

ROMAIN MALLARD

INTEROPERABILIDADE DOS CONTEÚDOS
DIDÁTICOS DIGITAIS: UMA CONTRIBUIÇÃO A
QUESTÃO DOS PADRÕES.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Informática Aplicada.

Curitiba, 2004

ROMAIN MALLARD

INTEROPERABILIDADE DOS CONTEÚDOS
DIDÁTICOS DIGITAIS: UMA CONTRIBUIÇÃO A
QUESTÃO DOS PADRÕES.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Informática Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Bortolozzi

Co-orientador: Prof. Dr. Marco A. Eleuterio

Curitiba, 2003

Mallard Romain

Interoperabilidade dos conteúdos didáticos digitais: uma contribuição a questão dos padrões, Curitiba, 2004. XX p.

Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada.

1. Conteúdo didático digital 2. Interoperabilidade 3. Padrões.

I. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada II-t

Agradecimentos

Merci, obrigado,

Desejo agradecer sinceramente todas as pessoas que contribuíram diretamente ou indiretamente a realização desse trabalho, em particular:

Flavio Bortolozzi,

Jean-Paul Barthes,

Marco Eleteurio,

Bruno Bachimont,

Stéphane Crozat,

Max Schaegger,

Manuel Majada,

Annie Favereau,

Xavier Hennequin,

Nathalie Hamel,

Michel Arnaud,

Jacques Perriault,

Djamel Bakir,

Yolaine Bourda,

Gregory Wertz,

Guillaume Ledain,

Olivier Massicot,

Adegmar Jose da Silva,

Julio da Silva,

Nicolas Queyroux,

Cyril Mallard,

Sophie Mallard,

Danielle Mallard,

Lucienne Vander Heyden,

Suzana Duarte Santos.

AGRADECIMENTOS	IV
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS	XI
RESUMO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
RESUME	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1 CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	2
1.1 DESAFIO.....	3
1.2 MOTIVAÇÃO.....	3
1.3 PROPOSTA	4
1.4 CONTRIBUIÇÃO	4
1.5 ORGANIZAÇÃO	4
2 CAPÍTULO 2 PADRÕES E TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS	6
2.1 ORIGEM.....	6
2.2 AS TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS	7
2.2.1 Ferramentas para produção de recursos multimídia	8
2.2.2 Ferramentas para produção de conteúdo	8
2.2.3 Sistemas de Gerenciamento de Conteúdos de Aprendizagem (SGCA-LCMS).....	9
2.2.4 Sistemas de Gerenciamento da Aprendizagem (SGA - LMS)	9
2.2.5 Outras ferramentas vinculadas à área de estudo	9
2.2.6 Síntese.....	10
2.2.7 Fatores de convergência.....	10
2.2.8 Tendências na convergência das tecnologias educacionais.....	11
2.3 ORGANISMOS ENVOLVIDOS NA QUESTÃO DOS PADRÕES.....	13
2.3.1 Visão geral.....	13
2.3.2 AICC (www.aicc.org)	15
2.3.3 IEEE/LTSC (ltsc.ieee.org)	16
2.3.4 IMS (www.imsproject.org).....	17
2.3.5 ADL (www.adlnet.org)	17
2.3.6 OKI (web.mit.edu/oki)	18
2.3.7 ISO SC36/JTC1	19
2.3.8 Síntese.....	20
2.4 ASPECTOS TECNOLÓGICOS - ESTADO DA ARTE	20
2.4.1 Visão geral.....	20
2.4.2 XML: Uma meta linguagem.....	21
2.4.3 A questão do empacotamento (packaging).....	22
2.4.3.1 Os arquivos do AICC:	23

2.4.3.2	O IMS packaging	25
2.4.3.3	Síntese sobre empacotamento	27
2.4.4	<i>A questão da descrição dos conteúdos: os meta-dados</i>	27
2.4.4.1	A descrição dos conteúdos por AICC	28
2.4.4.2	O Dublin Core Meta Data	29
2.4.4.3	Learning Object Metadata (LOM).....	30
2.4.4.4	O uso do LOM no SCORM.....	33
2.4.4.5	Outras iniciativas para descrição dos conteúdos.....	34
2.4.4.6	Síntese sobre a questão dos meta-dados	35
2.4.5	<i>A questão da organização dos conteúdos</i>	36
2.4.5.1	As estruturas propostas por AICC.....	36
2.4.5.2	O LOM como padrão de estruturação dos conteúdos.....	37
2.4.5.3	O modelo de agregação de conteúdos do SCORM.....	39
2.4.5.4	EML: perspectivas futuras para descrição dos cenários pedagógicos.	41
2.4.5.5	Síntese sobre as linguagens de estruturação dos conteúdos.....	44
2.4.6	<i>A questão do “tracking” e da comunicação conteúdo - LMS</i>	44
2.4.6.1	As possibilidades oferecidas pela API de AICC	44
2.4.6.2	O SCORM RunTime environment.....	49
2.4.6.3	Outras iniciativas para troca de dados	52
2.4.6.4	Síntese sobre a questão da comunicação conteúdo LMS.....	53
2.5	CONCLUSÃO.....	54
3	CAPÍTULO 3 PARADIGMAS PEDAGÓGICOS E CARACTERIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS DIDÁTICOS DIGITAIS	57
3.1	CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E TEORIAS DE APRENDIZAGEM	57
3.1.1	<i>O foco na aquisição do conhecimento</i>	57
3.1.2	<i>O foco na construção do conhecimento</i>	59
3.1.3	<i>O foco no desenvolvimento do aluno</i>	61
3.1.4	<i>O foco na construção social do conhecimento</i>	61
3.1.5	<i>O foco no resultado</i>	62
3.1.6	<i>Paradigmas emergentes</i>	62
3.1.7	<i>Paradigmas emergentes com o uso das TIC na educação</i>	63
3.1.8	<i>Abordagens ecléticas</i>	64
3.1.9	<i>Síntese sobre a questão dos paradigmas</i>	65
3.2	OS CONTEÚDOS DIDÁTICOS DIGITAIS.....	66
3.2.1	<i>O conteúdo didático digital como mídia</i>	66
3.2.2	<i>O conteúdo didático digital do ponto de vista dos autores</i>	67
3.2.3	<i>O conteúdo didático digital do ponto de vista dos aprendizes</i>	68
3.2.4	<i>O conteúdo didático digital do ponto de vista do armazenamento</i>	68
3.2.5	<i>O conteúdo didático digital do ponto de vista dos programadores</i>	69
3.2.6	<i>O papel do conteúdo nos processos de aprendizagem</i>	70
3.2.7	<i>A noção de objeto de aprendizagem</i>	70

3.2.8	<i>Síntese sobre a nação de conteúdo didático digital</i>	71
3.3	CONCLUSÃO.....	72
4	CAPÍTULO 4 CONTRIBUIÇÕES À INTEROPERABILIDADE DOS CONTEÚDOS DIDÁTICOS DIGITAIS	74
4.1	CONTRIBUIÇÃO À QUESTÃO DA INDEXAÇÃO	74
4.1.1	<i>Problemas encontrados</i>	74
4.1.2	<i>Dimensões a serem consideradas na indexação</i>	75
4.1.3	<i>Recomendações</i>	76
4.1.3.1	Uma primeira indexação a priori.....	76
4.1.3.2	Um modelo em camadas	78
4.1.3.3	Retro – indexação.....	79
4.1.4	<i>Exemplo</i>	81
4.2	CONTRIBUIÇÃO À QUESTÃO DA ESTRUTURAÇÃO	84
4.2.1	<i>Problemas encontrados</i>	84
4.2.2	<i>Dimensões a serem consideradas</i>	84
4.2.3	<i>Recomendações</i>	85
4.2.3.1	EML	85
4.2.3.2	Bibliotecas de modelos.....	87
4.2.3.3	Separação dos formatos de edição e publicação.....	88
4.2.4	<i>Exemplo</i>	89
4.3	CONTRIBUIÇÃO À QUESTÃO DA COMUNICAÇÃO CONTEÚDO - LMS.....	91
4.3.1	<i>Problemas encontrados</i>	91
4.3.2	<i>Dimensões a serem consideradas</i>	92
4.3.3	<i>Proposta</i>	92
4.3.4	<i>Simple Object Access Protocol : SOAP</i>	93
4.3.5	<i>Web Services Description Language WSDL</i>	95
4.3.6	<i>Exemplo de aplicação do padrão SOAP para troca de dados entre o cliente e a LMS</i>	99
4.4	CONCLUSÃO.....	100
5	CAPÍTULO 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO	102
5.1	OS PARADIGMAS PEDAGÓGICOS E OS PADRÕES ATUAIS	102
5.1.1	<i>AICC</i>	102
5.1.2	<i>SCORM</i>	103
5.1.3	<i>IMS</i>	105
5.2	NOVAS PERSPECTIVAS TRAZIDAS PELAS CONTRIBUIÇÕES	105
5.2.1	<i>Análise da contribuição em relação à administração dos conteúdos</i>	106
5.2.2	<i>Análise da contribuição do ponto de vista dos autores e professores</i>	106
5.2.3	<i>Contribuições do ponto de vista dos alunos</i>	107
5.3	DIFICULDADES E LIMITAÇÕES	107
5.4	APLICABILIDADE.....	108

6	CAPÍTULO 6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	110
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
	ARTIGOS CIENTÍFICOS	112
	BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	118
	RELATÓRIOS SOBRE O TEMA.....	118
	NORMAS, PADRÕES E ESPECIFICAÇÕES	119
	OUTROS.....	121
	REFERENCIAS WEB.....	123

Lista de figuras

Figura 1 : Visão geral do conteúdo no ambiente das tecnologias educacionais [IDC2001]	10
Figura 2: evolução da educação assistida por computador e das tecnologias de tutores inteligentes [SCORM V1.2].....	12
Figura 3 : Ciclo de formalização e apropriação do conhecimento	13
Figura 4: Visão geral do processo de especificação padronização e normalização [SIMARD02]	15
Figura 5: AICC Visão geral [AICC93].....	16
Figura 6: ADL SCORM: um conjunto coerente de especificações [SCORM 01]	18
Figura 7: Arquitetura definida pela Open Knowledge Initiative (fonte [OKI 02])	19
Figura 8: DTD, XML, XSL: visão geral.....	21
Figura 9: XML aplicado à indexação e publicação de conteúdos pedagógicos [BACHIMONT et al 03].....	22
Figura 10: IMS Content Packaging [IMS03]	25
Figure 11: Estrutura do manifest File [SCORM02].....	27
Figura 12: Meta dados no padrão AICC [AICC93].....	28
Figure 13: Arquivo descrevendo um conteúdo no padrão AICC	29
Figura 14: Exemplo de descrição de um documento com Meta Dados usando XML [SCORM02].....	33
Figura 15: ISO 11179 Metadata registry [ISON080]	34
Figura 16: Descrição dual dos recursos didáticos digitais [CONTAMINES et al 03]	35
Figure 17: Estruturação dos conteúdos no padrão AICC.....	37
Figure 18: modelo de estruturação dos conteúdos [SCORM01].....	40
Figura 19: Modelos de estrutura propostos pelo padrão SCORM v1.2.....	40
Figura 20: Arquivo XML descrevendo a estrutura de um curso segundo o padrão SCORM	41
Figura 21: A integração do padrão IMS Learning Design [IMS03].....	42
Figura 22: Modelo EML/IMS Learning design para representação dos cenários pedagógicos [KOPER01].....	43
Figure 23: A troca de informações entre a LMS e o conteúdo no padrão AICC [AICC93]	45
Figura 24 : Comunicação de dados AICC: Visão geral.....	47
Figure 25: O protocolo HACP [AICC93]	47

Figure 26: O protocolo AICC baseado em API [AICC93].....	48
Figura 27: API SCORM visão geral (fonte SCORM v1.2)	50
Figura 28: Passos da troca de dados entre LMS e SCO.....	50
Figure 29: Modelos avançados de troca de informações conteúdo-LMS.....	53
Figura 30: Aplicação de padrões em conteúdos altamente interativos	53
Figura 31: Visão geral da problemática de interoperabilidade dos conteúdos.....	56
Figura 32: Paradigma emergente e a pratica pedagógica [BEHRENS99].....	63
Figure 33: O tetraedro pedagógico [CROZAT02].....	66
Figura 34: Interoperabilidade entre LCMS e LMS [BACHIMONT et al 03a].....	69
Figure 35: Padrões e estrutura dos conteúdos didáticos digitais	72
Figura 36: Benefícios de uma indexação a priori	76
Figura 37: Exemplo de DTD para uma indexação apriori	77
Figura 38: exemplo de meta dados usando o templates.....	77
Figure 39: Modelo de indexação em camadas	79
Figure 40: Indexação dupla	80
Figura 41: Exemplo da interface do conteúdo.....	82
Figura 42: Exemplo de indexação de uma unidade lógica de tipo expositiva	83
Figure 43: Exemplos de indexação a posteriori	83
Figura 44: Aspectos considerados na modelagem de uma unidade de aprendizagem	85
Figura 45: EML um modelo centrado na noção de atividade	86
Figure 46: Banco de modelos pedagógicos.....	87
Figura 47: Exemplo de conteúdo estruturado a partir da atividade.....	90
Figura 48: Ilustração das noções de formatos de edição e publicação	91
Figura 49: Arquitetura dos Web Services	93
Figura 50: Mensagem SOAP	94
Figura 51 : Uso do SOAP nos Web Services para chamada remota de procedimento.....	94
Figura 52: Exemplo de uma resposta SOAP	95
Figura 53: Exemplo de descrição de um Web Service usando WSDL.....	98
Figura 54: Representação das produções do aluno usando XML	100
Figure 55: Uso de uma mensagem SOAP para transferência de dados ao sistema LMS..	100
Figure 56: Visão do padrão AICC	103
Figure 57: Os objetivos do padrão SCORM	105

