
      <!-- lista de variáveis e seus valores -->
      <var> </var> <value> </value>
    </profile>
    <condition>
      <!-- comando condicional -->
    </condition>
  </Set_Profile>
</action>

```

<Set_Profile> é um serviço do Agenciador de Observação associado à recuperação de um ou mais perfis de aprendizes. Ocorre em resposta ao serviço <Get_Profile>. Ao receber as informações do Serviço do Perfil do Aprendiz o Agenciador de Observação responde à solicitação feita pelo Elemento de Observação.

O elemento *<id>* é a identificação do aprendiz. O elemento *<profile>* contém a lista de atributos desejada. Os atributos são definidos pelos elementos *<var>*, *<value>*. O elemento *<condition>* é a condição de registro. Não é obrigatório.

Um exemplo:

```

<action>
  <Set_Profile>
    <id> 1234567 </id>
    <profile>
      <var> Name </var> <value> José Silva </value>
      <var> Birthday </var> <value> 07/05/1980 </value>
      <var> Role </var> <value> Aprendiz </value>
      <var> Preferred Subject </var> <value> Mathematics </value>
      <var> Preferred Hour to Study </var> <value> 23:00 </value>
    </profile>
  </Set_Profile>
</action>

```

7.4 Agenciador de Observação interagindo com o Serviço do Contexto da Aprendizagem

O Serviço do Contexto da Aprendizagem fornece informações sobre os atributos do contexto do aprendiz. A figura 17 mostra a interação do Agenciador de Observação com o Serviço do Contexto da Aprendizagem Eletrônica.

Figura 17: Interação do Agenciador de Observação com o Serviço do Contexto da Aprendizagem Eletrônica

7.4.1 Get_Context

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço *Get_Context*.

```

<action>
  <Get_Context>
    <id> </id>
    <context>
      <!-- lista de variáveis desejadas-->
      <var> </var>
    </context>
    <condition>
      <!-- comando condicional -->
    </condition>
  </Get_Context>
</action>
  
```

<Get_Context> é um serviço do Elemento de Observação associado à solicitação do contexto da aprendizagem. O Elemento de Observação solicita este serviço ao Agenciador de Observação, que precisa solicitar ao serviço <Get_Context> do Serviço do Contexto da Aprendizagem. O Serviço do Contexto da Aprendizagem responde com um serviço <Set_Context>.

O elemento <id> é a identificação do aprendiz (*learner*). O elemento <context> contém a lista de atributos de contexto desejada. Os atributos são definidos pelo elemento <var>. O elemento <condition> é a condição de pesquisa. Não é obrigatório.

Um exemplo:

```

<action>
  <Get_Context>
    <id> 1234567 </id>
    <context>
      <var> when </var>
      <var> what </var>
      <var> where </var>
      <var> how </var>
    </context>
  </Get_Context>
</action>
  
```

```

<condition>
  <if>
    <is><var> subject </var> <value> Mathematics </value></is>
  </if>
</condition>
</Get_Context>
</action>

```

7.4.2 Set_Context

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço *Set_Context*.

```

<action>
  <Set_Context>
    <id> </id>
    <context>
      <!-- lista de variáveis e seus valores -->
      <var> </var> <value> </value>
    </context>
    <condition>
      <!-- comando condicional -->
    </condition>
  </Set_Context>
</action>

```

<Set_Context> é um serviço do Agenciador de Observação associado à recuperação do contexto de aprendizagem. Ocorre em resposta ao serviço <Get_Context>. Ao receber as informações o Agenciador de Observação responde à solicitação feita pelo Elemento de Observação.

O elemento `<id>` é a identificação do aprendiz (*learner*). O elemento `<context>` contém a lista de atributos desejada. Os atributos são definidos pelo elemento `<var>` e `<value>`. O elemento `<condition>` é a condição de registro. Não é obrigatório.

Um exemplo:

```

<action>
  <Set_Context>
    <id> 1234567 </id>
    <context>
      <var> when </var> <value> 21/10/2006 09:00 </value>
      <var> what </var>
      <value> <FimLicao11> TRUE </FimLicao11> </value>
      <var> where </var>
      <value> <activity> CursoDWModulo1 </activity>
      </value>
      <var> how </var> <value> Set </value>
    </context>
  </Set_Context>
</action>

```

7.5 Agenciador de Observação interagindo com o Serviço de Gerenciamento de Conteúdo

O Agenciador de Observação pode solicitar alteração de conteúdo ao Serviço de Gerenciamento de Conteúdo (*Change_Content*) ou o Serviço de Gerenciamento de Conteúdo pode informar ao Agenciador de Observação sobre algo que alguma Atividade de Aprendizagem ou Objeto de Aprendizagem solicitou (*Inform*). A figura 18 mostra a interação do Agenciador de Observação com o Serviço de Gerenciamento do Conteúdo Aprendizagem Eletrônica.

Figura 18: Interação do Agenciador de Observação com o Serviço de Gerenciamento do Conteúdo da Aprendizagem Eletrônica

7.5.1 Change_Content

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço *Change_Content*.

<Change_Content> é um serviço onde o Elemento de Observação solicita a alteração para um novo conteúdo. O Elemento de Observação requisita este serviço ao Agenciador de Observação, que repassa a requisição ao serviço Serviço de Gerenciamento de Conteúdo. O Serviço de Gerenciamento de Conteúdo realiza sempre a alteração e responde com um serviço <Current_Content>.

O elemento <id> é a identificação do aprendiz. O elemento <change_content> contém a lista de atributos de contexto desejada. Os atributos são definidos pelos elementos <var> e <value>. Pelo menos um elemento é obrigatório. O elemento <condition> é a condição de pesquisa. Não é obrigatório.

```

<action>
  <Change_Content>
    <id> </id>
    <change_content>
      <!-- lista de variáveis desejadas-->
      <var> </var> <value> </value>
    </change_content>
    <condition>
      <!-- comando condicional -->
    </condition>
  </Change_Content>
</action>
  
```

Um exemplo:

```

<action>
  <Change_Content>
  
```

```

<id> 1234567 </id>
<change_content>
  <var> content </var> <value> Modulo1-Tarefa11 </value>
</change_content>
<condition>
  <if>
    <is><var> ResultadoTarefa1 </var> <value> False </value></is>
  </if>
</condition>
</Change_Content>
</action>

```

7.5.2 Current_Content

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço *Current_Content*.

```

<action>
  <Current_Content>
    <id> </id>
    <current_content>
      <!-- indicação de sucesso/ título (URL) do conteúdo atual-->
      <var> status </var> <value> </value>
      <var> current_content </var> <value> </value>
      <!-- lista de variáveis -->
      <var> </var> <value> </value>
    </current_content>
  </Current_Content>
</action>

```

<Current_Content> é um serviço do Agenciador de Observação associado à mudança da navegação. Ocorre em resposta ao serviço <Change_Content>. Ao receber as informações o Agenciador de Observação responde à solicitação feita pelo Elemento de Observação.

O elemento `<id>` é a identificação do aprendiz. O elemento `<current_content>` contém indicação se a houve sucesso na mudança da navegação `<status>` e o título `<current_content>` do conteúdo atual. Ambos são definidos pelos elementos `<var>` e `<value>`. A lista de variáveis e valores não é obrigatória.

Um exemplo:

```

<action>
  <Current_Content>
    <id> 1234567 </id>
    <current_content>
      <!-- indicação de sucesso/ título (URL) do conteúdo atual-->
      <var> status </var> <value> TRUE </value>
      <var> current_content </var>
      <value> larc.usp.br/labredes/exeriencia1 </value>
    </current_content>
  </Current_Content>
</action>

```

7.5.3 Inform

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço *Inform*.

O serviço *Inform* pode ser um questionamento e a resposta ao questionamento de outro serviço *Inform* contendo as informações requisitadas, ou pode ser apenas uma informação sobre algo importante, neste caso não há resposta. Quando for apenas questionamento não possui o `<value>`. Quando resposta ou informação possui o `<value>`.