Lista de abreviaturas

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADL: Advanced Distributed Learning
AFNOR: Association Française de NORmalisation – Associação Francesa de Normalização
AICC: Aeronautic Industry Computer based training Committee
API: Application Program Interface
ARIADNE : Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe
CMI : Computer Managed Instruction
CEN : Comité Européen de Normalisation – Comissão europeia de normalização
CN : Comissão Nacional – Comissão nacional
DoD: Department of Defense of the United States
EdNA : Education Network Australia
EML: Educational Modeling Language
ERP : Engineering Resource Planning
FC: Feuille de comportement – Folha de comportamento
IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMS : Instructional Management System global consortium
ISO: International Standardization Organization
IT: Information Technology
ITS : Intelligent Tutoring System
ISSS : Information Society Standardization System
JTC : Joint Technical Committee
LCMS: Learning Content Management Systems
LD: Learning Design
LIP : Learner Information Package
LMS: Learning Management System
LO: Learning Object
LOM: Learning Object Metadata

LTSC : Learning Technology Sub-Committee

OASIS : Associação pelo desenvolvimento de padrões na Web

OKI: Open Knowledge Initiative

PAPI : Public and Private Information

QTI: Question and Test Interoperability

SCORM: Sharable Content Object Reference Model

SC : Sub Committee

SCO : Sharable Content Object

SGA: Système de gestion de l'apprentissage (LMS) – Sistema de gerenciamento da aprendizagem

SGCA: Système de gestion des contenus d'apprentissage (LCMS) – Sistema de gerenciamento dos conteúdos de aprendizagem

SIF : School Interoperability Framework

SP: Schemas Pédagogique – Esquema pedagógico

SS : Simple Sequencing

TC : Technical Committee

TICE : Technologie de l'Information et de la Communication pour l'Education

UI ICS: Unité d'innovation ingénierie des contenus et savoirs – Unidade de inovação engenharia dos conteúdos e dos saberes

UL: Unité Logique – Unidade lógica

UTC: Université de Technologie de Compiègne – Universidade de Tecnologia de Compiègne

W3C : World Wide Web Consortium

WG : Working Group

Resumo

O desenvolvimento recente de redes de aprendizagem distribuídas e a multiplicação das tecnologias que compõem esses ambientes levaram as comunidades científicas a enfatizar a necessidade de elaborações de padrões técnicos que garantem a interoperabilidade desses componentes. Esse trabalho considera mais especificamente os padrões para interoperabilidade dos conteúdos didáticos digitais, fazendo uma análise crítica dos padrões existentes, trazendo elementos da área de pedagogia e contribuindo com propostas de melhoria para indexação, estruturação e comunicação dos conteúdos com os Learning Management Systems (LMS). Essas propostas permitem melhorar o reaproveitamento dos conteúdos, a qualidade e a diversidade das abordagens pedagógicas e, enfim, as funcionalidades dos conteúdos através do uso de web services. Concluimos por uma revisão crítica dos modelos atuais, mostrando o campo de aplicações das contribuições trazidas e definindo os eixos possíveis para trabalhos futuros.

Résumé

Le développement récent de réseaux d'apprentissage distribués et la multiplication des technologies qui composent ces environnements ont amené les communautés scientifiques à mettre en avant la nécessité de définir des standards techniques qui garantissent l'interopérabilité de ces composants. Ce travail s'intéresse plus particulièrement aux standards pour l'interopérabilité des contenus pédagogiques numériques, en faisant une revue critique des standards existants, en rapprochant des éléments de pédagogie avec cette problématique et en contribuant avec des propositions d'amélioration des mécanismes d'indexation, de structuration et de communication des contenus avec les Systems de gestion de l'apprentissage (LMS). Ces propositions permettent d'améliorer la réutilisation des contenus, la qualité et la diversité des approches pédagogiques et, finalement, les fonctionnalités de ces contenus à travers l'utilisation des web services. Nous concluons par une revue critique des modèles actuels qui montre le champs d'application des contributions et définit les axes possibles de développement futur.

Capítulo 1 Introdução

“A passagem do conhecimento tácito ao conhecimento codificado nos suportes (mídias...) sempre implicou escolhas relativas aos meios pedagógicos e aos conhecimentos a serem transmitidos em função dos lugares e das épocas. Cada vez a sociedade decidiu.”
[GEMME02]

O crescimento da informática através de seu envolvimento cada vez maior em todos os setores econômicos, permitindo automação e otimização dos processos, se estendeu aos processos educacionais. A relação entre educação e informática é multilateral: ela é objeto de estudo, suporte para modelagem e entendimento de fenômenos e ferramenta a vários níveis do próprio processo de ensino-aprendizagem. Nesse campo, ela provocou uma ruptura dos paradigmas educacionais se inserindo como um recurso rico para dar suporte à transferência de conhecimento, ampliando a quantidade e a qualidade dos meios de comunicação, o volume dos fluxos e a capacidade de representação, armazenamento e indexação do conhecimento.

Essas revoluções tecnológicas acompanham mudanças socioeconômicas nas quais, a aprendizagem deixou de ser uma atividade de preparação a vida profissional para se tornar um processo contínuo ao longo da vida. Além dessa mudança a educação sofre também a influência de uma economia globalizada, na qual os métodos tradicionais devem ser revisados para se adequar às exigências da economia mundial. O desenvolvimento e a integração das tecnologias educacionais agem então como uma oportunidade para questionar os métodos e recursos usados nesse processo.

Como responder, nesse contexto de globalização dos processos educativos, às necessidades específicas de cada aprendiz dentro do seu contexto? Existe um paradoxo na definição de tecnologias educacionais de grande porte que tendem a ser padronizada e “Taylorizada” embora precisem atender usuários com contextos, objetivos e estilos de aprendizagens cada vez mais heterogêneos.

Aproveitando das crescentes capacidades de armazenamento e de cálculo dos computadores, as tecnologias educacionais estão convergindo para oferecer ferramentas compatíveis aos diferentes atores dos processos de transferência do conhecimento. Essa convergência tecnológica explicitou uma necessidade de padrões para garantir a

interoperabilidade dos dispositivos. Os padrões são escolhas tecnológicas e metodológicas que têm um impacto direto sobre os processos aos quais eles se aplicam. As iniciativas nesse campo são múltiplas e os resultados cada vez mais interessantes a debater para a comunidade científica crescente que está envolvida com essas questões.

1.1 Desafio

A interoperabilidade das tecnologias educacionais (entre elas e com outros sistemas de informação) se tornou um ponto chave para viabilizar o mercado e aumentar sua flexibilidade e sua integração. Os padrões disponíveis atualmente respondem de maneira parcial às necessidades expressas pelas diversas comunidades de usuários, o que limita o desenvolvimento de tecnologias respeitando os contextos culturais e processos específicos de aprendizagem. Existe hoje uma necessidade de *“Oferecer ao mundo a possibilidade de especificar seus protocolos de formação a distância em função de suas culturas”*, como lembrava Jacques Perriault na abertura do dia internacional de reflexão sobre normas e padrões da formação online (Versailles, março 2003).

1.2 Motivação

Existem várias motivações para o desenvolvimento desse trabalho:

- A informatização dos processos pedagógicos constitui uma alternativa de forte potencial para atender às demandas crescentes da sociedade da informação [SIMARD02];
- Os padrões terão um papel fundamental na estruturação das arquiteturas de suporte à transmissão do conhecimento [GEMME02];
- Existe uma necessidade de explicitar o papel das tecnologias como facilitadoras dos diferentes processos de ensino e aprendizagem;
- Publicações [JAAKKOLA03] [MALLARD03] mostram a necessidade de uma abordagem multidisciplinar sobre um tema que tende a ser apropriado pelos tecnólogos;
- Algumas propostas promissoras para representar de forma rica os processos pedagógicos e a integração das ferramentas podem ser aplicadas nesse âmbito;
- Experimentações [BACHIMONT et al 03] [ARNAUD03] mostram as limitações encontradas com os padrões atualmente disponíveis;

1.3 Proposta

Após um primeiro estudo [MALLARD 03] mostrando as limitações dos padrões atuais, proporemos aqui abordar a questão dos modelos pedagógicos pressupostos por esses padrões para trazer uma alternativa tecnológica para garantir a interoperabilidades dos conteúdos didáticos digitais.

Essa proposta passa pela contextualização da questão dos padrões para interoperabilidade dos conteúdos didáticos digitais, listando as iniciativas conhecidas nesse campo. Os principais paradigmas epistemológicos que sustentam os processos de ensino-aprendizagem conhecidos serão apresentados para explicitar o papel do conteúdo didático nesses processos. Propostas de melhoria desses padrões serão formuladas segundo três eixos: indexação, estruturação dos conteúdos e comunicação do conteúdo com o Learning Management System (LMS).

1.4 Contribuição

A definição de padrões no campo das tecnologias educacionais é uma área ampla na qual existem diversas oportunidades de contribuição. Experiências preliminares [BACHIMONT et al 03a] mostraram as dificuldades encontradas para publicar conteúdos altamente interativos e explorar suas funcionalidades em sistemas de gerenciamento de aprendizagem. O foco dessa dissertação é contribuir a uma melhoria dos padrões garantindo a interoperabilidade de conteúdos didáticos digitais.

1.5 Organização

Esse trabalho é por natureza interdisciplinar. A questão dos padrões precisa ser entendida tanto do ponto de vista tecnológico como do ponto de vista pedagógico para que possamos contribuir de maneira significativa à definição de interfaces eficientes para as arquiteturas de transferência de conhecimento. Lembraremos, numa primeira parte quais são os grandes desafios da área e as propostas feitas nesse campo. Apresentaremos depois, os processos de ensino e aprendizagem e o papel da tecnologia como facilitador desses processos, para esclarecer quais são as necessidades de interoperabilidade dos dispositivos e explicitar as características dos padrões atuais. Apresentaremos propostas para melhorar a integração de ferramentas de produção e gerenciamento de conteúdo (LCMS) com tecnologias de gestão da aprendizagem (LMS), para definir um modo de integração

avançado. Finalmente, discutiremos as possibilidades de desenvolvimento nessa área e definiremos um quadro de trabalho para iniciativas futuras.

Capítulo 2 Padrões e tecnologias educacionais

2.1 Origem

O uso de tecnologias na educação não é um fenômeno recente. A cada época os processos educacionais se apoiaram sobre artefatos adequados para atingir seus objetivos. As bibliotecas, o quadro negro, a caneta, o caderno, a sala de aula, os anfiteatros são tecnologias que contribuíram na estruturação dos processos pedagógicos. Argumentamos que a interação entre práticas de ensino-aprendizagem, e tecnologias educacionais deve ser considerada de maneira bilateral. Da mesma forma como um determinado processo implica o desenvolvimento de ferramentas que facilitam sua realização, as ferramentas acabam estruturando o processo. Por exemplo, as características da sala de aula e de seus componentes (disposição das mesas, quadro negro, retro-projetor, data show...) influenciam as interações que vão ser desenvolvidas entre o professor, o aluno e o conhecimento. Uma disposição linear das mesas favorece uma aprendizagem diretiva, onde o professor transmite um conhecimento predefinido para uma comunidade de aprendizes considerados como receptores. Ao contrário, o agrupamento das mesas e dos alunos favorece as interações, os trabalhos de grupo e transforma consideravelmente o papel do professor. Os componentes do ambiente de aprendizagem contribuem para a definição dos processos de ensino-aprendizagem.

Nos ambientes virtuais os atores vão (inter-)agir da mesma maneira com as ferramentas disponíveis. Enquanto na sala de aula existe uma certa flexibilidade na adequação dos recursos às necessidades do contexto (possibilidade de alterar o ambiente mexendo as mesas, por exemplo), isso não se verifica sempre no caso dos ambientes virtuais, pois eles são pré-definidos a partir de uma aproximação das necessidades finais dos usuários. A apropriação dessas tecnologias pelos usuários depende então da flexibilidade oferecida por esses ambientes e da criatividade dos usuários.

Os padrões têm um papel importante no desenvolvimento tecnológico, eles constituem um referencial comum para um desenvolvimento distribuído de tecnologias compatíveis. São escolhas de nível metodológico e tecnológico adotados por uma determinada comunidade para atingir seus objetivos. A Associação Francesa de Normalização AFNOR considera três níveis de padronização: a especificação, o padrão e a norma.

Uma **especificação** é um conjunto de regras e prescrições técnicas geralmente desenvolvidas por uma comunidade bem delimitada de usuários (por exemplo, uma empresa ou um grupo de empresas) para atender objetivos predeterminados por seus representantes no contexto de um projeto. Por exemplo, dimensões para montagem de componentes mecânicos.

Um **padrão** é um conjunto de regras e prescrições definidas por um grupo representativo de usuários e fornecedores. Citaremos como exemplo, padrões definidos pelo World Wide Web Consortium W3C como o HTML, XML...

Uma **norma** é um conjunto de regras funcionais ou de prescrições técnicas relativas a produtos, processos ou a seus resultados, estabelecidas por um consenso de especialistas e registradas num documento publicado por um organismo nacional ou internacional, reconhecido no campo da normalização. A ISO é o principal organismo internacional e existem organismos nacionais correspondentes da ISO (ABNT no Brasil, AFNOR na França...). Não existe, por enquanto, nenhuma norma relativa às tecnologias da informação aplicadas à educação.

Na ausência de um referencial oficial, alguns padrões ocupam posições dominantes no mercado, falaremos de **normas de fato**.

Analisaremos, nesse trabalho, as principais iniciativas nesse campo para mostrar seus limites e definir nossa contribuição na análise da interação entre padrões e processos pedagógicos informatizados.

2.2 As tecnologias educacionais

Tentaremos aqui descrever o leque de tecnologias que podem ser identificadas como tecnologias educacionais e que devem ser consideradas na nossa problemática de interoperabilidade dos conteúdos didáticos digitais. Essa paisagem tecnológica precisa ser pintada para estruturar nosso quadro de trabalho e entender o papel dos padrões na interação dessas tecnologias. Cada tipo de ferramenta será analisada e delimitada em termos de funcionalidades, tipos de usuários e finalidades sabendo que certas ferramentas podem ser classificadas em diferentes níveis. Essa parte explicitará quais são as necessidades de padronização antes da apresentação das iniciativas nessa área.

2.2.1 Ferramentas para produção de recursos multimídia

Identificamos como recurso multimídia toda representação de informação codificada, usada com um determinado objetivo de transferência de um conhecimento ou de uma habilidade específica. Caracterizamos os recursos como grãos de conhecimentos autônomos mas não independentes [BACHIMONT et al 98] que podem ser inseridos para constituir um percurso de aprendizagem. São por exemplo: uma imagem, um esquema explicativo, um som, um vídeo, uma animação, um texto, um exercício, uma avaliação, etc. O processo de criação de recursos pedagógicos envolve geralmente dois tipos de usuários que são o especialista em criação de recurso (fotógrafo, designer, programador, redator...) e o professor ou educador que precisa usar o recurso no processo de ensino. O usuário final desses recursos pode ser ou o aluno com finalidade de aprendizagem ou um outro autor para reuso.

Existem vários tipos de software para criação e manipulação de recursos multimídia. Podemos citar para imagens (Adobe® Image Ready, Photoshop, Paint Shop Pro, etc) para o vídeo (Adobe® Premiere, SK-Video®, Movie Maker, etc), para a criação de animações (Macromedia® Flash), para criação e formatação de texto (Microsoft® Word, Publisher, etc), de tabelas (Microsoft® Excel, etc), etc. A maior parte dessas ferramentas apresenta facilidades para salvar ou exportar os recursos em formatos padrões (jpeg, mpeg, txt, doc, swf, xls, etc) que permitem a sua visualização através de um browser (Microsoft® Internet explorer, Netscape® Navigator, Mozilla, etc). Esses formatos são padrões de fato para visualização desses recursos em ambientes virtuais.

2.2.2 Ferramentas para produção de conteúdo

Para montar percursos de aprendizagem elaborados, esses recursos precisam ser estruturados e publicados. Os softwares que permitem essa integração são chamados de software de autoria. Muitas vezes editores de texto ou de páginas Web são usados como software de autoria pelos desenvolvedores de conteúdos. A grande flexibilidade oferecida por essas ferramentas tem por conseqüência um resultado mais ou menos adequado em função das aptidões do autor. Exemplos de ferramentas de autoria são Macromedia® Autorware, Lectora ou VisualClass®, exemplos de outras ferramentas muitas vezes usadas como ferramentas de autoria são Microsoft® PowerPoint, Macromedia® Dreamweaver, essas não tem funcionalidades específicas para criação de conteúdos pedagógicos.

2.2.3 Sistemas de Gerenciamento de Conteúdos de Aprendizagem (SGCA-LCMS)

Recentemente, apareceu uma nova categoria de ferramentas dedicadas à concepção e manipulação de recursos e conteúdos didáticos e a sua publicação. Os Learning Content Management Systems (LCMS) [BACHIMONT et al 03b] são ferramentas que respondem a duas necessidades importantes em termos de conteúdos para a formação. Primeiro, a facilidade de manipulação e reaproveitamento dos conteúdos, segundo, a facilidade de publicação de conteúdos para diversos ambientes de aprendizagem (Intranet, Internet, CD-ROM, sala de aula, estudo sem computador-papel...). Essas ferramentas podem ser usadas diretamente pelos autores ou professores para conceber o material que será adequado ao contexto de aprendizagem. Elas apresentam funcionalidades parecidas com as ferramentas de autoria, mas vão além com funcionalidades de busca e manipulação dos conteúdos. Elas são concebidas para explorar bases significativas de objetos de aprendizagem.

2.2.4 Sistemas de Gerenciamento da Aprendizagem (SGA - LMS)

Essas ferramentas são ambientes de ensino-aprendizagem que integram vários componentes que podem ser usados em função de suas necessidades pelos alunos, professores, tutores e administradores. Eles possuem geralmente ferramentas para consulta de conteúdos, ambientes de comunicação síncrona (Chat) e assíncrona (Fórum, e-mail), ferramentas de trabalho em grupo (compartilhamento de arquivo e aplicações...), ferramentas de planejamento (Calendário), de identificação dos usuários (Anuário), de administração (Identificação do percurso do aluno, de suas atividades, de seus resultados...), e em alguns casos ferramentas de mapeamento de competências. Exemplos mais conhecidos de sistemas de gerenciamento da aprendizagem são o LearningSpace da IBM ®, o WebCT ®, o i-learning da Oracle ®, o Docent - SumTotal ®, o Saba ® e o Eureka da PUCPR. Existem também soluções de códigos abertos disponíveis como Moodle, Lon-capa e Chef. As funcionalidades variam em função dos sistemas, alguns disponibilizam diferentes tipos de ambientes de aprendizagem como salas de aula virtuais ou módulos para estudo individual. Os LMS têm um papel essencial para passar da disponibilização de informação à assimilação do conhecimento pelo aprendiz.

2.2.5 Outras ferramentas vinculadas à área de estudo

As tecnologias educacionais são sistemas de informação que podem ganhar funcionalidades se integrando com outros tipos de sistemas nas organizações (sistema de

gerenciamento de recursos humanos, Enterprise Resource Planning (ERP), sistemas de gerenciamento de biblioteca...). Essas interações dependem também de questões de padronização para tornar possível o intercâmbio de dados entre esses sistemas.

2.2.6 Síntese

A figura 1 apresenta uma visão sintética dos elementos que compõem as arquiteturas de informatizadas para transferência do conhecimento. Pode se observar a diversidade de atores que atuam nesses processos e as necessidades de interoperabilidade dos componentes dessas estruturas ilustrada pelas linhas verticais.

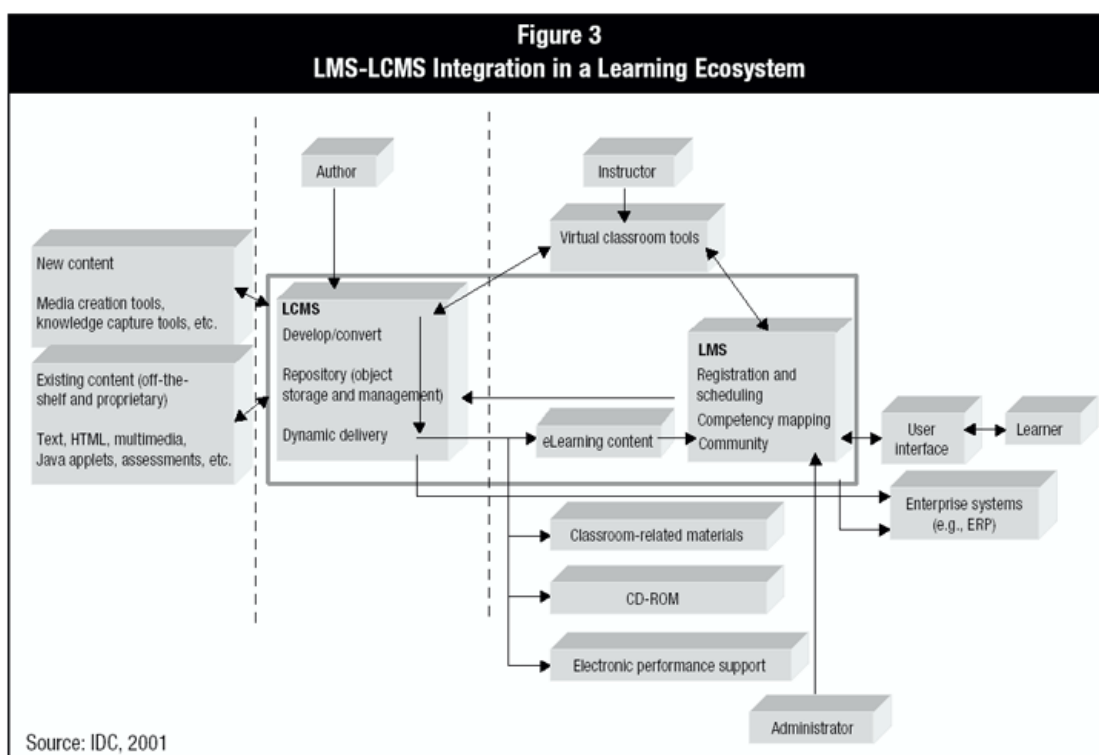


Figura 1 : Visão geral do conteúdo no ambiente das tecnologias educacionais [IDC2001]

2.2.7 Fatores de convergência

Vimos que o termo tecnologias educacionais se refere a um leque heterogêneo de sistemas de informação que coexistem nas organizações. Podemos observar uma tendência forte para integração desses sistemas, motivada pelas necessidades de independência tecnológica, durabilidade e coerência. Identificamos os seguintes fatores de convergência como justificativas para o desenvolvimento de padrões:

- a possibilidade de integração num mesmo ambiente de aplicações respondendo a diversas necessidades em termos de ensino e aprendizagem. Por exemplo, as necessidades em termos de tecnologia de um departamento de matemática não são as mesmas que as necessidades de um departamento de línguas estrangeiras, [OKI 2002];
- a facilidade em compartilhar tecnologias e conteúdos entre os departamentos e as organizações, [OKI 2002] [FORTE et al 99] ;
- a facilidade de manutenção dos sistemas pela possibilidade de alteração, criação ou desenvolvimento de componentes compatíveis, [OKI 2002];
- a modularidade faz com que as tecnologias educacionais sejam mais estáveis, seguras, e capazes de crescer conforme o uso, e permite aos componentes serem alterados sem prejudicar o funcionamento do sistema como um todo [OKI 2002], [SCORM 2001];
- a possibilidade de criar um referencial para desenvolvimento de tecnologias de software, o que incentiva a inovação e a criação de componentes específicos pela possibilidade de reuso em outros sistemas mais amplos [OKI 2002];
- a interoperabilidade dos conteúdos didáticos em relação aos ambientes de aprendizagem [SCORM 2001];
- a interoperabilidade dos conteúdos em relação às ferramentas de autoria e ambientes de aprendizagem [SCORM 2001];
- a possibilidade de desenvolvimento de tecnologias educacionais aplicáveis independentemente a todos os conteúdos padronizados (ferramentas de busca, ferramentas de apoio a decisão, ferramentas inteligentes de tutoria...) [SCORM 2001], [ISO 2003].

2.2.8 Tendências na convergência das tecnologias educacionais

O foco principal do desenvolvimento tecnológico é o ganho em produtividade e a automação dos processos que permite um melhor controle dos fluxos produtivos. A informatização dos processos pedagógicos possui dentre seus objetivos, o da melhoria constante do processo transferência de conhecimento nos planos quantitativos, qualitativos, econômicos e administrativos. Existem, nesse contexto, duas tendências importantes de convergência das tecnologias educacionais:

- Primeiro, a convergência dos sistemas de tutoria inteligentes e dos sistemas de aprendizagem por computador, figura 2, [SCORM 01]

Ela decorre das pesquisas no campo de sistemas tutores inteligentes que tentam automatizar as funções tradicionalmente assumidas pelo professor ou pelo tutor (seleção de conteúdos, orientação do aluno, esclarecimento de dúvidas, etc) [VICCARI96]. O recente desenvolvimento das redes de computadores motivou os pesquisadores a buscar aplicações dessas tecnologias em bancos de recursos distribuídos para fornecer percursos de aprendizagem personalizados. Essas pesquisas necessitam um forte esforço no campo de representação do conhecimento (dos percursos, dos conteúdos, dos conhecimentos do aprendiz, etc) para garantir a interpretação pela máquina dos acontecimentos dentro do processo.