```

<action>
  <Inform>
    <!-- lista de variáveis -->
    <var> </var> <value> </value>

```

```

    <var> </var> <value> </value>
    <var> </var> <value> </value>
  <condition>
    <!-- comando condicional →
  </condition>
</Inform>
<action>

```

Quando uma Atividade de Aprendizagem Monitorada ou Objeto de Aprendizagem Monitorado precisa se comunicar com o Agenciador de Observação, ele solicita ao Serviço de Gerenciamento do Conteúdo Eletrônico que informe o Agenciador de Observação através do serviço <Inform>. Existe uma lista de variáveis. As variáveis usadas neste caso são: <serviço>, <atividade>, <status>. O elemento XML <condition> não é obrigatório. Algumas variáveis são comumente usadas como serviço, atividade e status.

Um exemplo:

```

<action>
  <Inform>
    <var> servico </var> <value> ServicoObservacao </value>
    <var> atividade </var> <value> AvaliacaoInicial </value>
    <var> status </var> <value> Fim </value>
  <condition>
    <if>
      <is><var> ponto_operacao </var> <value> DWL11E </value></is>
    </if>
  </condition>
</Inform>
</action>

```

7.6 Agenciador de Observação interagindo e retornando as informações solicitadas por outros serviços

O Agenciador de Observação da Aprendizagem Eletrônica fornece informações sobre os atributos dos eventos de monitoração e acompanhamento do aprendiz a outros serviços. Os atributos são organizados em conjuntos.

A figura 19 mostra a interação do Agenciador de Observação com o Serviço de Avaliação da Aprendizagem, que é semelhante a interação do Agenciador com outros serviços.

Figura 19: Interação do Agenciador de Observação com o Serviço de Avaliação

7.6.1 *Get_Observation*

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço *Get_Observation*.

<action>

<Get_Observation>

<id> </id>

<observation>

<!-- lista de variáveis desejadas-->

<var> </var>

</observation>

<condition>

<!-- comando condicional -->

</condition>

</Get_Observation>

</action>

`<Get_Observation>` é um serviço que solicita informações de observação ao Agenciador de Observação. O Agenciador de Observação responde com um serviço `<Set_Observation>`.

O elemento `<id>` é a identificação do aprendiz. O elemento `<observation>` contém a lista de atributos de observação desejada. Os atributos são definidos pelo elemento `<var>`. O elemento `<condition>` é a condição de pesquisa. Não é obrigatório.

Um exemplo:

```

<action>
  <Get_Observation>
    <id> 1234567 </id>
    <observation>
      <var> EntraLicao11 </var>
      <var> SaidaLicao11 </var>
      <var> SaidaModulo1 </var>
      <var> AvaliacaoAprendiz </var>
    </observation>
    <condition>
      <if>
        <is><var> when </var>
          <value> 21/10/2006 09:00 </value></is>
        <and>
          <is><var> what </var>
            <value> <FimLicao11> TRUE </FimLicao11> </value></is>
          <and>
            <is><var> where </var>
              <value> <activity> CursoDWModulo1 </activity>
              </value></is>
            <and>
              <is><var> how </var> <value> Set</value></is>
            </if>
          </condition>
        </Get_Observation>
      </action>

```

7.6.2 Set_Observation

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço `Set_Observation`.

```

<action>
  <Set_Observation>
    <id> </id>
    <observation>
      <!-- lista de variáveis e seus valores -->
      <var> </var> <value> </value>
    </observation>
    <condition>
      <!-- comando condicional →
    </condition>
  </Set_Observation>
</action>

```

<Set_Observation> é um serviço do Agenciador de Observação associado à recuperação de informações observadas e armazenadas no Repositório de Observação. Ocorre em resposta ao serviço <Get_Observation>.

O elemento <id> é a identificação do aprendiz. O elemento <observation> contém a lista de atributos desejada. Os atributos são definidos pelos elementos <var> e <value>. O elemento <condition> é a condição de registro. Não é obrigatório.

Um exemplo:

```

<action>
  <Set_Observation>
    <id> 1234567 </id>
    <observation>
      <var> when </var> <value> 21/10/2006 09:00 </value>
      <var> what </var>
      <value> <FimLicao11> TRUE </FimLicao11> </value>
      <var> where </var>
      <value> <activity> CursoDWModulo1 </activity> </value>
      <var> how </var> <value> Set</value>
    </observation>
  </Set_Observation>
</action>

```

</action>

7.6.3 Count_Events

A seguir apresentam-se as estruturas XML e UML do serviço *Count_Events*.

```

<action>
  <Count_Events>
    <!-- lista de variáveis -->
    <var>    </var>
    <condition>
      <!-- comando condicional -->
    </condition>
  </Count_Events>
</action>

```

Qualquer serviço da Aprendizagem Eletrônica pode solicitar ao Agenciador de Observação a quantidade de eventos. Podem-se informar as condições da contagem. Pelo menos uma variável é obrigatória. O elemento XML *<condition>* não é obrigatório. O serviço *<Count_Events>* questiona o número de Eventos, neste caso usa apenas *<var> </var>*. A resposta ocorre através do mesmo serviço *<Count_Events>*, neste caso tendo *<var> </var> <value> </value>*.

Um exemplo:

```

<action>
  <Count_Events>
    <var> servico </var>
    <var> atividade </var>
    <condition>
      <between>
        <var> when </var>
        <value> 01/01/2006 </value>
        <value> 31/12/2006 </value>
      </between>
    </condition>
  </Count_Events>
</action>

```