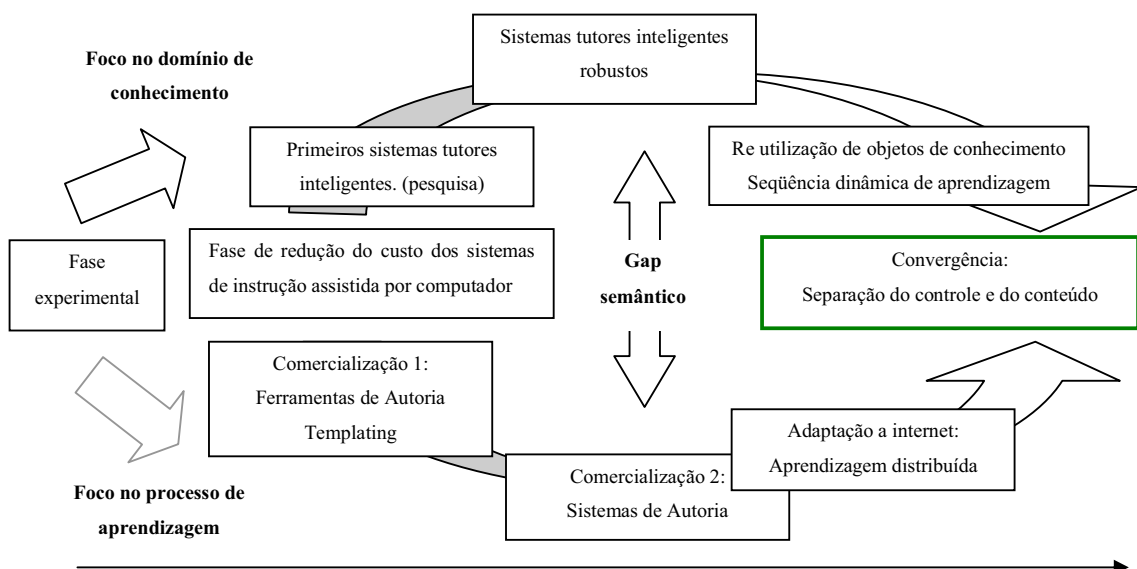


Figura 2: evolução da educação assistida por computador e das tecnologias de tutores inteligentes [SCORM V1.2]

- Segundo, a integração dos componentes da cadeia de produção e utilização dos conteúdos didáticos, figura 3 [MALLARD 03]

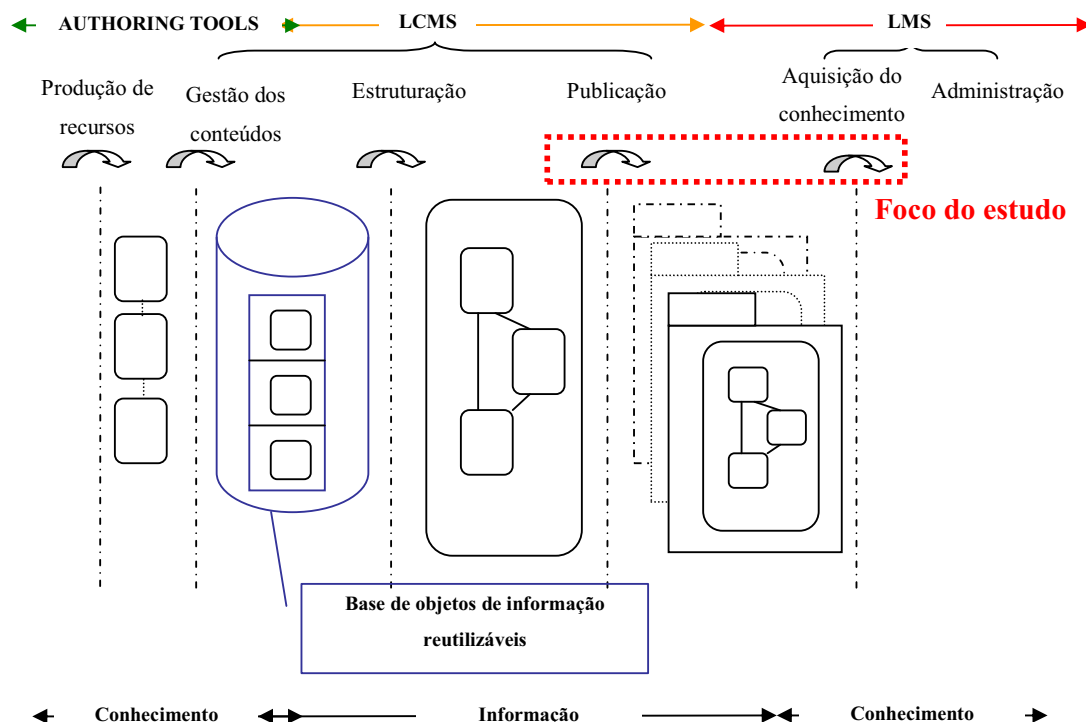


Figura 3 : Ciclo de formalização e apropriação do conhecimento

Embora existam ferramentas distintas para atender às necessidades específicas dos diferentes atores do processo de aprendizagem, elas precisam interagir para ter uma utilidade de uma em relação à outra. Essa integração constitui o argumento principal para desenvolvimento de padrões de formatação dos conteúdos didáticos.

2.3 Organismos envolvidos na questão dos padrões

Apresentaremos nessa parte as iniciativas existentes no nosso campo de estudo. Pela descrição dos atores, de seus interesses e de suas realizações, definiremos o estado da arte de nosso campo de estudo para, em seguida, analisar quais foram os esforços já realizados para garantir a interoperabilidade dos conteúdos pedagógicos.

2.3.1 Visão geral

A questão dos padrões interessa a vários tipos de organizações envolvidas com tecnologias educacionais. Historicamente, o primeiro esforço foi realizado por um consórcio de empresas na área aeronáutica que criou o Aeronautic Industry Computer based training Consortium (AICC). O Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) criou também uma comissão dedicada a essas questões trabalhando essencialmente sobre os problemas de indexação. O Instructional Management System global learning

consortium (IMS) é hoje um dos principais atores nessa área e outra iniciativa importante foi o projeto Advanced Distributed Learning (ADL) iniciado pelo departamento de defesa americana. Grandes universidades americanas lideradas pelo Massachusetts Institutes of Technology (MIT) se focalizaram na definição de uma arquitetura aberta para definição desses padrões através da Open Knowledge Initiative (OKI). Finalmente, a International Standard Organisation (ISO) criou uma comissão (JTC1/SC36) para considerar essas iniciativas e elaborar normas para o uso de tecnologias de informação no contexto da aprendizagem e da formação. Outras iniciativas abordam essas questões em níveis nacionais. De maneira geral as iniciativas tomadas por essas organizações promovem:

- A criação de sistemas de indexação/recuperação de material pedagógico (IEEE, IMS, ADL, ISO);
- A estruturação de conteúdos e representação de cenários pedagógicos (IMS, ADL, ISO);
- A definição de uma arquitetura aberta e evolutiva para integração dessas tecnologias (OKI, ISO, IEEE);
- A representação das informações relativas ao aluno (IMS, ISO, IEEE);
- A identificação do percurso dos alunos (IMS, AICC, ADL);
- A transmissão de informação entre o conteúdo e o sistema de gerenciamento da aprendizagem (AICC, ADL, OKI).

Embora existam numerosas interações entre esses diversos atores, se pode identificar uma cronologia entre as etapas do processo de definição de especificações, padrões e normas (figura 4).

Analisaremos com mais precisão os objetivos e as realizações de cada uma das organizações envolvidas no processo de definição de padrões para entender melhor esse processo e enfatizar as oportunidades de contribuição nesse campo.

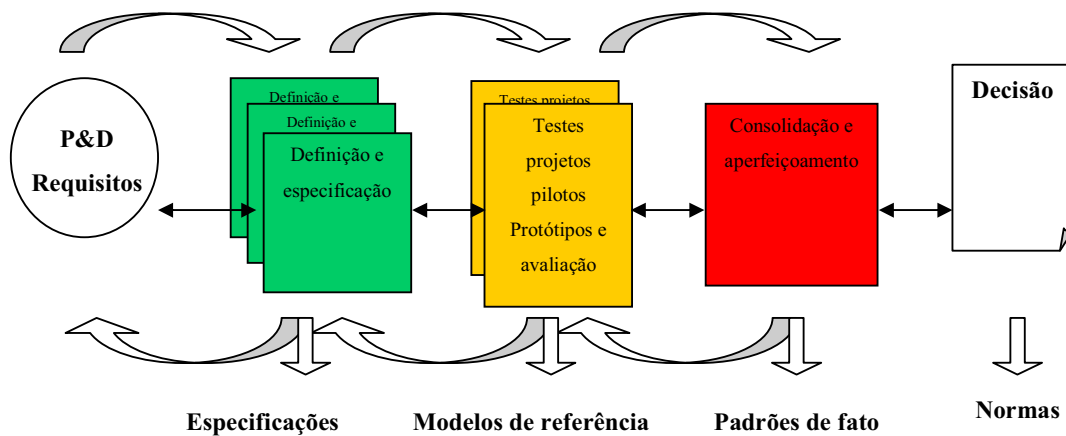


Figura 4: Visão geral do processo de especificação padronização e normalização [SIMARD02]

2.3.2 AICC (www.aicc.org)

A problemática de formação da indústria aeronáutica é particular porque os fornecedores de aeronaves são poucos relativamente à quantidade de companhias aéreas usando seus produtos e seus treinamentos. Cada aeronave deve ser entregue com a documentação e os treinamentos necessários para o pessoal de bordo, os agentes de manutenção, de limpeza, etc. (se ela fosse integralmente impressa, o volume da documentação entregue com um Boeing® 747 seria equivalente ao volume do avião). O uso do computador para realizar esses treinamentos implica a compatibilidade dos conteúdos com os sistemas de gerenciamento da aprendizagem (LMS) das diversas companhias. Além disso, a política de segurança nesse setor impõe que a confiabilidade e a qualidade dos treinamentos seja registrada para ser facilmente comprovada caso seja necessário. Nesse contexto, os criadores e clientes desses treinamentos formaram com os fornecedores de tecnologia um consórcio para definir um formato de exportação/importação de cursos que responda a esses requisitos (figura 5).

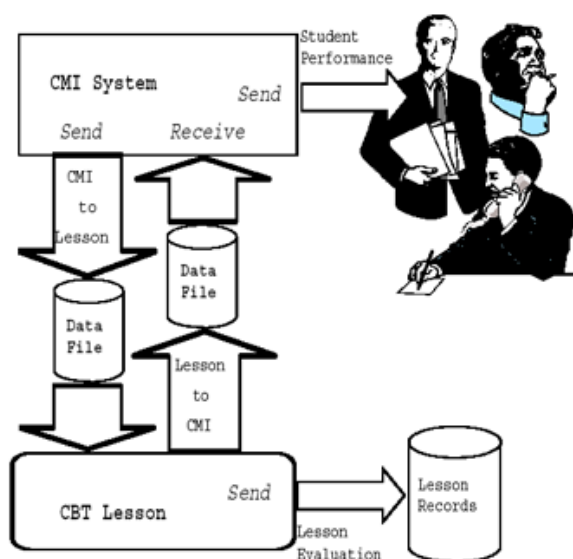


Figura 5: AICC Visão geral [AICC93]

Esses trabalhos tiveram como resultado final uma ampla documentação [AICC 93] que define um sistema de arquivos que podem ser interpretados pelos sistemas para recuperar e estruturar os conteúdos e seguir o aluno no seu percurso de aprendizagem. A especificação define também protocolos de comunicação de dados entre o sistema de gerenciamento da aprendizagem (LMS ou CMI system) e o conteúdo para que sejam memorizadas as informações importantes do tipo:

- tempo de consulta;
- último conteúdo consultado;
- resultado ao exercício.

2.3.3 IEEE/LTSC (ltsc.ieee.org)

O principal foco dessa comissão foi a definição de um sistema coerente de indexação dos conteúdos pedagógicos chamado LOM (Learning Object Metadata). O objetivo dos meta-dados é de fornecer uma descrição precisa o suficiente para poder recuperar conteúdos de maneira eficiente dentro de um repositório ou através da Web. Essa recuperação pode ser feita de maneira mais ou menos fina e otimizada em função da precisão da indexação e da eficiência do motor de recuperação. O LOM se tornou um padrão de fato, mas foi amplamente criticada e não foi aceito pelo ISO JTC1/SC36 como uma proposta viável para constituir uma norma de indexação [ISO02].

2.3.4 IMS (www.imsproject.org)

O IMS é um dos consórcios mais amplos e mais ativos nessa área. Ele reúne representantes da indústria de Software (IBM, Microsoft, Saba...) e grandes universidades norte americanas para definir especificações que permitirão o compartilhamento de conteúdos e a compatibilidade das aplicações. As especificações publicadas até hoje pelo IMS são:

- Learner Information Package: Descrição das informações relativas ao aprendiz;
- Metadata: Meta dados (baseado no LOM de IEEE/LTSC);
- Packaging: Embalagem dos conteúdos para exportação;
- Enterprise: Compatibilidade com outros sistemas de informação das empresas (Recursos humanos, administração...);
- Digital Repository Interoperability: Interoperabilidade das bibliotecas de recursos;
- Question and Test Interoperability: Transferência dos resultados de avaliação;
- Learning Design: Descrição dos cenários pedagógicos baseado no Educational Modeling Language (EML);
- Competency, Educational Objectives: Definições reutilizáveis de competências;
- Simple Sequencing: seqüências dinâmicas de aprendizagem.

Todas essas especificações constituem um conjunto relativamente completo, mas particularmente complexo a interpretar e implementar. O IMS ocupa hoje uma posição central no processo de desenvolvimento de padrões.

2.3.5 ADL (www.adlnet.org)

ADL é uma iniciativa do departamento de defesa americana que pretende reduzir o custo de formação das tropas e garantir a viabilidade a médio e longo prazo de seus investimentos no material didático. Para atingir esses objetivos, o ministério investiu num importante esforço de pesquisa e desenvolvimento que reuniu três laboratórios americanos. A tarefa principal do projeto ADL é de reunir os vários trabalhos de padronização realizados para formar um conjunto coerente, implementável e testável: o Sharable Content Object Reference Model (SCORM). Essa especificação está hoje na sua terceira versão e inclui (figura 6):

- Um modelo de meta dados que provém de IEEE/ LTSC
- Um modelo de embalagem dos conteúdos que vem de IMS

- Um modelo de estruturação dos conteúdos que é uma adaptação do modelo definido por AICC
- Um modelo de comunicação conteúdo – LMS que vem de AICC

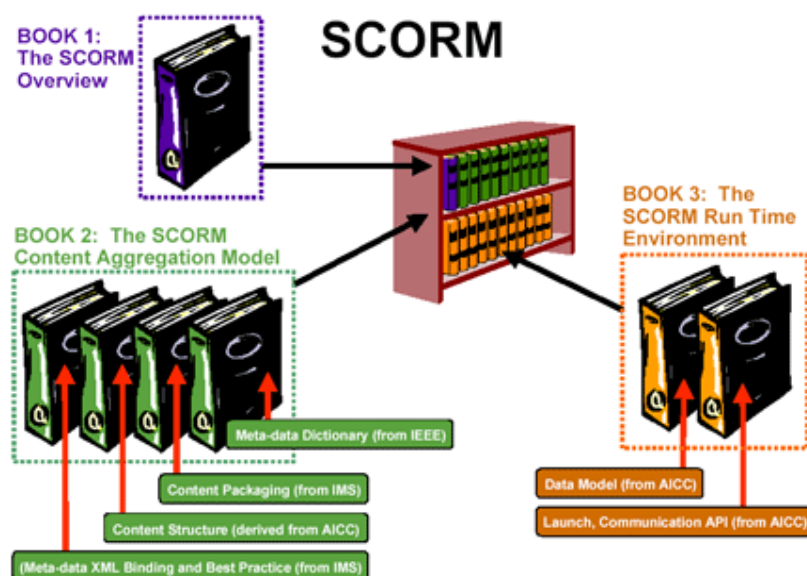


Figura 6: ADL SCORM: um conjunto coerente de especificações [SCORM 01a]

2.3.6 OKI (web.mit.edu/oki)

OKI tem um foco diferente das demais iniciativas pois se concentra na definição de uma arquitetura aberta para integração das tecnologias educacionais entre elas e com os demais sistemas de informação das organizações. Os trabalhos de OKI tem por objetivo final a definição de um conjunto de sistemas e de Application Programs Interfaces (APIs) que permitirão o desenvolvimento e a manutenção autônoma dos componentes dessas arquiteturas (figura 7):

- Aplicações para aprendizagem, avaliação, colaboração, gerenciamento de conteúdos e da aprendizagem
- Sistemas de administração como sistemas de gerenciamento das informações relativas aos estudantes, recursos humanos, anuário, etc.
- Sistemas acadêmicos que inclui sistemas de biblioteca, repositórios digitais de recursos pedagógicos.