```
</condition>  
</Count_Events>  
</action>
```

7.7 Comentários

A proposta apresentada se presta a diferentes construções de interpretadores ou scripts.

Existem ao longo da definição XML a necessidade de obtenção de informação de sistema dinâmica, tais como data e hora que devem ser detectadas visando uma construção.

O XML foi utilizado com uma linguagem de especificação. Atualmente, o XML gera conteúdo muito grande, por causa da grande quantidade de tags necessários e os interpretadores XML são lentos.

Os empacotamentos SCORM e *Learning Design* são descritos em XML. A integração com a Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica é natural.

8 Estudo de Casos

Para validar os metadados e serviços, descritos no capítulo 7, serão apresentados dois estudos de caso:

- Um caso real, com aprendizagem eletrônica e presencial.
- Um caso fictício totalmente eletrônico.

O Caso 1 encontra-se detalhado no Anexo A e o Caso 2 está detalhado no Anexo B.

8.1 Caso 1: Curso de TCP do Laboratório de Redes de Computadores (LARC) – Aprendizagem Mista

A disciplina Laboratório de Redes de Computadores pertence ao curso de Engenharia de Computação da EPUSP (Escola Politécnica da USP). Possui várias experiências práticas de redes, em geral com duração de quatro horas realizadas no próprio laboratório. A experiência com maior peso na avaliação final é o desenvolvimento de um projeto. No caso o projeto foi construir o protocolo TCP/IP.

8.1.1 Estrutura da Experiência

O projeto é desenvolvido em grupo de três alunos ao longo de um semestre letivo existindo três pontos intermediários de verificação, onde os alunos apresentam a implementação realizada. A experiência é estruturada em fases, cada uma valendo um percentual da nota. As fases são:

1. Avaliação Inicial dos conceitos relacionados ao experimento.
2. Desenvolvimento do experimento.
3. Avaliação Final: apresentação dos resultados obtidos e avaliação destes.

Existe um monitor disponível para resolver as dúvidas. Ele acompanha os aprendizes no laboratório, e, disponibiliza parte de seu tempo para auxiliar os aprendizes fora do laboratório.

Os outros Elementos de Observação (EO) apenas gravam eventos para posterior análise, tais como:

1. Quantos alunos acertaram a questão 1 e foram reprovados.
2. Quantos alunos ficaram, no final do curso, abaixo da média, mas fizeram um trabalho excelente. Considera-se para a nota a avaliação das provas e o trabalho

Figura 21: Agenciador de Monitoração interagindo com Elementos de Observação - laboratório TCP

8.1.3 Aprendizagem

O desenvolvimento do experimento foi dividido em três partes, cada uma valendo um percentual da nota de desenvolvimento do experimento:

1. Módulo 1: Ambientação com o simulador e as ferramentas que auxiliam o desenvolvimento.
2. Módulo 2: Construção da fase de conexão TCP.
3. Módulo 3: Construção da fase de troca de dados TCP.

A construção da fase de troca de dados TCP depende do correto funcionamento da fase de conexão. Ao final de cada uma das fases de construção os resultados são apresentados e uma avaliação presencial é feita. Se a fase de troca de dados não funcionar corretamente, o aprendiz tem que corrigi-la para o próximo módulo, onde começa o desenvolvimento da fase de troca de dados TCP. O código é entregue e analisado após a construção da fase de troca de dados TCP, quando o projeto deve estar concluído.

Notou-se que aumentando a quantidade de Pontos de Checagem, a qualidade dos resultados melhorava.

- i O conceito de Ponto de Checagem da aprendizagem convencional apresenta-se como um conceito semelhante ao Ponto de Observação na aprendizagem eletrônica. A cada Ponto de Checagem, perguntas, apresentações e observações eram feitas, orientando o aprendiz e motivando-o a continuar.
- ii Numa transformação para Aprendizagem Eletrônica o Ponto de Checagem tem alta probabilidade de tornar-se um Ponto de Observação.

Figura 22: Monitor atuando como Agenciador de Monitoração nos Pontos de Checagem

8.1.4 Avaliação Final

Avaliação final é a análise da qualidade do código e a verificação da conexão e troca mensagens do projeto com uma construção padrão.

Considera-se os Pontos de Observação, com seus EO associados, quando o aprendiz envia:

1. As versões que produz durante a fase de desenvolvimento.
2. A versão final.

8.1.5 Análise da Aprendizagem

Seja a seguinte tabela representando os dados dos Elementos de Observação (EO) armazenados no Repositório de Observação.

Identificação Aprendiz	Data da Entrega	Tipo da Entrega	Módulo da Entrega	Avaliação do Monitor
123	23/06/2006	Parcial	Módulo 3	Muitas dúvidas, mas esforçado.
234	27/06/2006	Parcial	Módulo 3	Poucas dúvidas.
123	27/06/2006	Parcial	Módulo 3	Melhorou muito.
456	03/07/2006	Parcial	Módulo 3	Poucas dúvidas.
123	03/07/2006	Parcial	Módulo 3	Melhorou muito.
678	09/07/2006	Parcial	Módulo 3	Muitas dúvidas.
123	10/07/2006	Final	Módulo 3	Excelente
678	10/07/2006	Final	Módulo 3	Regular
456	10/07/2006	Final	Módulo 3	Boa
234	10/07/2006	Final	Módulo 3	Excelente
987	10/07/2006	Final	Módulo 3	Ruim

8.2 Caso 2: Curso DW para uma empresa disseminar conceitos – Aprendizagem totalmente Eletrônica

Seja um curso DW totalmente eletrônico. O curso é para uma empresa que deseja disseminar conceitos técnicos. O Sistema de Aprendizagem Eletrônica da empresa possui certificação, os aprendizes e o material educacional também são.

Existe uma Avaliação Inicial para verificar se o aprendiz tem condições de fazer o curso. O curso foi estruturado em três módulos, que podem ser realizados em paralelo. A Avaliação Final do curso permite interação, via Sistema de Aprendizagem Eletrônica, com um monitor. A avaliação é feita através de um Projeto.

8.2.1 Estrutura do curso

Figura 23: Estrutura do Curso DW

8.2.2 Especificação Técnica da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica

Este item contém a especificação técnica da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica do curso DW. Detalham-se apenas as partes principais definidas no Guia da Aprendizagem Eletrônica e da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica. Pretende-se observar o aprendiz que sabe que está sendo monitorado e acompanhado. O propósito da monitoração e acompanhamento para este curso tem os seguintes objetivos:

1. Obter as informações de monitoração e acompanhamento da Avaliação Inicial.
2. Verificar a conclusão dos módulos antes da Avaliação Final. Os módulos podem ser realizados em paralelo.
3. Obter as informações de monitoração e acompanhamento da Avaliação Final.

8.2.2.1 REQUISITOS DE MONITORAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM ELETRÔNICA

Os requisitos principais da monitoração e acompanhamento são:

1. Avaliação Inicial:
 - a. Verificar a correta realização de uma tarefa.
 - b. Mudar a navegação quando necessário (aprendiz falhou na tarefa) para um conteúdo alternativo de aprendizagem e ativar a execução de uma nova tarefa.
 - c. Registrar (enviar um evento para o Agenciador de Observação) do resultado da execução da tarefa.
2. Aprendizagem. Garantir a conclusão dos módulos antes do início da avaliação final.
3. Avaliação Final. Obter as informações de monitoração e acompanhamento da Avaliação Final.

8.2.3 Avaliação Inicial

A Avaliação Inicial é composta por um conjunto de tarefas e módulos alternativos de aprendizagem. É uma Atividade de Aprendizagem. A figura 24 mostra a representação da tarefa chamada Ti. Verifica-se a correta realização de uma tarefa (Acertou?). No caso de sucesso (sim) existe um laço. Esse laço significa próxima tarefa. O resultado da tarefa é armazenado.

Figura 24: Avaliação Inicial do Curso DW

Nesse ponto da Atividade de Aprendizagem Avaliação Inicial há um Ponto de Monitoração chamado Primeira_Chance. A tarefa é um conteúdo eletrônico gerenciada pelo Serviço de Gerenciamento de Conteúdo Eletrônico. Para que o Agenciador de Observação saiba o resultado (sucesso ou falha) é preciso que a tarefa peça ao Serviço de Gerenciamento de Conteúdo Eletrônico para avisar o Agenciador de Observação. Esse resultado deve ser armazenado.

No caso de falha na execução da tarefa *Ti*, existe outra oportunidade: estudar um módulo de reforço, fornecido de acordo com o perfil do aprendiz, e executar a tarefa *Tij*. Isso exige do sistema a mudança da navegação para um conteúdo alternativo de aprendizagem, um conteúdo de reforço, e a ativação de uma nova tarefa *Tij*. A escolha do conteúdo de reforço pode ser feito de acordo com o perfil e contexto do aprendiz. É o mesmo Ponto de Observação, por exemplo, chamado *Primeira_Chance*, que trata disto.

Após a execução da tarefa *Tij* um novo Ponto de Observação, por exemplo, chamado *Segunda_Chance*, registra simplesmente o resultado sem verificar se houve sucesso ou falha. Existe um laço. Esse laço significa seguir para a próxima tarefa.

Registrar significa enviar um evento com o resultado da execução da tarefa, no caso usando o serviço *Set* do Elemento de Observação, para o Agenciador de Observação.

Para o início da Avaliação existem dois Pontos de Monitoração:

- Obter o Perfil do Aprendiz, através, do serviço *Get_Profile*.
- Obter o Contexto do Aprendiz, através, do serviço *Get_Context*.

Ao final de cada tarefa é preciso:

1. Enviar um Evento de Observação e um novo Contexto com o resultado da Avaliação. Verificar o resultado:
 - a. Se positivo, então, mudar o conteúdo para a próxima questão.
 - b. Se negativo mudar o conteúdo para um módulo de recuperação, que:
 - i Contém um módulo de estudo de recuperação.
 - ii Uma nova questão. Um Evento de Observação e um novo Contexto são enviados com o resultado independentemente dele.

Após obter os dados dos aprendizes, podem-se avaliar alguns indicadores, por exemplo:

1. Quantos aprendizes não precisaram do módulo de reforço, por tarefa realizada, tiveram sucesso.
2. Quantos aprendizes precisaram do módulo de reforço para terem sucesso.
3. Quantos aprendizes mesmo com o módulo de reforço falharam.
4. Qual o percentual de Sucesso, Sucesso com reforço, Insucesso.
5. Qual o grau de desistência em que momento

A partir dos dados históricos pode-se determinar:

6. Qual relação numérica de aprendizes nos conjuntos formados considerando o resultado Sucesso, Sucesso com reforço, Insucesso, numa série histórica de diferentes turmas.
7. Como cada aprendiz evoluiu.
8. Qual relação numérica de aprendizes que desistiram, numa série histórica de diferentes turmas.
9. Qual a causa do sucesso com reforço ou insucesso.

A figura 25 representa os Elementos de Observação (EO) no conteúdo da Avaliação Inicial.

Figura 25: Elementos de Observação (EO) no conteúdo da Avaliação Inicial do Curso DW

8.2.4 Aprendizagem Eletrônica

Para garantir que todos os módulos são concluídos, basta garantir que as lições dos módulos sejam concluídas. Como o aprendiz pode realizar as atividades em momentos diferentes, o contexto tem que ser mantido. Assim, projetam-se os seguintes Pontos de Observação com Elemento de Observação que registre as informações (*Set*).

Em relação aos Pontos e Elementos de Observação considerar que:

1. Cada lição dos módulos deve ter:
 - a. Um Ponto de Observação no início, com um Elemento de Observação para registrar que a lição foi iniciada.
 - b. Um Ponto de Observação no final, com um Elemento de Observação para registrar que a lição foi concluída.
2. Cada módulo deve ter um Ponto de Observação no final, com um Elemento de Observação que verifica se suas lições foram concluídas e que registre essa informação.

Os Elementos de Monitoração do início de uma lição, final de uma lição e final do módulo, possuem duas ações:

- Armazenar o Evento de Monitoração, o serviço *Set*.
- Armazenar o Contexto de Monitoração, o serviço *Set_Context*.

Armazenar o Contexto é necessário, pois, o Aprendiz não é obrigado a executar todas as atividades num mesmo período. Pode iniciar uma lição e parar, retomando-a outro dia. Com isso, é preciso recuperar o contexto no início do curso.

Figura 26: Representação da relação dos Elementos de Observação (EO) do Conteúdo de Aprendizagem com o Agenciador de Observação do Curso DW

8.2.5 Avaliação Final

A Avaliação Final consiste no desenvolvimento de um projeto da área. Existem algumas fases:

1. Definir Projeto:
 - a. Há um conjunto de interações entre o aprendiz e o monitor para definição do Tema do projeto.
 - b. Quando o Tema é aceito passa-se para a próxima fase.
2. Especificar Projeto:
 - a. O aprendiz especifica o projeto.
 - b. Há um conjunto de interações entre o aprendiz e o monitor para acertar a especificação do projeto.
 - c. Quando a Especificação é aceita passa-se para a próxima fase.
3. Construir Projeto:
 - a. O aprendiz constrói o projeto.
 - b. Há um conjunto de interações entre o aprendiz e o monitor para acertar a construção do projeto.
 - c. Quando a construção é aceita passa-se para a próxima fase.
4. Avaliar Projeto:
 - a. O monitor analisa todas as fases.
 - b. O monitor analisa a construção do projeto.

A interação é sempre eletrônica, os atores não se falam pessoalmente. Para que o monitor possa avaliar o aprendiz deve colocar os seguintes Pontos de Observação:

1. Definir Projeto:
 - a. Um Ponto de Observação no início, e, outro no final da definição do tema, que é feita pelo aprendiz.
 - b. Um Ponto de Observação no início, e, outro no final do questionamento e defesa do tema, que é feita pelo aprendiz.

- c. Um Ponto de Observação no início, e, outro no final da “não aceitação” do tema, que é feita pelo monitor, ou da aceitação do tema, que é feita pelo monitor.

2. Especificar Projeto:

- a. A especificação é feita usando uma Aplicação de Aprendizagem Eletrônica Monitorada. Essa aplicação tem vários Pontos de Observação.
- b. Enquanto o aprendiz está especificando o projeto, o monitor pode fazer algumas intervenções.

3. Construir Projeto:

- a. A construção é feita usando uma Aplicação de Aprendizagem Eletrônica Monitorada. Essa aplicação tem vários Pontos de Observação
- b. Enquanto o aprendiz esta construindo o projeto, o monitor pode fazer algumas intervenções.

4. Avaliar Projeto:

A avaliação é feita pelo Serviço de Avaliação da Aprendizagem Eletrônica.

9 Conclusão

Este trabalho propôs um modelo e uma arquitetura para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica. Também foram definidos os metadados e serviços da arquitetura, tanto das interações entre as entidades de monitoração como das interações com os componentes externos ao MAAE. Definiram-se os conceitos e o modelo conceitual da MAAE

Uma contribuição foi a definição dos conceitos para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica. Foi criada uma linguagem, um vocabulário comum, entre os diferentes atores: Mentor da Aprendizagem Eletrônica, Arquiteto Pedagógico da Aprendizagem Eletrônica, Arquiteto de Conteúdo Eletrônico, Autor, Professor, Avaliador, Aprendiz, do Processo de Aprendizagem Eletrônica. Essa linguagem, também, é útil para os desenvolvedores de Sistemas de Aprendizagem Eletrônica, de aplicativos de Aprendizagem Eletrônica, de Atividades de Aprendizagem Monitoradas, de Objetos de Aprendizagem Monitorados. Com isso, melhora-se a comunicação, cooperação e intercâmbio de Elementos de Observação, idéias, componentes, mecanismos, métodos.

Outra contribuição foi caracterizar, definir e conceituar claramente os Processos de Aprendizagem Eletrônica com suas atividades de Aprendizagem. Detalham-se as atividades relacionadas à Monitoração e Acompanhamento: define-se a estratégia de monitoração (Modelagem do Processo da Aprendizagem Eletrônica), insere-se os mecanismos de observação nas Atividades de Aprendizagem (Processo da Produção do Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica), define-se onde ocorre a interação monitorada do aprendiz (Processo da Aprendizagem Eletrônica), define-se onde se obtém as informações definidas de acordo com o planejamento prévio, e, então, define-se como se analisam essas informações geradas (Processo de Avaliação e Análise da Aprendizagem Eletrônica). Esta contribuição é importante para entender e organizar os vários momentos da Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica no contexto dos Processos de Aprendizagem Eletrônica. Os processos organizam as atividades, definem os recursos, clarificam as restrições, especificam os resultados de cada fase e melhoram as relações entre os atores, pois definem claramente seus papéis. A definição dos processos aumenta

a produtividade, qualidade e quantidade de conteúdo monitorado da Aprendizagem Eletrônica.

A contribuição dependente da criação dos conceitos e da definição dos processos, foi o projeto da Arquitetura de Sistemas para Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica definida pelo seu modelo conceitual, pela interação com serviços externos, do Sistema de Gerenciamento da Aprendizagem Eletrônica, e pela representação XML dos elementos dos conceitos criados e dos serviços definidos (projetados). Ela independe de uma abordagem pedagógica específica. Por ser orientada a serviço possui maior grau de: reutilização, interoperabilidade e capacidade de crescimento rápido e consistente. Uma arquitetura de sistemas orientada a serviços, com o mesmo modelo conceitual e a representação dos elementos XML é útil para intercâmbio de conteúdo e Elementos de Observação. Os padrões internacionais ainda não apresentam solução adequada a monitoração e por esta razão uma contribuição deste trabalho foi modelar essas interações entre os serviços e o conteúdo.

Outra contribuição resultante da necessidade de se definir os componentes e serviços da Arquitetura de Sistemas para a MAAE, foi a descrição e parte do detalhamento de alguns dos serviços externos à monitoração, ainda não detalhados nos padrões internacionais, por exemplo:

1. Serviço de Contexto da Aprendizagem Eletrônica.
2. Serviço do Perfil do Aprendiz.
3. Serviço de Avaliação da Aprendizagem Eletrônica.
4. Serviço de Análise da Aprendizagem Eletrônica.
5. Serviço de Adaptação.

9.1 Trabalhos Futuros

Este trabalho pode servir de subsídio a propostas de padronização de mecanismos de monitoração.

A definição de sistemas que permitam a adaptação da aprendizagem ao perfil do aprendiz com o uso da computação ciente de contexto exige o desenvolvimento de

uma infraestrutura adequada que permita capturar e analisar informações de contexto. Este trabalho se situa como uma definição desta infraestrutura.

Entre os trabalhos futuros podem ser citados:

1. Implementar a arquitetura de sistemas proposta em Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem Eletrônica.
2. Uso desta infraestrutura na definição de sistemas que modelem o perfil do aprendiz baseado em informações de contexto.
3. Pesquisar a utilização da MAAE para identificação e alteração do contexto.
4. Pesquisar e detalhar um Serviço de Autenticação Contínua usando a MAAE.
5. Pesquisar e descobrir a correlação entre os quatro processos de aprendizagem eletrônica:
 - a. Processo de Aprendizagem Eletrônica focado na Monitoração e Acompanhamento da Aprendizagem Eletrônica.
 - b. Conteúdo de Aprendizagem Eletrônica (Atividades de Aprendizagem, Objetos de Aprendizagem) através do uso de informação do contexto, por exemplo, no acesso ao conteúdo eletrônico.
 - c. Sistema de Aprendizagem Eletrônica.
 - d. Avaliação do Aprendiz.

10 Anexo A: Modelagem da Monitoração do Curso TCP

10.1 Avaliação inicial

Neste capítulo, resolveu-se não especificar todos os Pontos e Elementos de Monitoração relacionados às questões, pois muitos são semelhantes:

1. As diferenças entre os Pontos e Elementos de Observação são:
 - a. Mudança de identificação e nome.
 - b. Atributo de controle de início e fim.

Por isso decidiu-se detalhar apenas os Pontos e Elementos de Monitoração da

1. Questão 1.
2. O Ponto e Elemento de Observação relacionados à verificação do resultado final da avaliação.
3. O Ponto e Elemento de Observação relacionados à avaliação final da aprendizagem

10.1.1 *Ponto de Observação para armazenar o resultado de cada questão*

Criaram-se as seguintes regras:

- Escolher para os Pontos e Elementos de Monitoração de cada questão com a seguinte formação: Questao_aa, onde: Questao_ é fixo e 'aa' é identificação da questão e pode ser 1, 2, 3, ou um valor maior.
- Criar um atributo ResultadoQuestao_aa, onde 'aa' tem o mesmo significado anterior. O valor vem do Gerenciador de Conteúdo. Se o valor for *TRUE* significa que a resposta foi correta. Para a Questão_1 o atributo fica ResultadoQuestao_1.
- Supor que a pessoa que realiza o curso tem número de identificação 1234567, com papel aprendiz, obtido do Perfil do Aprendiz no início do curso.
- Os Elementos de Observação apenas registram o contexto recebido do gerenciador de conteúdo.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> Questao_1 </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 20/10/2006 09:00 </when>
    <where>
      <activity> Lab_LARC_TCP </activity>
    </where>
    <what>
      <var> ResultadoQuestao_1 </var> <value> resultado_1 </value>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> Set </identifier>
        <action>
          <Set>
            <Event>
              <who>
                <id> 1234567 </id>
              </who>
              <when > 20/10/2006 09:00 </when >
              <where>
                <activity> Lab_LARC_TCP </activity>
              </where>
              <what>
                < ResultadoQuestao_1> resultado_1 </ ResultadoQuestao_1>
              </what>
            </Event>
          </Set>
        </action>
      </method>
    </how>
  </observing element>
</obs: observing point>