Os componentes e as APIs são definidas e implementadas em Java e o código está disponível para as universidades envolvidas e as outras organizações comerciais ou públicas para que possam aproveitar desse quadro de trabalho. Esse esforço é sustentado

por duas licenças distintas para o uso das APIs e das aplicações de códigos abertos. As API's podem ser implementadas e alteradas pelos usuários, mas as versões alteradas não podem ser distribuídas. As aplicações são disponíveis mas não vem com suporte.

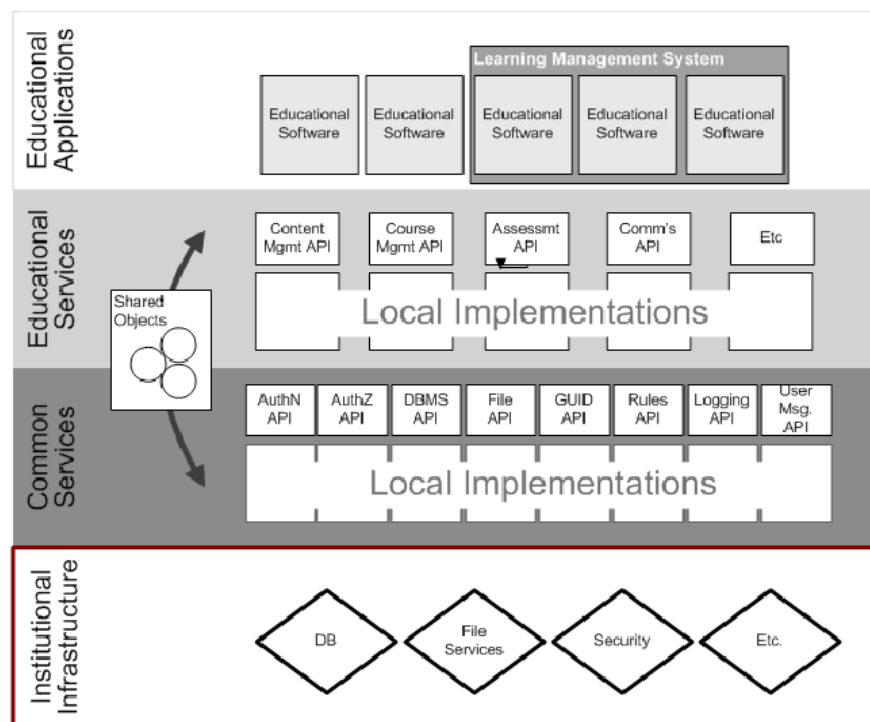


Figura 7: Arquitetura definida pela Open Knowledge Initiative (fonte [OKI 02])

A arquitetura definida pela OKI se divide em quatro camadas que comunicam entre elas graças as API's. O objetivo geral é de garantir a independência das camadas pela definição de interfaces padronizadas para solicitar as aplicações a cada nível.

2.3.7 ISO SC36/JTC1

O organismo internacional de normalização tem também um grupo especialmente dedicado ao uso das tecnologias da informação e comunicação (JTC1) no qual existe um grupo internacional que trabalha sobre essas aplicações no campo educacional. Os trabalhos são divididos em 5 áreas que são:

- WG1: Meta dados e vocabulário;
- WG2: Tecnologias colaborativas;
- WG3: Representação das competências;
- WG4: Modelos pedagógicos;
- WG5: Garantia da qualidade.

A ISO, por ser um órgão oficial internacional, tem um processo de especificação mais lento. Ela tem em cada um dos países que participam da elaboração dessas normas um organismo representante que reúne os principais especialistas interessados nesses temas. Na França, é o CN36 da AFNOR que tem uma estrutura parecida ao SC36 e que defende o ponto de vista nacional sobre essas questões.

2.3.8 Síntese

A questão da interoperabilidade das tecnologias educacionais, sendo um ponto chave para o desenvolvimento de aplicações e conteúdos duráveis e reutilizáveis, existem várias iniciativas nesse campo. A diversidade aparente de consórcio e organizações envolvidas nesse processo reflete, na realidade, iniciativas constituídas para atender as necessidades específicas que surgiram e cresceram junto à demanda. As metas específicas de cada grupo são definidas por seus membros, as especificações produzidas por AICC são principalmente voltadas ao registro das atividades dos alunos enquanto o modelo da ADL tenta providenciar treinamento sob demanda, independentemente da infra-estrutura, e dos sistemas de gerenciamento da aprendizagem. A proposta da OKI é mais voltada à definição de um quadro de trabalho para garantir a independência tecnológica das universidades participantes e o IMS engloba várias áreas e interage com as outras organizações.

2.4 Aspectos tecnológicos - Estado da arte

Explicitamos que existem vários tipos de padrões necessários para garantir interoperabilidade dos conteúdos pedagógicos e classificamos as iniciativas existentes nessa área. Analisaremos agora as tecnologias sobre as quais se baseiam essas iniciativas.

2.4.1 Visão geral

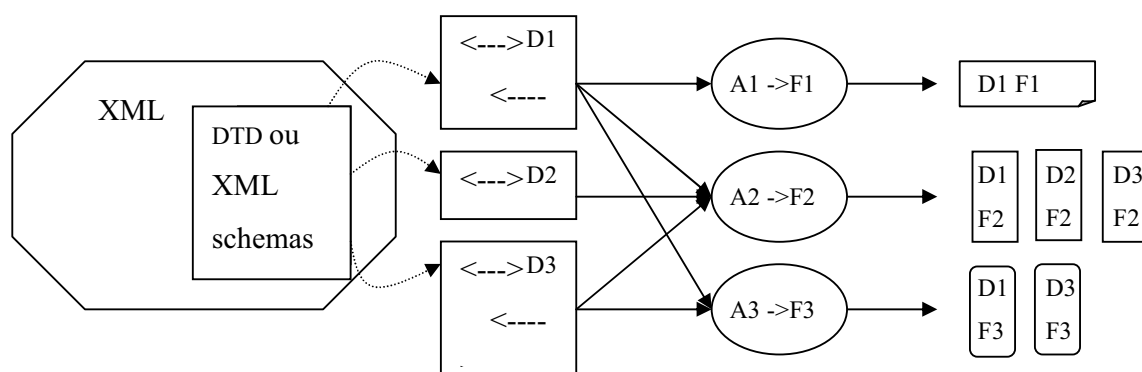
A diversidade das tecnologias educacionais deve ser enfrentada por uma **padronização das interfaces existentes entre os dispositivos**. Dispositivos de criação de conteúdos e dispositivos de colaboração, dispositivos de gerenciamento da aprendizagem e outros sistemas de informação, etc. Essa interoperabilidade exige a definição de dois tipos de modelos:

- um modelo de dados para definir a linguagem usada nas mensagens entre os diferentes sistemas
- um modelo de comunicação que permite a troca desses dados

Esses modelos se baseiam em duas tecnologias-pilares no desenvolvimento para Web: a eXtensible Markup Language (XML) e as Application Program Interfaces (API).

2.4.2 XML: Uma meta linguagem

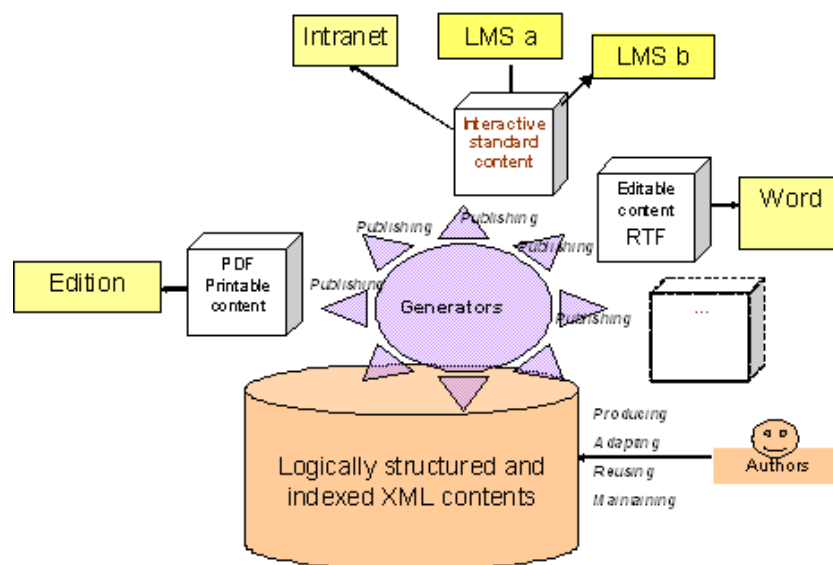
A aparição da XML vem da necessidade de desenvolver uma linguagem intermediária entre a complexidade do Standard Generalized Markup Language (SGML) e a falta de expressividade e flexibilidade da Hyper Text Markup Language (HTML) linguagem de formatação. XML é uma linguagem extensível quer dizer que o usuário pode definir usando um Document Type Definition (DTD) ou um XML Schema, sua própria sub-linguagem. Essa definição permite definir os termos da sub-linguagem, seus atributos e seus componentes e tratar esses termos com aplicativos escritos com a eXtensible StyleSheet Language (XSL), figura 8.



Definição da sub-linguagem Documentos XML Aplicativos XSL Resultados (PDF, HTML, RTF)

Figura 8: DTD, XML, XSL: visão geral

XML é uma linguagem rica e bastante usada em vários contextos (e-business, comunicação entre agentes, indexação, representação de dados, etc). Na produção de conteúdos didáticos, ela permite como mostraram [CROZAT02] e [BACHIMONT et al 02] a industrialização dos processos de produção através da automação de certas fases como a publicação (Figura 9).



**Figura 9: XML aplicado à indexação e publicação de conteúdos pedagógicos
[BACHIMONT et al 03]**

A maior parte dos padrões atuais é implementada usando DTD ou XML schemas, por exemplo, os meta-dados (LOM) e as estruturas de documentos (SCORM content aggregation model e IMS Learning Design).

O uso de XML para implementação de padrões permite o controle dos documentos (qualquer editor XML confere automaticamente se um documento é válido em relação a uma DTD) e facilita o tratamento do documento (extração de dados, pré-processamento dos documentos, etc).

2.4.3 A questão do empacotamento (packaging)

A primeira etapa para garantir a portabilidade de um conteúdo é seu empacotamento. Ele deve ser padronizado para que o sistema que recebe o conteúdo saiba identificar as informações chaves para efetuar seu tratamento (seja para a sua edição e manutenção ou para a sua publicação). O padrão deve então especificar dois tipos de informações:

- O nome ou formato do arquivo que permite identificar onde encontrar essas informações. Por analogia, esse arquivo pode ser comparado ao arquivo index.html que um navegador abre automaticamente em primeiro lugar dentro de uma pasta contendo diferentes arquivos: é o ponto de partida.
- A estrutura das informações a procurar que permitirão identificar os componentes do pacote.

Existem hoje em relação ao packaging dois padrões predominantes. O primeiro provem de [AICC93], ele é relativamente antigo e não usa a linguagem XML para estruturar informação. O segundo IMS packaging é mais recente e beneficia das vantagens trazidas pelo XML em termos de manipulação e estruturação dos dados.

2.4.3.1 Os arquivos do AICC:

O contexto tecnológico no qual foi elaborada a especificação [AICC93] era diferente. Como comentamos, esse consórcio precursor definiu suas soluções num contexto tecnológico diferente (a partir dos anos 80), essa abordagem, embora esteja limitada tecnologicamente, é interessante conceitualmente.

Ela contribui na definição do tipo de informações que devem ser transmitidas de um sistema de gerenciamento de aprendizagem para outro para transferir um conteúdo. É o CMI Structure Interchange Format. No caso desse padrão, a extensão do arquivo que define o tipo de informação que ele contém. A especificação AICC autoriza 3 níveis de complexidade na implementação (Tabela 1).