```

10.1.2 *Ponto de Observação para verificação do resultado final*

O Elemento de Observação apenas registra o contexto recebido do Gerenciador de conteúdo.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> Lab_LARC_TCP_F </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>

```

```

<when> 10/07/2006 14:00 </when>
<where>
  <activity> Lab_LARC_TCP </activity>
</where>
<what>
  <var> ResultadoFinal </var> <value> resultadofinal </value>
</what>
<how>
  <method>
    <m-identifier> Set </identifier>
    <action>
      <Set>
        <Event>
          <op-identifier> Lab_LARC_TCP_F </op-identifier>
          <who>
            <id> 1234567 </id>
          </who>
          <when > 10/07/2006 14:00 </when >
          <where>
            <activity> Lab_LARC_TCP </activity>
          </where>
          <what>
            < ResultadoFinal> resultadofinal </ResultadoFinal>
          </what>
        </Event>
      </Set>
    </action>
  </method>
</how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

10.2 Avaliação da Aprendizagem

10.2.1 Ponto de Observação para avaliação da aprendizagem

Para obter a quantidade de vezes de interação usa-se um Ponto e Elemento de Observação que solicita a quantidade de interações em cada fase do projeto.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> Lab_LARC_TCP_Analise </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 25/10/2006 10:30 </when>
    <where>

```