Nível de implementação	Arquivos que constituam a envelope	Tipo de informações
1 Básico	<ul style="list-style-type: none"> • Description (Course, Descriptor & assignable Unit files) • Course structure (Course Structure File) 	Descrição da estrutura do curso (rígida)
2 Pré-requisitos simples	<ul style="list-style-type: none"> • Description (Course, Descriptor & assignable Unit files) • Course structure (Course Structure File) • Simple Prerequisites(Prerequisites file) • Simple Completions (Completion Requirements file) 	Descrição rígida da estrutura do curso e dos pré-requisitos de cada parte.
3^a Pré-requisitos e seqüência dinâmica	<ul style="list-style-type: none"> • Description (Course, Descriptor & assignable Unit files) • Course structure (Course Structure File) • Complex Prerequisites (Prerequisites file) • Complex Completions (Completion Requirements file) 	Descrição da estrutura do curso e dos pré-requisitos de cada parte, possibilidades de definir pré-requisitos avançados e seqüências dinâmicas de aprendizagem.
3b Pré-requisitos e seqüência dinâmica em função dos objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Description (Course, Descriptor & assignable Unit files) • Course structure (Course Structure File) • Prerequisites (Prerequisites with objectives) • Completions (Completion Requirements with objectives) • Objectives (Objective Relationships file) 	Descrição da estrutura do curso e dos pré-requisitos de cada parte, possibilidades de definir pré-requisitos avançados e seqüências dinâmicas de aprendizagem em função de objetivos.

Tabela 1: Os níveis de implementação do padrão AICC

Pode-se observar na tabela 1 que o padrão oferece um empacotamento diferente em função do tipo de funcionalidades do conteúdo. Quanto maior for o nível de implementação, mais

detalhadas serão as informações relativas à intenção do autor em relação ao conteúdo e as possibilidades para o aluno.

Embora essas vantagens, o padrão AICC ofereça limitações por não ser extensível, ele não define estrutura nem modelos para uma implementação customizada pelo usuário.

2.4.3.2 O IMS packaging

A proposta do IMS Content Packaging Information Model V1.2 é de centralizar todas as informações relativas ao conteúdo dentro de um mesmo arquivo XML (figura 10). O pacote comporta esse arquivo e os arquivos que compõem o conteúdo (recursos, estruturas, etc) conforme apresentado na figura:

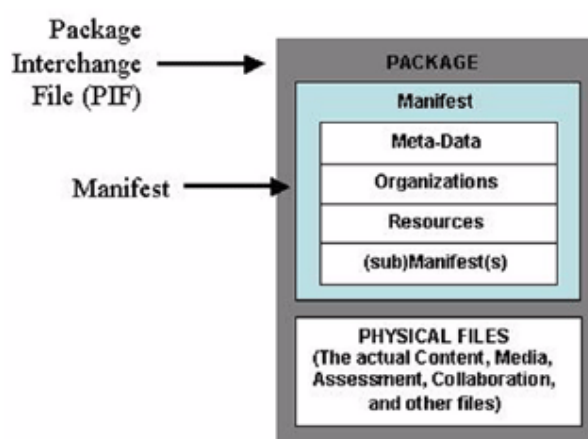


Figura 10: IMS Content Packaging [IMS03]

A estrutura desse arquivo, chamado de manifest file (tabela 2) é também definida pelo padrão:

Tabela 2: Padrão de empacotamento IMS

Tag XML	Componentes	Função
<manifest/>	Preâmbulo DTD para os meta dados DTD para a estrutura do documento	Definir a sintaxe do documento.
<metadata/>	Meta dados	Descrever o conteúdo pelas suas características (técnicas, pedagógicas, etc)

<organizations/>	Organização	Descrever a ou as organização(-ões) possíveis dos sub-itens do conteúdo
<resources/>	Recursos	Apontar para os arquivos que contem os recursos, que também podem ter meta dados.

Esse padrão de empacotamento é mais flexível do que o padrão proposto por AICC, por duas razões:

- ele aponta para os modelos de dados (DTD) escolhidos para descrever os meta dados e a estrutura do curso, o padrão se torna assim mais flexível
- ele centraliza todas as informações dentro de um único arquivo XML que pode ser validado por um parser se referindo a uma DTD

SCORM usa o padrão IMS como referência, a estrutura do manifest file proposto por SCORM é apresentada pela figura 11.

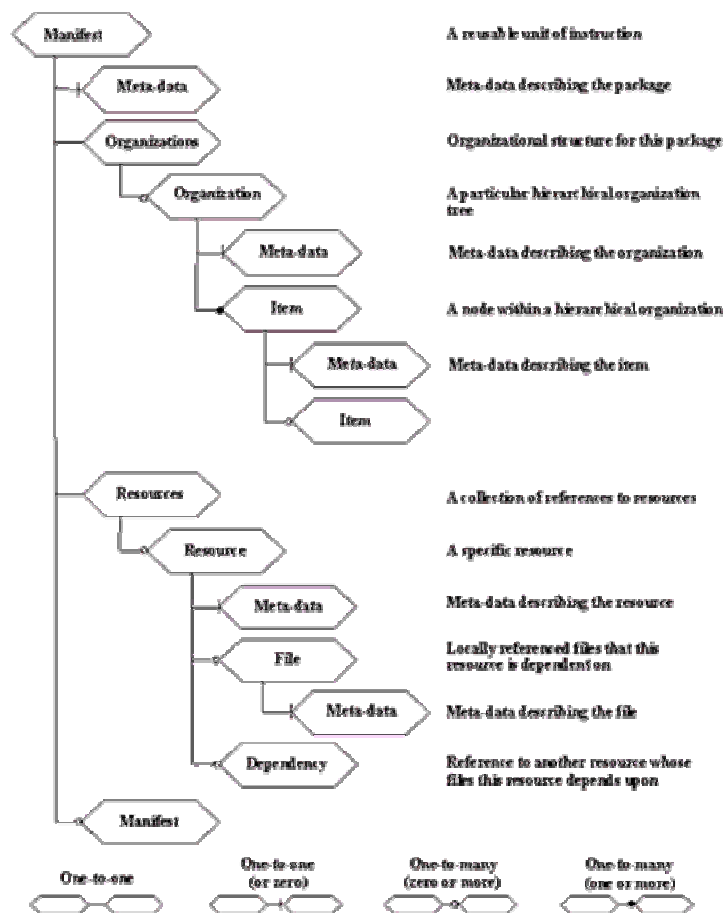


Figure 11: Estrutura do manifest File [SCORM02]

2.4.3.3 Síntese sobre empacotamento

Os padrões de empacotamento evoluíram e ganharam em flexibilidade e simplicidade. Enquanto AICC recomendava o uso de 7 arquivos para descrever um curso, seus objetivos, seus pré-requisitos e sua estrutura, IMS definiu usando o XML um arquivo único de nome padronizado onde se encontram as informações necessárias.

O padrão de empacotamento constitui uma primeira escolha sobre a informação que deve acompanhar um conteúdo e a sua estrutura. No caso de IMS essa escolha permanece flexível, pois ela aponta para modelos de dados externos que podem evoluir.

2.4.4 A questão da descrição dos conteúdos: os meta-dados.

Uma das características atraentes dos conteúdos didáticos digitais é a possibilidade deles serem duplicados e transmitidos ou acessados sem custo. Essa característica abre novas oportunidades para constituição de bibliotecas distribuídas de conteúdos digitais. Mas a

questão da reutilização, embora ela tomasse importância com a colocação em rede dos recursos, fica limitada pela capacidade dos motores de busca clássicos em achar informações interessantes.

A busca sobre a integralidade do texto não é uma alternativa satisfatória na Web por questões de eficiência (pela quantidade) e pertinência (porque os recursos muitas vezes não são textuais) [BOURDA02]. Sendo essa alternativa inviável, a pesquisa se orientou para um modelo de descrição dos conteúdos, através dos meta-dados (que são dados que descrevem dados). A escolha de meta-dados pertinentes é semelhante ao problema da escolha de índices discriminantes no raciocínio baseado em casos: ela é o resultado de um compromisso entre a aplicabilidade dos modelos em grande escala e sua capacidade a distinguir um conteúdo de um outro.

A questão dos meta-dados provém de uma abordagem documentar sobre o problema de descrição do conteúdo didático digital. Essa questão faz parte do problema de interoperabilidade, pois é essa descrição que vai permitir a os sistemas de efetuar operações automáticas sobre um conjunto importante de recursos (classificação, seleção, busca, recuperação...). Existem diversas iniciativas na área, mencionaremos aqui AICC, DublinCore, a LOM de IEEE, e seu uso no contexto do SCORM.

2.4.4.1 A descrição dos conteúdos por AICC

A descrição dos conteúdos no padrão proposto por AICC é feita dentro dos arquivos .CRS e .DES que fazem parte do pacote mencionado previamente. A figura 12 ilustra quais são os campos de descrição de conteúdos adotados por AICC. São no total, 14 campos de descrição para o conteúdo e seus componentes.

Group Names and Keywords	Function of Keywords
[Course] Course_Creator Course_ID Course_System Course_Title Level Max_Fields_CST Max_Fields_ORT Total_AUs Total_Blocks Total_Objectives Total_Complex_Obj Version	This group contains information that applies to the course as a whole. Some of this data is designed to help in processing the other files that provide more detailed information on the elements in the course and how they are ordered.
[Course_Behavior] Max_Normal	Defines lesson behavior defaults expected in the delivery of the course.
[Course_Description]	Textual description of the course.

Figura 12: Meta dados no padrão AICC [AICC93]

A descrição de um conteúdo comporta dados sobre seu autor, o tema o número de componentes e alguns referentes aos objetivos, pré-requisitos, etc. Existe também um campo de descrição textual livre limitado a 4096 caracteres. Essa descrição por ser livre e não-estruturada não pode ser manipulada de maneira formal pela máquina.

A figura 13 mostra um exemplo de estruturação da informação para descrever um objeto de aprendizagem que faz parte de um conteúdo (chamada “*Assignable Unit*” na especificação). A primeira linha fornece os campos de descrição (“system_id”, “type”, etc...), as linhas seguintes fornecem informações seguindo essa estrutura sobre os objetos de aprendizagem. O padrão de apresentação da informação é nesse caso o padrão de banco de dados.

```
"system_id","type","command_line","Max_Time_Allowed","time_limit_action","file_name","
max_score","mastery_score","system_vendor","core_vendor"

"A11","lesson","APU1 -nuv","00:16:00","Exit","APU1.EXE",80,80, "APW", ""

"A12","test","APU2 -nuv","00:26:00","E,Message", "APU2.EXE",100,90, "APW","test = on"

"A13","lesson","ELEC -nuv","00:28:00","E,N", "ELEC1.EXE",50,50, "APW", ""
```

Figure 13: Arquivo descrevendo um conteúdo no padrão AICC

2.4.4.2 O Dublin Core Meta Data

O Dublin Core meta data é um modelo de meta dados que foi desenvolvido para ser aplicado a todo tipo de documento digital. Ele conta 15 categorias que constituam a base usada pelos outros sistemas de descrição:

1. Título
2. Autor ou criador
3. Assunto e palavras chaves
4. Descrição
5. Publicador
6. Outros contribuintes
7. Data
8. Tipo de recurso
9. Formato
10. Identificador do recurso
11. Fonte

12. Idioma
13. Relação
14. Cobertura
15. Diretos autorais

O Dublin Core influenciou bastante os padrões de meta-dados para a descrição de objetos pedagógicos. É importante ressaltar aqui que a base para o Dublincore foi a descrição de documentos e que o conteúdo didático digital não é um documento comum, como veremos a seguir.

Segundo [CRAMPES03] uma boa indexação deve se basear no princípio de expressividade que é ligado a natureza do documento que indexa. Por exemplo, a escolha dos campos para indexação de uma garrafa pode ser feita através de sua forma, sua capacidade, sua origem, sua matéria. Uma escolha pertinente de uma garrafa de água já deve ser feita sobre o tipo de água, que origem, que composição, enquanto a indexação de uma garrafa de vinho será realizada encima das características do vinho, sabor, nome, ano. O ano que é um campo extremamente pertinente no caso do vinho não tem valor no caso da água.

Essa aproximação no caso do conteúdo didático digital permanece problemática, e o Dublin Core trabalha sobre a definição de padrões específicos para conteúdos didáticos digitais.

2.4.4.3 Learning Object Metadata (LOM)

O LOM é o padrão de referência atual (norma de fato) para descrever os conteúdos didáticos digitais. Ele foi adotado sucessivamente pela maior parte dos organismos que trabalham com padrões (IMS, ADL) e as vezes adaptada (CANCORE).

O LOM tem 9 categorias que são divididas em 79 campos.

1. Geral: identificador, título, identificador catalogo, catalogo...
2. Ciclo de vida: versão, data, contribuição...
3. Meta-Meta Dados: identificador, catalogo, contribuição, linguagem...
4. Técnico: Formato, tamanho...
5. Pedagógico: Tipo de interatividade, nível de interatividade, densidade semântica, dificuldade...
6. Direitos: Custo, copyrights...
7. Relação: Tipo de relação, recursos, identificador...
8. Comentários: Autor, data, descrição...

9. Classificação: objetivo, classificação das referências, caminho...

O LOM tem a vantagem de ter sido testado em grande escala no contexto de projetos de criação de banco de conteúdos (ARIANDE, ADL...) e ter sido submetido à avaliação do ISO WG4. Isso permitiu mostrar que ela ainda comporta numerosos inconvenientes, e definir propostas de melhoria. As principais críticas que foram feitas a LOM foram:

- **Falta de definição da noção de objeto de aprendizagem:** [BOURDA00] [PERNIN03] [CONTAMINES et al 03] mostram que o LOM é aplicado a objetos de aprendizagem que tem naturezas e funcionalidades muito diferentes.
- **Falta de precisão:** ele oferece elementos que aceitam tudo como a categoria 9 que corresponde na verdade a uma reclassificação do objeto segundo critérios próprios da organização [VIEVILLE03]
- **Incompatibilidade com representações enriquecidas da informação:** ele não permite na sua forma atual o uso das linguagens lógicas da Web semântica (RDF, DAMOIL) para representar os vínculos entre conteúdos, relações lógicas, etc. [BOURDA00c] [CRAMPES] que melhoram as possibilidades de processamento dos dados (dedução, combinação).
- **Orientação do paradigma pedagógico:** pela falta de definição da noção de objeto de aprendizagem, e o uso dos meta-dados (ferramenta de descrição) como uma ferramenta de estruturação dos conteúdos. [ISO02] [GEMME02]
- **Problemas de terminologia:** ligado às traduções e a interpretação dos conceitos que ela usa.
- **A falta de pertinência de alguns campos do ponto de vista da indexação:** densidade semântica e dificuldade por exemplo são campos difíceis de informar.
- **O aspecto determinista de alguns campos de valores:** as listas de valores induzem às vezes uma forma de apresentação do conteúdo, por exemplo, os níveis de agregação. [ISO02] [VIEVILLE et al 03]
- **A complexidade do modelo:** 79 campos devem ser preenchidos sem precisões adicionais sobre o tipo de recurso indexado. Se consideramos, segundo a definição do LOM, que uma imagem ou uma definição podem ser objetos de aprendizagem e que uma proporção significativa dos campos

não podem ser preenchidos de maneira automática, o modelo se torna inviável em grande escala.