```

    <activity> Lab_LARC_TCP    </activity>
  </where>
  <what> <!-- Recuperar a situação anterior -->
    <var> QtdeInteracao </var> <value> 0 </value>
    <var> ResultadoFinal </var> <value> 0 </value>
  </what>
  <how>
    <method>
      <m-identifier> Count_Events <m-identifier>
      <action>
        <Count_Events>
          <var> QtdeInteracao </var>
          <condition>
            <if>
              <is><var> who </var> <value> 1234567 </value></is>
              <and>
                <is><var> where </var> <value> Lab_LARC_TCP </value></is>
              <and>
                <between>
                  <var> when </var>
                  <value> 01/03/2006 </value>
                  <value> 10/07/2006 </value>
                </between>
            </if>
          </condition>
        </Count_Events>
        <Get_Last>
          <var> ResultadoFinal </var>
          <condition>
            <if>
              <is><var> who </var> <value> 1234567 </value></is>
              <and>
                <is><var> where </var> <value> Lab_LARC_TCP </value></is>
              <and>
                <between>
                  <var> when </var>
                  <value> 01/03/2006 </value>
                  <value> 10/07/2006 </value>
                </between>
            </if>
          </condition>
        </Get_Last>
      </action>
    </method>
  </how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

11 Anexo B: Modelagem da Monitoração do Curso DW

11.1 Início do curso DW

No início do curso o aprendiz está autenticado no sistema. Essa identificação de autenticação é passada para a obtenção do seu Perfil e seu Contexto. O aprendiz pode realizar as atividades por partes em diferentes momentos.

11.1.1 *Ponto inserido para obtenção do perfil do aprendiz*

O aprendiz sempre inicia as atividades entrando no curso. Após a obtenção do Perfil e Contexto é que se direciona para a atividade onde o aprendiz parou.

```
<obs: observing point>
  <op-identifier> DWI-1 <!-- DW início do curso DW--> </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 25/10/2006 10:30 </when>
    <where>
      <activity> CursoDW </activity>
    </where>
    <what>
      <var> Name </var>
      <var> Birthday </var>
      <var> Role </var>
      <var> Preferred Subject </var>
      <var> Preferred Hour to Study </var>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> Get_Profile <m-identifier>
        <action>
          <Get_Profile>
            <id> 1234567 </id>
            <profile>
              <var> Name </var>
              <var> Birthday </var>
              <var> Role </var>
              <var> Preferred Subject </var>
              <var> Preferred Hour to Study </var>
            </profile>
          </Get_Profile>
```

```

    </action>
  </method>
</how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

Recebe um serviço *Set_Profile* com as informações.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> DWI-2 <!-- DW início do curso DW--> </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 25/10/2006 10:30 </when>
    <where>
      <activity> CursoDW </activity>
    </where>
    <what>
      <var> Name </var>
      <var> Birthday </var>
      <var> Role </var>
      <var> Preferred Subject </var>
      <var> Preferred Hour to Study </var>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> Set_Profile <m-identifier>
        <action>
          <Set_Profile>
            <id> 1234567 </id>
            <profile>
              <var> Name </var> <value> José Silva </value>
              <var> Birthday </var> <value> 07/05/1980 </value>
              <var> Role </var> <value> Aprendiz </value>
              <var> Preferred Subject </var> <value> Mathematics </value>
              <var> Preferred Hour to Study </var> <value> 23:00</value>
            </profile>
          </Set_Profile>
        </action>
      </method>
    </how>
  </observing element>
</obs: observing point>

```

11.1.2 Ponto inserido no início do curso para obtenção do contexto

Apenas as variáveis relacionadas ao módulo 1 serão recuperadas do contexto.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> DWI-3 <!-- DW início do curso DW--> </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 25/10/2006 10:30 </when>
    <where>
      <activity> CursoDW </activity>
    </where>
    <what> <!-- Recuperar a situação anterior -->
      <var> FimLicao11 </var> <value> False </value>
      <var> FimLicao12 </var> <value> False </value>
      <var> FimLicao13 </var> <value> False </value>
      <var> FimModulo1 </var> <value> False </value>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> Get_Context <m-identifier>
        <action>
          <Get_Context>
            <var> FimLicao11 </var>
            <condition>
              <if>
                <is><var> op-identifier </var> <value> DWL11F </value></is>
                <and>
                  <is><var> who </var> <value> 1234567 </value></is>
                  <and>
                    <is><var> where </var> <value> CursoDW </value></is>
                </if>
              </condition>
            </Get_Context>
            <Get_Context>
              <var> FimLicao12 </var>
              <condition>
                <if>
                  <is><var> op-identifier </var> <value> DWL12F </value></is>
                  <and>
                    <is><var> who </var> <value> 1234567 </value></is>
                    <and>
                      <is><var> where </var> <value> CursoDW </value></is>
                </if>
              </condition>
            </Get_Context>
            <Get_Context>

```

```

    <var> FimLicao13 </var>
  <condition>
    <if>
      <is><var> op-identifier </var> <value> DWL13F </value></is>
      <and>
        <is><var> who </var> <value> 1234567 </value></is>
        <and>
          <is><var> where </var> <value> CursoDW </value></is>
        </if>
      </condition>
    </Get_Context>
  <Get_Context>
    <var> FimModulo1 </var>
  <condition>
    <if>
      <is><var> op-identifier </var> <value> DWM1F </value></is>
      <and>
        <is><var> who </var> <value> 1234567 </value></is>
        <and>
          <is><var> where </var> <value> CursoDW </value></is>
        </if>
      </condition>
    </Get_Context>
  </action>
</method>
</how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

Recebe um serviço *Set_Context* com as informações.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> DWI-4 <!-- DW início do curso DW--> </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 25/10/2006 10:30 </when>
    <where>
      <activity> CursoDW </activity>
    </where>
    <what> <!-- Recuperar a situação anterior -->
      <var> FimLicao11 </var> <value> False </value>
      <var> FimLicao12 </var> <value> False </value>
      <var> FimLicao13 </var> <value> False </value>
      <var> FimModulo1 </var> <value> False </value>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> Set_Context <m-identifier>
        <action>

```



```

<Set_Context>
  <context>
    <var> FimLicao11 </var> <value> True </value>
    <var> FimLicao12 </var> <value> True </value>
    <var> FimLicao13 </var> <value> False </value>
    <var> FimModulo1 </var> <value> False </value>
  </context>
</Set_Context>
</action>
</method>
</how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

11.2 Avaliação inicial do curso DW

A seguir, encontra-se a representação XML da Avaliação Inicial. O importante é saber que o aprendiz concluiu a tarefa.

11.2.1 *Ponto de Observação inserido no fim de cada Tarefa*

Criaram-se as seguintes regras:

- Escolher para os nomes dos Pontos e Elementos de Monitoração de cada lição com a seguinte formação DWTaaF onde DW é a identificação o curso, T é a Tarefa, 'aa' é a identificação da lição e pode ser 1, 2, 3, n, e F significa final.
- Criar um atributo FimTarefa'aa', onde 'aa' tem o mesmo significado anterior. O valor *TRUE* significa que a saída da Tarefa foi concluída. Para a Tarefa 1 o atributo fica FimTarefa1.
- Criar ações para cada Elemento de Monitoração:
 - Uma ação para registrar o Evento de Monitoração.
 - Uma ação para registrar o Contexto, que será recuperado posteriormente.
 - Uma ação para verificar o resultado da Tarefa que pode:
 - Mudar o conteúdo para a Tarefa seguinte.
 - Mudar o conteúdo para um conteúdo de recuperação.
- Supor que a pessoa que realiza o curso tem número de identificação 1234567, com papel aprendiz, obtido do Perfil do Aprendiz no início do curso.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> DWT1F <!-- DW Tarefa 1 Fim --> </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 20/10/2006 09:00 </when>
    <where>
      <activity> CursoDWModulo1 </activity>
    </where>
    <what> <!-- Monitorar a saída da Tarefa 1 -->
      <var> ResultadoTarefa1 </var> <value> valorResultado </value>
      <var> FinalTarefa1 </var> <value> False </value>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> Event </identifier>
        <action>
          <Set>
            <Event>
              <who>
                <id> 1234567 </id>
              </who>
              <when > 21/10/2006 14:00 </when >
              <where>
                <activity> CursoDWAvaliacaoInicial </activity>
              </where>
              <what>
                <var> FinalTarefa1 </var> <value> True </value>
                <var> ResultadoTarefa1 </var> <value> valorResultado </value>
              </what>
            </Event>
          </Set>
          <Set_Context>
            <id> 1234567 </id>
            <context>
              <who>
                <id> 1234567 </id>
              </who>
              <when > 21/10/2006 14:00 </when >
              <where>
                <activity> CursoDWAvaliacaoInicial </activity>
              </where>
              <what>
                <var> FinalTarefa1 </var> <value> True </value>
                <var> ResultadoTarefa1 </var> <value> valorResultado </value>
              </what>
            </context>
          </Set_Context>
          <Change_Content>
            <id> 1234567 </id>

```

```

    <change_content>
      <var> content </var> <value> Tarefa 2 </value>
    </change_content>
    <condition>
      <if>
        <is><var> ResultadoTarefa1 </var> <value> True </value> </is>
      </if>
    </condition>
  </Change_Content>
  <Change_Content>
    <id> 1234567 </id>
    <change_content>
      <var> content </var> <value> Modulo1-Tarefa11 </value>
    </change_content>
    <condition>
      <if>
        <is><var> ResultadoTarefa1 </var> <value> False </value> </is>
      </if>
    </condition>
  </Change_Content>
</action>
</method>
</how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

11.2.2 Ponto de Observação inserido no fim de cada sub-tarefa (tarefa de recuperação)

Criaram-se as seguintes regras:

- Escolher como Pontos e Elementos de Monitoração de cada lição a seguinte formação DWTaaF onde DW é a identificação o curso, T é a Tarefa, 'aa' é a identificação da lição e pode ser 11, 22, 32, nn.
- Criar um atributo FimTarefa'aa', onde 'aa' tem o mesmo significado anterior. O valor *TRUE* significando que a saída na Tarefa já ocorreu. Para a Tarefa 11 o atributo fica FimTarefa11.
- Criar ações por Elemento de Monitoração que podem:
 - Registrar o Evento de Monitoração.
 - Registrar o Contexto.
 - Mudar o conteúdo para a Tarefa seguinte.