A partir dessas observações foram identificados três eixos principais para a evolução dos modelos de meta-dados:

- As finalidades do modelo: experiências usando o LOM [VIEVILLE et al 03] [CRAMPES03] mostraram a necessidade de definir modelos mais adequados de indexação em função da natureza e das finalidades dos diferentes tipos de objetos de aprendizagem.
- A eficiência do modelo: pela sua experimentação prática e os dados levantados sobre a eficiência de seu uso
- A base conceitual do modelo: [CONTAMINES et al 03] mostra que adotando um ponto de vista instrumentalista em relação a noção de objeto pedagógico, a especificação LOM mostra ser extremamente limitada porque ela não inclui o uso do objeto de aprendizagem, para a sua indexação e que nesse paradigma o instrumento e o resultado da interação entre objeto e seu contexto de uso.

2.4.4.4 O uso do LOM no SCORM

O LOM foi especificado pelo IEEE e adotado sucessivamente pelo IMS e por ADL para o SCORM. A única alteração à especificação inicial que propôs ADL foi adicionar um caractere opcional ou obrigatório aos campos em função do nível de objeto (agregação, Sharable Content Object SCO, recurso). Essa solução veio ao encontro do problema de complexidade do modelo mencionado previamente, mas colocou novas limitações em relação à pertinência da indexação. Por exemplo, para um recurso são identificados 11 campos obrigatórios para 68 opcionais. Isso afeta a eficiência da indexação, pois um processamento automatizado desses meta-dados não consegue efetuar uma busca válida sobre os campos opcionais.

A figura 14 apresenta um exemplo de descrição ao nível do conteúdo segundo SCORM.

```
<metadata>
  <schema>ADL SCORM</schema>
  <schemaversion>1.2</schemaversion>
  <imsmd:lom>
    <imsmd:general>
      <imsmd:title>
        <imsmd:langstring lang = "en_US">Dr. Ed's Course</imsmd:langstring>
      </imsmd:title>
      <imsmd:description>
        <imsmd:langstring Lang = "en_US"> Topics covered include SCORM packaging,
runtime and metadata.</imsmd:langstring>
      </imsmd:description>
      <imsmd:keywords>
        <imsmd:langstring Lang = "en_US">SCORM 1.2</imsmd:langstring>
        <imsmd:langstring Lang = "en_US"> Learning</imsmd:langstring>
        <imsmd:langstring Lang = "en_US">ADL</imsmd:langstring>
      </imsmd:keywords>
    </imsmd:general>
  </imsmd:lom>
</metadata>
```

Figura 14: Exemplo de descrição de um documento com Meta Dados usando XML [SCORM02]

Pode-se observar a descrição da categoria Geral com cinco campos que são: o título, a descrição, e as palavras-chaves.

2.4.4.5 Outras iniciativas para descrição dos conteúdos

Existem outras iniciativas para definição de padrões de indexação de conteúdos digitais que se baseiam nos trabalhos previamente mencionados. Citaremos como exemplos, DublinCore Education, CanCore, Edna. Esses padrões correspondem a adequações e extensões dos modelos apresentados para necessidades específicas dos usuários. Informações adicionais encontram-se em [DCEDUCATION99], [DCEDUCATION03], [SCHUNG et al 03], [BOURDA03].

A ISO, enfrentando as insuficiências da LOM, propôs nos trabalhos do JTC1 SC36 WG4 uma definição baseada na norma ISO 11179, Metadata registry. Esses trabalhos têm por objetivo propor um modelo de meta-dados terminologicamente mais neutro, por ser baseado numa camada conceitual. Essa abordagem, ilustrada pela figura 15, facilitará a definição de termos próprios a cada organização que poderão ser vinculados aos conceitos (que são menos vinculados às culturas). Essa abordagem é baseada na hipótese que é mais fácil chegar a um consenso sobre as definições dos conceitos que sobre os termos.

Outra vantagem na introdução de uma camada conceitual é a possibilidade de estruturação dos conceitos (em forma de ontologia, por exemplo). Cada conceito pode ser vinculado a outro(s) por relações lógicas que permitirão a realização de inferências.

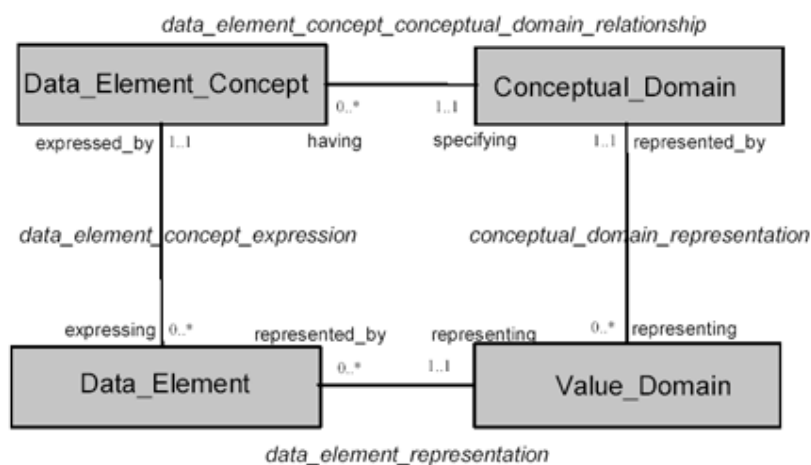


Figura 15: ISO 11179 Metadata registry [ISON080]

A figura 15 ilustra a proposta da norma ISO 11179 para criação de registros de metadados. Cada dado é vinculado a um conceito e a um domínio de valores possíveis e os conceitos são vinculados a um domínio conceitual estruturado que define os conceitos e os domínios de valores possíveis.

2.4.4.6 Síntese sobre a questão dos meta-dados

Observando o conjunto de propostas realizadas para a descrição dos conteúdos didáticos digitais concluímos que o desafio não reside na definição e nem na escolha de campos adequados, mas sim na definição da natureza dos objetos que se pretende descrever.

Uma abordagem instrumentalista proposta por [CONTAMINES et al 03] mostra que as características mais pertinentes para indexação de um conteúdo didático vêm de seu uso. Vimos no caso da LOM que as proposta focam essencialmente sobre o objeto de aprendizagem fora de seu contexto. Uma alternativa proposta por [CONTAMINES et al 03] (figura 16) é a divisão dos meta-dados em duas categorias uma genérica e independente do contexto de uso dedicada às buscas inter-comunidades e outra incluindo o contexto de uso dirigido à recuperação intra-comunidade (onde se conhece o contexto de uso).

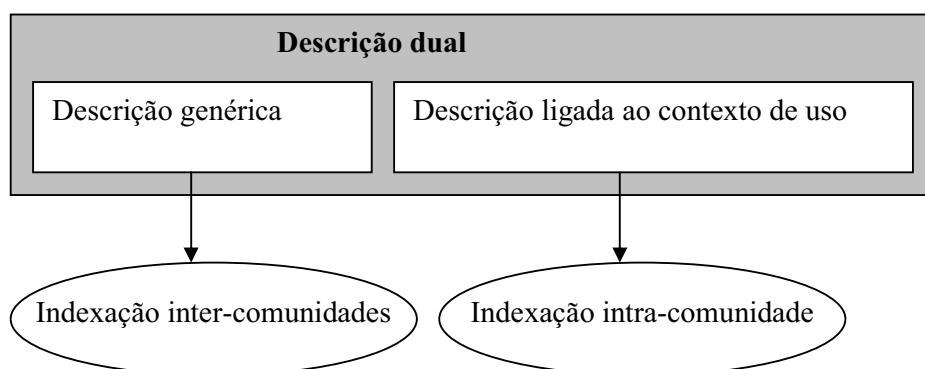


Figura 16: Descrição dual dos recursos didáticos digitais [CONTAMINES et al 03]

Essa proposta se aproxima da intenção da categoria 9 da LOM (Classificação) que tem por objetivo re-classificar o objeto segundo uma classificação própria da organização.

Identificamos um potencial de melhoria desses padrões de indexação segundo três eixos:

- uma melhor definição dos níveis de indexação,
- uma reconsideração da natureza dos conteúdos (não só como entidade estática mas também como objeto dinâmico funcional),
- uma estruturação lógica dos campos de indexação.

2.4.5 A questão da organização dos conteúdos

Os conteúdos didáticos digitais podem ser vistos como um conjunto de grãos de conhecimento [BACHIMONT98], objetos pedagógicos [PERNIN03] ou unidades lógicas [CROZAT02]. Essa desagregação de um conteúdo em grãos menores apresenta várias vantagens, como a possibilidade de recombinar as partes segundo as particularidades do processo de ensino aprendizagem, ou de selecionar especificamente as partes adequadas ao processo. Após ter apresentado as propostas para descrição desses conteúdos, apresentaremos a seguir os padrões de estruturação que definem os vínculos entre cada grão de conhecimento “*autônomo, mas não independente*” [BACHIMONT98].

A extensão das possibilidades de navegação oferecida pela mídia digital apresenta um risco importante de perda do sentido das partes em relação ao todo. Essa questão foi tratada pelos trabalhos de [BACHIMONT01] que fala de hypotexto (analogia ao hipertexto), e [SPIRO et al 92] que analisou as regras de aprendizagem em ambientes hipertextuais. Os padrões que definem as linguagens de estruturação do conteúdo têm um papel determinante como recurso para que os autores (ou as máquinas) possam definir cenários pedagógicos ricos e coerentes.

A descrição da estrutura dos conteúdos é fundamental durante duas etapas do processo de ensino-aprendizagem: a concepção e a (re)utilização dos conteúdos.

Apresentaremos aqui as iniciativas de AICC, IEEE, ADL e IMS, tentando distinguir os modelos focados no conteúdo e os modelos enfatizando a atividade.

2.4.5.1 As estruturas propostas por AICC

Uma parte dos arquivos que acompanham os conteúdos no padrão AICC é dedicada à descrição da estrutura. Essa estrutura é baseada em blocos que permitem juntar as unidades de base (Assinable unit) ou outros blocos de conteúdo. Ela é descrita através de um arquivo chamado Course Structure File (extension .cst) que contém todas as informações relacionadas à composição de um bloco de conteúdo como ilustra a figura 17. Os níveis mais avançados do padrão permitem de definir vínculos entre a estrutura do conteúdo e os pré-requisitos e objetivos para uma navegação dinâmica em função do nível dos alunos avaliado por testes intermediários.

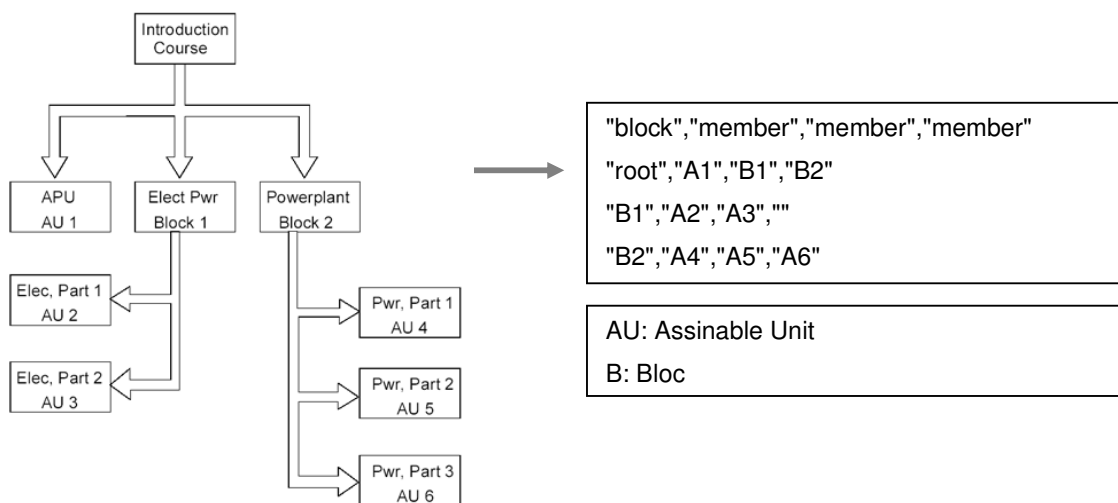


Figure 17: Estruturação dos conteúdos no padrão AICC

Foram observadas as seguintes limitações em relação ao padrão AICC:

- ela não permite a representação das atividades de aprendizagem mas somente das seqüências de conteúdos;
- ela não define níveis de granularidades, as seqüências podem ser infinitas como os blocos podem agregar outros blocos;
- ela não constitui um referencial de ponto de vista pedagógico pois não agrega valor desse ponto de vista.

2.4.5.2 O LOM como padrão de estruturação dos conteúdos

O LOM, embora não seja sua primeira finalidade, pode também ser usado para descrever as estruturas de conteúdos através do campo 1.7, 1.8, 7.1, 7.2. A tabela 3 lista e descreve os campos do LOM que podem ser usados para descrever a estrutura do conteúdo. Esses campos descrevem as relações que existem, primeiro entre o objeto e seus componentes (1.7, 1.8) e entre o objeto e outros objetos pedagógicos.