- Supor que a pessoa que realiza o curso tem número de identificação 1234567, com papel aprendiz, obtido do Perfil do Aprendiz no início do curso.
- Supor que o valor “valorResultado” é recebido do gerenciador de conteúdo.

```

<obs: observing point>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 20/10/2006 09:00 </when>
    <where>
      <activity> CursoDWAvaliacaoInicial </activity>
    </where>
    <what> <!-- Monitorar a saída da Tarefa 11 -->
      <var> ResultadoTarefa11 </var> <value> valorResultado </value>
      <var> FinalTarefa11 </var> <value> False </value>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> EventContext </identifier>
        <action>
          <Set>
            <Event>
              <who>
                <id> 1234567 </id>
              </who>
              <when > 21/10/2006 14:00 </when >
              <where>
                <activity> CursoDWAvaliacaoInicial </activity>
              </where>
              <what>
                <var> FinalTarefa11 </var> <value> True </value>
                <var> ResultadoTarefa11 </var> <value> valorResultado </value>
              </what>
            </Event>
          </Set>
          <Set_Context>
            <id> 1234567 </id>
            <context>
              <who>
                <id> 1234567 </id>
              </who>
              <when > 21/10/2006 14:00 </when >
              <where>
                <activity> CursoDWAvaliacaoInicial </activity>
              </where>
              <what>
                <var> FinalTarefa11 </var> <value> True </value>
                <var> ResultadoTarefa11 </var> <value> valorResultado </value>
              </what>
            </context>
          </Set_Context>
        </action>
      </method>
    </how>
  </observing element>
</obs: observing point>

```

```

    </context>
  </Set_Context>
  <Change_Content>
    <id> 1234567 </id>
    <change_content>
      <var> content </var> <value> Tarefa 2 </value>
    </change_content>
  </Change_Content>
</action>
</method>
</how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

11.2.3 Ponto de Observação inserido no final da avaliação inicial

Criaram-se as seguintes regras:

- Escolher como Ponto e Elemento de Monitoração do fim da Avaliação Inicial o seguinte de seguinte nome DWAVLINIF.
- Criar um atributo FimAvaliacaoInicial. O valor *TRUE* significando que a Avaliação já ocorreu.
- Criar ações por Elemento de Monitoração que podem:
 - Criar o Evento de Monitoração.
 - Criar o Contexto.
 - Mudar o conteúdo para a Aprendizagem.
- Supor que a pessoa que realiza o curso tem número de identificação 1234567, com papel aprendiz, obtido do Perfil do Aprendiz no início do curso.
- Supor que o valor “valorResultado” é recebido do gerenciador de conteúdo.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> DWAVLINIF </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 20/10/2006 09:00 </when>
    <where>
      <activity> CursoDWAvaliacaoInicial </activity>
    </where>
    <what> <!-- Monitorar o final da Avaliação -->
      <var> ResultadoTarefa1 </var> <value> valorResultado1 </value>
      <var> ResultadoTarefa2 </var> <value> valorResultado2 </value>
      <var> ResultadoTarefan </var> <value> valorResultadon </value>
    </what>
  </observing element>
</obs: observing point>

```

```

    <var> FimAvaliacaoInicial </var> <value> False </value>
  </what>
  <how>
    <method>
      <action>
        <Set>
          <Event>
            <who>
              <id> 1234567 </id>
            </who>
            <when > 21/10/2006 14:00 </when >
            <where>
              <activity> CursoDWAvaliaçãoInicial </activity>
            </where>
            <what>
              <var> FimAvaliacaoInicial </var> <value> True </value>
              <var> ResultadoTarefa1 </var> <value> valorResultado1 </value>
              <var> ResultadoTarefa2 </var> <value> valorResultado2 </value>
              <var> ResultadoTarefan </var> <value> valorResultadon </value>
            </what>
          </Event>
        </Set>
      <Set_Context>
        <id> 1234567 </id>
        <context>
          <who>
            <id> 1234567 </id>
          </who>
          <when > 21/10/2006 14:00 </when >
          <where>
            <activity> CursoDWAvaliacaoInicial </activity>
          </where>
          <what>
            <var> FinalAvaliacao </var> <value> True </value>
            <var> ResultadoTarefa1 </var> <value> valorResultado1 </value>
            <var> ResultadoTarefa2 </var> <value> valorResultado2 </value>
            <var> ResultadoTarefan </var> <value> valorResultadon </value>
          </what>
        </context>
      </Set_Context>
    <Change_Content>
      <id> 1234567 </id>
      <change_content>
        <var> content </var> <value> Aprendizagem </value>
      </change_content>
    </Change_Content>
  </action>
</method>
</how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

11.3 Aprendizagem do curso DW

Neste capítulo resolveu-se não especificar todos os Pontos e Elementos de Monitoração, pois muitos são semelhantes:

1. Os Pontos e Elementos de Monitoração do início e fim das lições têm apenas as seguintes diferenças:
 - a. Mudança de identificação e nome.
 - b. Atributo <var> de controle de início e fim.
2. Os Pontos e Elementos de Monitoração do fim dos módulos têm apenas as seguintes diferenças:
 - a. Mudança de identificação e nome.
 - b. Atributo de controle <var> de início e fim.

Por isso decidiu-se detalhar apenas os Pontos e Elementos de Monitoração:

1. Início de lição11.
2. Final da Lição11.
3. Final do Módulo11.

11.3.1 *Ponto de Observação inserido no início de cada lição*

Criaram-se as seguintes regras:

- Escolher como Pontos para cada lição a seguinte formação DWLaaE onde DW é a identificação o curso, Lição 'aa' é a identificação da lição e pode ser 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, E é a Entrada na lição. Assim a Lição 11 - Entrada fica DWL11E.
- Existem duas ações por Elemento de Monitoração por Ponto: uma para o Evento de Monitoração e outro para o Contexto.
- Criar um atributo EntradaLicaoaa, onde 'aa' tem o mesmo significado anterior. O valor TRUE significando que a entrada na lição já ocorreu. Para a Lição 11 o atributo fica EntradaLicao11.

- Supor que a pessoa que realiza o curso tem número de identificação 1234567, com papel aprendiz, obtido do Perfil do Aprendiz no início do curso.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> DWL11E <!-- DW Lição 11 Entrada --> </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 20/10/2006 09:00 </when>
    <where>
      <activity> CursoDWModulo1 </activity>
    </where>
    <what> <!-- Monitorar a entrada na lição 11 -->
      <var> EntradaLicao11 </var> <value> True </value>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> EventContext </identifier>
        <action>
          <Set>
            <Event>
              <who>
                <id> 1234567 </id>
              </who>
              <when > 21/10/2006 09:00 </when >
              <where>
                <activity> CursoDWModulo1 </activity>
              </where>
              <what>
                <var> EntradaLicao11 </var> <value> True </value>
              </what>
            </Event>
          </Set>
          <Set_Context>
            <id> 1234567 </id>
            <context>
              <who>
                <id> 1234567 </id>
              </who>
              <when > 21/10/2006 09:00 </when >
              <where>
                <activity> CursoDWModulo1 </activity>
              </where>
              <what>
                <var> EntradaLicao11 </var> <value> True </value>
              </what>
            </context>
          </Set_Context>
        </action>
      </method>
    </how>
  </observing element>
</obs: observing point>

```



```

    </method>
  </how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

11.3.2 *Ponto de Observação inserido no fim de cada lição*

Criaram-se as seguintes regras:

- Escolher como Pontos e Elementos de Monitoração de cada lição a seguinte formação DWLaaF onde DW é a identificação o curso, Lição 'aa' é a identificação da lição e pode ser 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, F é o Final da lição. Assim a Lição 11 - Fim fica DWL11F.
- Criar um atributo FimLicaoaa, onde 'aa' tem o mesmo significado anterior. O valor TRUE significando que a entrada na lição já ocorreu. Para a Lição 11 o atributo fica FimLicao11.
- Criar duas ações por Elemento de Monitoração por Ponto: uma para o Evento de Monitoração e outra para o Contexto.
- Supor que a pessoa que realiza o curso tem número de identificação 1234567, com papel aprendiz, obtido do Perfil do Aprendiz no início do curso.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> DWL11F <!-- DW Lição 11 Fim --> </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 20/10/2006 09:00 </when>
    <where>
      <activity> CursoDWModulo1 </activity>
    </where>
    <what>
      <var> FimLicao11 </var> <value> True </value>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> EventContext </identifier>
        <action>
          <Set>
            <Event>
              <who>
                <id> 1234567 </id>
              </who>
              <when> 21/10/2006 14:00 </when>
            </Event>
          </Set>
        </action>
      </method>
    </how>
  </observing element>
</obs: observing point>

```

```

    <where>
      <activity> CursoDWModulo1 </activity>
    </where>
    <what>
      <var> FimLicao11 </var> <value> True </value>
    </what>
  </Event>
</Set>
<Set_Context>
  <id> 1234567 </id>
  <context>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when > 21/10/2006 14:00 </when >
    <where>
      <activity> CursoDWModulo1 </activity>
    </where>
    <what>
      <var> FimLicao11 </var> <value> True </value>
    </what>
  </context>
</Set_Context>
</action>
</method>
</how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

11.3.3 *Ponto de Observação inserido no fim de cada módulo*

Resolveu-se:

- Usar os atributos <var> que indicam se as lições foram completadas. A Atividade passa pelo Ponto de Observação Início do Curso, onde o contexto é recuperado.
- Escolher como identificação de cada módulo a seguinte formação DWMaF onde DW é a identificação do curso, M é o módulo, 'a' é a indicação de qual módulo e pode ser 1, 2, 3, F é o Final do módulo. Fim, assim a Módulo 1 fica DWM11F.
- Criar uma variável FimModuloa, que para o Módulo 1 fica FimModulo1, onde o valor TRUE significando que o término do Módulo já ocorreu.

- Criar duas ações por Elemento de Monitoração por Ponto: uma para o Evento de Monitoração e outra para o Contexto.
- Supor que a pessoa que realiza o curso tem número de identificação 1234567, com papel aprendiz.
- Para o módulo estar completo todas as lições precisam estar completas.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> DWM1F <!-- DW Módulo 1 Fim --> </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 21/10/2006 09:00 </when>
    <where>
      <activity> CursoDWModulo1 </activity>
    </where>
    <what>
      <var> FimModulo1 </var> <value> False </value>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> EventContext </identifier>
        <action>
          <if>
            <is> <var> FimLicao11 </var> <value> True</value> </is>
            <and>
              <is> <var> FimLicao12 </var> <value> True </value> </is>
              <and>
                <is> <var> FimLicao13 </var> <value> True </value> </is>
            </if>
          <then>
            <var> FimModulo1 </var> <value> True </value>
          <Set>
            <Event>
              <who>
                <id> 1234567 </id>
              </who>
              <when > 21/10/2006 14:00 </when >
              <where>
                <activity> CursoDWModulo1 </activity>
              </where>
              <what>
                <var> FimModulo1 </var> <value> True </value>
              </what>
            </Event>
          </Set>
          <Set_Context>
            <id> 1234567 </id>
            <context>

```

```

    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when > 21/10/2006 14:00 </when >
    <where>
      <activity> CursoDWModulo1 </activity>
    </where>
    <what>
      <var> FimModulo1 </var> <value> True </value>
    </what>
  </context>
</Set_Context>
</then>
</action>
</method>
</how>
</observing element>
</obs: observing point>

```

11.4 Avaliação Final do Curso DW

Existem quatro partes para a avaliação final:

1. Definir Projeto.
2. Especificar Projeto.
3. Construir Projeto.
4. Avaliar Projeto.

Será definida apenas a primeira fase, “Definir Projeto”.

11.4.1 *Definir Projeto*

Os quatro Pontos de Observação e seus Elementos podem ser considerados iguais, isto é, recebem os parâmetros “Tema” e “Aceitação”. O Elemento escolhido foi DWPRJ_DefinirTema_i, onde i pode ser 1, 2, 3, 4. O detalhamento é feito apenas para o DWPRJ_DefinirTema_4.

Criaram-se as seguintes regras:

- Supor que o valor “valorTema” é recebido do gerenciador de conteúdo.

- Supor que o valor “valorTemaAceito” é recebido do gerenciador de conteúdo.

```

<obs: observing point>
  <op-identifier> DWPRJ_DefinirTema_4 </op-identifier>
  <observing element>
    <who>
      <id> 1234567 </id>
    </who>
    <when> 21/05/2006 09:00 </when>
    <where>
      <activity> CursoDWProjeto </activity>
    </where>
    <what>
      <var> Tema </var> <value> valorTema </value>
      <var> TemaAceito </var> <value> valorTemaAceito </value>
    </what>
    <how>
      <method>
        <m-identifier> EventContext </identifier>
        <action>
          <Set>
            <Event>
              <who>
                <id> 1234567 </id>
              </who>
              <when > 21/05/2006 14:00 </when >
              <where>
                <activity> CursoDWProjeto </activity>
              </where>
              <what>
                <var> Tema </var> <value> valorTema </value>
                <var> TemaAceito </var> <value> valorTemaAceito </value>
              </what>
            </Event>
          </Set>
        </if>
        <is> <var> TemaAceito </var> <value> True </value> </is>
      </if>
      <then>
        <Set_Context>
          <id> 1234567 </id>
          <context>
            <who>
              <id> 1234567 </id>
            </who>
            <when > 21/05/2006 14:00 </when >
            <where>
              <activity> CursoDWProjeto </activity>
            </where>

```

```
<what>
  <var> Tema </var> <value> valorTema </value>
  <var> TemaAceito </var> <value> valorTemaAceito </value>
</what>
</context>
</Set_Context>
</then>
</action>
</method>
</how>
</observing element>
</obs: observing point>
```

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADKINS, SAM S. Workflow-Based E-Learning: Introduction to Workflow Learning. Workflow Learning Institute. Disponível na internet em InternetTime.org (http://www.internetttime.com/workflow/Introduction_Workflow%20Learning.pdf), 2003. Acesso em: 14 fev. 2005.

ADKINS, SAM S. Workflow-Based E-Learning: Next-Generation Enterprise Learning Technology. Learning Circuits. Disponível em LearningCircuits.org (<http://www.learningcircuits.org/2003/aug2003/adkins.htm/>), 2003. Acesso em: 14 fev. 2005.

ADL, Authoring Tools Application Guidelines - Practical Examples and SCORM - Implementation Suggestions, Version: 1.0, July 31, 2003. Disponível em <http://www.adlnet.org>, 2003. Acesso em: 14 fev. 2005.

ADL, Sharable Content Object Reference Model (SCORM) - SCORM 2004 2nd Edition Overview; Advanced Distributed Learning. ADL (Advanced Distributed Learning). Disponível em ADLNet.org (<http://www.adlnet.org/>), 2003. Acesso em: 14 fev. 2005.

ADL, Sharable Content Object Reference Model (SCORM) - Content Aggregation Model (CAM) - Version 1.3.1; ADL (Advanced Distributed Learning). Disponível em ADLNet.org (<http://www.adlnet.org/>), 2004. Acesso em: 14 fev. 2005.

ADL, Sharable Content Object Reference Model (SCORM) - Run-Time Environment (RTE) - Version 1.3.1. ADL (Advanced Distributed Learning). Disponível em ADLNet.org (<http://www.adlnet.org/>), 2003. Acesso em: 14 fev. 2005.

ADL, Sharable Content Object Reference Model (SCORM) - Sequencing and Navigation (SN) - Version 1.3.1; ADL (Advanced Distributed Learning). Disponível em ADLNet.org (<http://www.adlnet.org/>), 2004. Acesso em: 14 fev. 2005.

ADL, Sharable Content Object Reference Model (SCORM) - SCORM 2004 2nd Edition – Addendum Version 1.2; ADL (Advanced Distributed Learning). Disponível em ADLNet.org (<http://www.adlnet.org/>), 2004. Acesso em: 14 fev. 2005.

AICC. AICC Related Activities. Aviation Industry CBT Consortium. Disponível em <http://www.aicc.org/pages/related.html>, 2006. Acesso em: 07 fev. 2007.

ALIC. Advanced Learning Infrastructure Consortium. Japanese Consortium for promotion of e-learning technology and infrastructure. Disponível em www.alic.gr.jp, ou <http://www.elc.or.jp/>, 2003. Acesso em: 07 fev. 2007.

ARIADNE. Ariadne Strategy Paper. ARIADNE Foundation for European Knowledge Pool. Disponível em <http://www.ariadne-eu.org/>, 2003.

ASTD. E-Learning Instructional Design. American Society for Training and Development. ASTD (American Society for Training & Development). Disponível em <http://www.astd.org/astd>, 2003.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. Psicologia Educacional. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

BLOOM B.; HASTING, J.; MADAUS, G.. S..Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning; Manual de Avaliação Formativa e Somativa do Aprendizado Escolar. Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais

FRIESEN NORM. E-Learning Standardization – An Overview. CANCORE. Disponível em http://www.cancore.ca/docs/intro_e-learning_standardization.html, 2004. Acesso em 02 out: 2005.

CMU. Carnegie Mellon University. Advanced Distributed Learning / CLEO

Project Report. Disponível em <http://lsal.org/lsal/expertise/projects/cleo/report20010701/>, 2001. Acesso em 14 fev: 2005.

CONRAD, RAINER; SCHEFFER, DIETER; FREYTAG, CHRISTOPH. XML Conceptual Modeling Using UML. Departament of Computer Science, Humbolt-Universiät zu Berlim, Germany, ER2000 Conderence, pp 558-571, 2000.

DANIEL, BEN K.; MOHAN, P. A Model for Evaluating Learning Objects; Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'04), Computer Society, IEEE, 2004.

DEY, ANIND K.; ABOWD, GREGORY D. Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. Publicação de Graphics, Visualization and Usability Center and College of Computing, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 1999.

DANIEL, BEN K.; MOHAN, P; SALBER, DANIEL. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. HUMAN-COMPUTER INTERACTION, 2001, Volume 16, pp. 97–166 Copyright © 2001, Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2001

DEY, ANIND. Understanding and Using Context. Springer-Verlag London Ltda Personal and Ubiquitous Computing (2001) 5:4–7, 2001

DEY, ANIND K., GREGORY D. ABOWD, FUTAKAWA, M. An Architecture To Support Context-Aware Applications. Publicação de Graphics, Visualization and Usability Center and College of Computing, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 1999.

DEY, A. K.; ABOWD, G.D. Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. CHI 2000 Workshop on the What, Who, Where, When, and How , it.usyd.edu.au, 2000.

FERREIRA, AURÉLIO BUARQUE DE H. Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. Editora Nova Fronteira, 1986.

FREIRE, PAULO. Pedagogia do Oprimido (29a ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HARDY, JUDY; ANTONIOLETTI, MARIO; BATES. SIMON P. E-Learner tracking: tools for discovering learner behaviour. Proceedings of the IASTED International Conference WEB-BASED EDUCATION. Innsbruck. February 16-18, 2004.

IEEE COMPUTER SOCIETY, LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE. IEEE P1484.12.3, Draft 8 Draft Standard for Learning Technology—Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata. of the IEEE Computer Society, 2005.

IEEE LTSC. IEEE Learning Technology Standards Committee. IEEE LTSC. Disponível em <http://ieeeltsc.org/>, 2007. Acesso em: 06 fev. 2007.

IEEE LTSC. P1484.1 Architecture and Reference Model WG. IEEE LTSC. Disponível em <http://ltsc.ieee.org/>, 2001. Acesso em: 01 abr. 2002.

IEEE LTSC. P1484.11.1 Draft Standard for Learning Technology - Data Model For Content Object Communication. IEEE LTSC. Draft 5. Disponível em http://ltsc.ieee.org/wg11/files/IEEE_1484.11.1_D5_submitted.pdf, 2004. Acesso em: 09 jun. 2006.

IEEE LTSC. P1484.11.2 Draft Standard for Learning Technology - ECMAScript Application Programming Interface for Content to Runtime Services Communication. IEEE LTSC. Disponível em <http://stdsbbs.ieee.org/descr/1484.11.2-2003/>, 2003. Acesso em: 09 jun. 2006.

IEEE LTSC. P1484.12.1 Learning Objects Metadata WG. IEEE LTSC. Disponível em <http://ltsc.ieee.org/wg12/>, 2002. Acesso em: 09 jun. 2006.

IEEE LTSC. 1484.12.3: Standard for Learning Technology-Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata. IEEE LTSC. Disponível em <http://ltsc.ieee.org/wg12/>, 2003. Acesso em: 09 jun. 2006.

IMS. Innovation Adoption Learning. IMS. Disponível em <http://imglobal.org/>, 2007. Acesso em: 03 jan. 2007.

IMS. IMS Abstract Framework: White Paper, Version 1.0 Final Specification, Copyright © 2003 IMS Global Learning Consortium, Inc. (Available at <http://www.imglobal.org>), 2003. Acesso em: 14 fev. 2005.

IMS. IMS Learning Design Information Model, Version 1.0 Final Specification, Copyright © 2003 IMS Global Learning Consortium, Inc. (<http://www.imglobal.org>), 2003. Acesso em: 14 fev. 2005.

IMS. IMS Learning Design Best Practice and Implementation Guide, Version 1.0 Final Specification, Copyright © 2003 IMS Global Learning Consortium, Inc. (<http://www.imglobal.org>), 2003. Acesso em: 14 fev. 2005.

IMS. IMS Learning Design XML Binding, Version 1.0 Final Specification, Copyright © 2003 IMS Global Learning Consortium, Inc. (<http://www.imglobal.org>), 2003. Acesso em: 14 fev. 2005.

IMS. IMS Content Packaging v1.2. IMS Global Learning Consortium, Inc. Version 1.2. (<http://www.imglobal.org/content/packaging/>), 2006. Acesso em: 14 fev. 2005.

IMS. IMS Simple Sequencing Specification. IMS Global Learning Consortium, Inc. version 1.0 (<http://www.imglobal.org/simplesequencing/index.html>), 2006. Acesso em: 14 fev. 2005.

ISO, ISO in Brief. International Organization for Standardization. Disponível em <http://www.iso.org>, 2006. Acesso em: 04 jan. 2007.

ISO/IEC JTC1/SC36. ISO/IEC JTC1/SC36 Home Page. Standards for: Information Technology for Learning, Education and Training. Disponível em <http://jtc1sc36.org/>, 2006. Acesso em: 04 jan. 2007.

KOPER, ROB; OLIVIER BILL. Representing the Learning Design of Units of Learning, Educational Technology & Society 7(3), 97-111. ISSN 1436-4522. Forum IFETS (International Forum of Educational Technology & Society. 2004.

LIN, JOE; HO, CHARLEY; SADIQ, WASIM; ORLOWSKA, MARIA E. On Workflow Enabled E-Learning Services. School of Computer Science & Electrical Engineering, The University of Queensland, Australia. Commonwealth of Australia 2001.

LOOSS, M. Types of Learning? – A pedagogic hypothesis put to the test. Die Deutsche Schule, 93, 2001.

LUÍS, R.; SIMÕES, D.; HORTA, N. A Multi-Level Model for Tracking Analysis in E-Learning Plataforms. IST/IT Centre for Microsystems. Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 04), 2004

MARTIN; FLATIN; PHILIPPE JEAN; FLATIN MARTIN. Push vs. Pull in Web-Based Network Management; Technical Report SSC/1998/022, SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY LAUSANNE, Available at <http://sscwww.epfl.ch>, 1998. Acesso em: 28 set. 2003.

MENASCÉ, D.; MOHAN A.; ALMEIDA, V. Scaling for E-Business. Prentice Hall PTR, 2000.

NESBIT, JOHN; BELFER, KAREN; VARGO, JOHN. A Convergent Participation Model for Evaluation of Learning Objects; Canadian Journal of Learning and Technology, Volume 28(3), 2002.

OKI. OPEN KNOWLEDGE INITIATIVE. The Open Knowledge Initiative. Disponível em <http://www.okiproject.org/>, 2006. Acesso em: 18 out. 2005.

PIVEC, M.; TRUMMER, C.; PRIPFL, J. EYE-TRACKING. Adaptable e-Learning and Content Authoring Support. Department of Information Design, University of Applied Sciences FH JOANNEUM, Graz, Austria. May 28, 2005

ROMPELMAN, OTTO. Assessment of student learning: evolution of objectives in engineering education and the consequences for assessment. European Journal of Engineering Education, Vol. 25, NO. 4, 339-350, 2000

SAKAI PROJECT. Sakai Collaboration and Learning Environment for Education. Sakai Project. Disponível em www.sakaiproject.org, 2006.

SCHILIT, BIL; ADAMS,NORMAN; WANT, ROY. Context-Aware Computing Applications. Computer Science Dept Columbia University, Palo Alto Research Center Xerox Corporation. 1994.

SCHÖNWÄLDER, JÜRGEN; MARTIN; FLATIN; FLATIN MARTIN. On the Future of Internet Management Technologies; IEEE Communications Magazine - October 2003

VAZ, MARIA FERNANDA R.; BRESSAN G. Padrões emergentes em ensino à distância. Intertetch, 2002.

VAZ, MARIA FERNANDA R.; BRESSAN G. Web Standards and Certification for Developing Educational Systems. International Information and Telecommunication Technologies Symposium (I2TS'2003), 2003.

VAZ, MARIA FERNANDA R.; BRESSAN G.; RUGGIERO W. Monitoring E-Learning: Concepts, Scenarios, Architecture and Conceptual Model. Proceedings of the IASTED International Conference WEB-BASED EDUCATION, Peru, 2006.

VESTER, F.: Denken, Lernen, Vergessen. 25. Auflage, München: dtv, 1998

VYGOTSKY, LEV S. Play and its role in the mental development of the child. Soviet Education, vol. V, n. 3, 1967.

W3C. Extensible Markup Language (XML). <http://www.w3.org/XML/>. 2006. Acesso em: 14 fev: 2005.

W3C. XML Schema. W3C Architecture domain. Disponível em <http://www.w3.org/XML/Schema>, 2004. Acesso em: 14 fev: 2005.