Tabela 3: A estruturação dos conteúdos no padrão LOM

No	Campo	Valores possíveis
1.7 :	Structure	Atomic : objeto indivisível Collection : conjunto de objetos sem relações particulares Networked : conjunto de objetos com relações especificadas Hiérarchique : conjunto de objetos com uma relação hierárquica Linéaire : conjunto de objetos ordenados de maneira linear
1.8 :	Aggregation Level	1 : Menor nível de agregação 2 : Conjunto de objetos de nível 1, exemplo uma lição 3 : Conjunto de objetos de nível 2, exemplo um curso 4 : Conjunto de objetos de nível 3, por exemplo um curriculo (pode conter objetos de nível 4)
7	Relation	Livre
7.1	Type	Is part of: é parte de Has part: tem como parte Is version of: é uma versão de Is format of: é uma formatação de Has format: tem o formato de References: referencia Is referenced by: e referenciado por Referenced by is based on: a referencia é baseada em Is basis for: é a base para Requires: Requer Is required by: E requerido para
7.2	Target	Livre
7.2.1	Identifier	Identificador
7.2.1.1	Catalog	Identificador do catalogo de referencia
7.2.1.2	Entry	Valor do identificador no catalogo de referencia
7.2.2	Description	Descricao do objeto apontado (1000 caracteres no maximo)

Vários trabalhos analisam os limites da LOM como padrão de estruturação:

- Nenhuma distinção é feita pela LOM sobre a natureza dos objetos agregados [PERNIN03];
- Valores enumerados são escolhidos de maneira arbitrária nos campos 1.7 e 1.8 e a interpretação é deixada aos autores [VIEVILLE et al 03];
- As possibilidades de extensão propostas induzem um problema de interoperabilidade [VIEVILLE et al 03]. (Se eu resolvo descrever um outro tipo de estrutura, como posso garantir a sua interpretação por um sistema padrão);
- Uma ambigüidade existe em relação à categoria 7, sobre o tipo de objetos aos quais ela pode ser aplicada;
- E impossível descrever as relações reais que são usadas pelos usuários reais [CONTAMINES et al 03].

O LOM usado como padrão de descrição da estrutura dos conteúdos apresenta limitações por ser pouco flexível, pouco expressivo e difícil de implementar. ADL resolveu usar no SCORM um padrão próprio apresentado a seguir.

2.4.5.3 O modelo de agregação de conteúdos do SCORM

ADL propõe XML Schemas para descrever as estruturas dos conteúdos dentro do tag <organization> do manifest file. Existem 5 modelos possíveis para organizar os três níveis de conteúdos identificados pelo SCORM apresentados na figura 18:

- Agregation: conjunto de conteúdos estruturado com uma lógica didática
- Sharable Content Object: objeto de conteúdo que pode ser compartilhado e que pode trocar dados com o sistema LMS (por exemplo, resultados, respostas, etc)
- Asset: um recurso, uma forma semiológica (imagem, vídeo, som, etc)

Um recurso (Asset) pode ser referenciado por um SCO o diretamente por uma agregação e um SCO pode ser referenciado por uma agregação ou por um recurso. ADL traz com esse modelo mais precisões na definição da hierarquia de conteúdos.

A figura 19 apresenta os cinco tipos de estrutura propostos pelo SCORM para estruturar conteúdos: linear, hierárquico, grade, web, e empírico (que corresponde a conteúdos não estruturados apriori).

Na descrição da estrutura de um curso, vários tipos de organizações podem ser propostas para os mesmos SCO. A figura 20 apresenta o arquivo XML e as estruturas correspondentes.

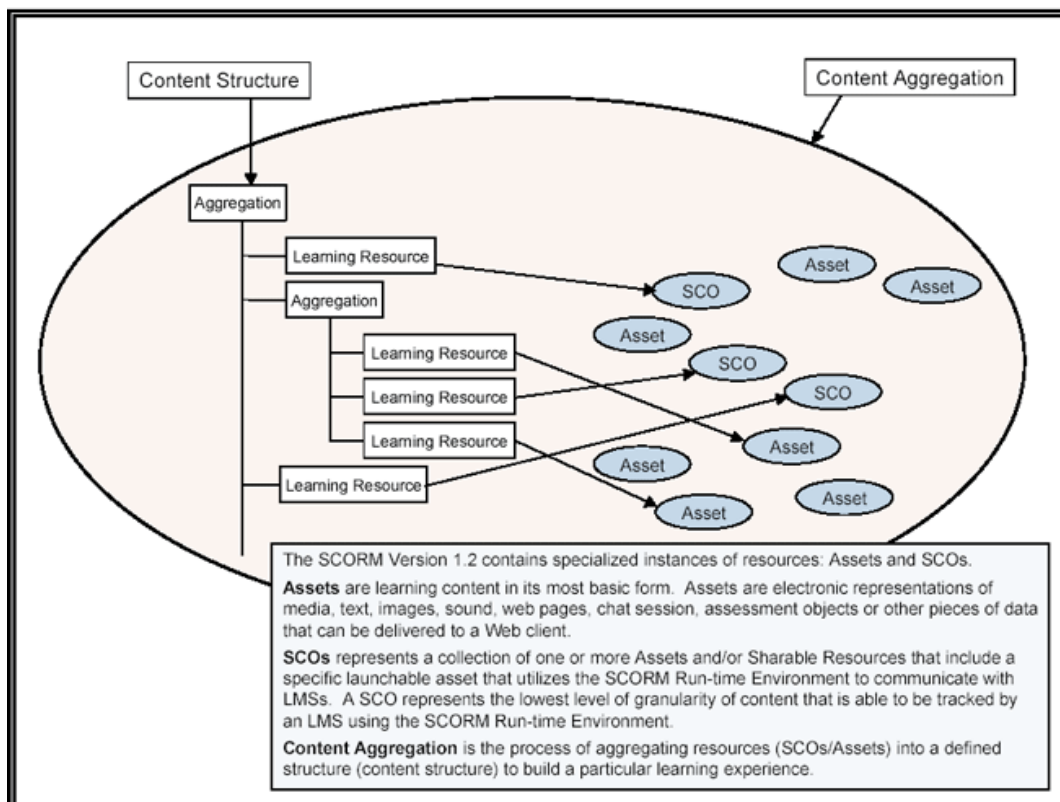


Figure 18: modelo de estruturação dos conteúdos [SCORM01]

Tipo de organização	Descrição	Representação Gráfica
Linear	Seqüência linear de conteúdo	
Hierárquico	Organização em árvore	
Grade	Grade ordenada	
Web	Grade	
Empírico	Conjunto não ordenado	

Figura 19: Modelos de estrutura propostos pelo padrão SCORM v1.2

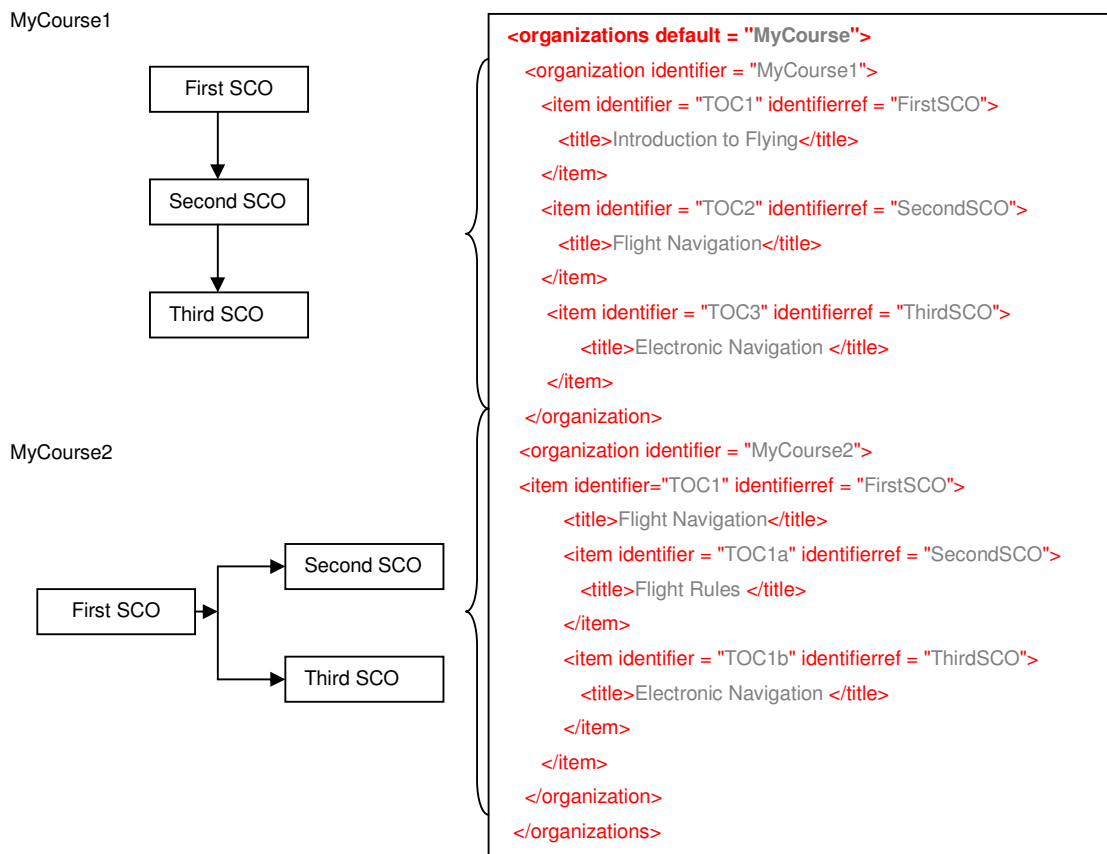


Figura 20: Arquivo XML descrevendo a estrutura de um curso segundo o padrão SCORM

O padrão de estruturação proposto por SCORM (figura 18) é centrado na noção de SCO que é a unidade de conteúdo reutilizável definida pelo padrão. A proposta de 5 estruturas distintas de organização dos conteúdos traz vantagens em comparação aos padrões AICC e LOM previamente apresentados. Embora a linguagem usada pelo SCORM seja mais rica ela ainda é limitada e não deve ser considerada como uma linguagem de representação de cenários pedagógicos, mas sim como uma linguagem de descrição de estruturas, pois ela não permite expressar nada sobre a relação aprendiz conteúdo no processo de aprendizagem.

2.4.5.4 EML: perspectivas futuras para descrição dos cenários pedagógicos.

As limitações das primeiras propostas feitas para representar os cenários pedagógicos levaram a comunidade científica a desenvolver linguagens mais ricas não para representação dos processos de ensino aprendizagem. Os Educational Modeling Languages Linguagem de Modelagem Educacional (EML) são definidas como modelos semânticos usados para descrever o conteúdo de uma unidade de aprendizagem de um ponto de vista

pedagógico para permitir seu reuso e sua interoperabilidade [CEN02]. O foco é diferente dos modelos de agregação de conteúdos, pois é a unidade de aprendizagem, ou seja o processo de aquisição do conhecimento e não o bloco de informação por si só.

O EML desenvolvido pelo Open University of NetherLand, EML-OUL é hoje um dos mais desenvolvidos e foi adotado pela especificação IMS Learning Design [IMS03]. IMS tentou recuperar os avanços significativos do EML-OUL e definir uma forma coerente de implementação junto aos padrões já definidos pelo consórcio. Para isso foram desenvolvidos Schemas XML que definem a sub-linguagem a ser usada para descrição dos processos de ensino aprendizagem. A figura 21 mostra como essa descrição se insere no manifest file dentro do tag <organizations>.

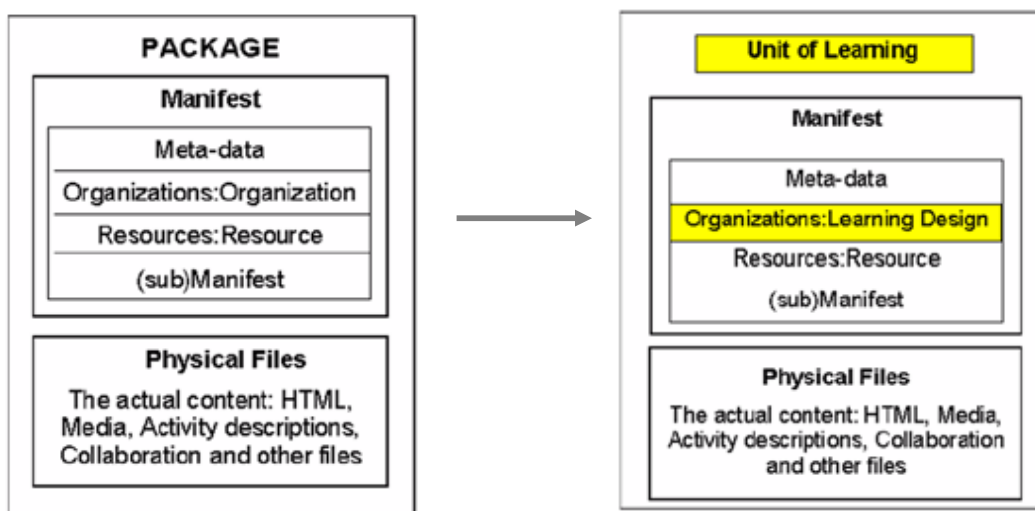


Figura 21: A integração do padrão IMS Learning Design [IMS03]

Ela vem naturalmente substituir o padrão de agregação apresentado previamente e será provavelmente integrada as especificações que usam IMS como referência.

Essa representação dos conteúdos apresenta apriori numerosas vantagens em relação aos padrões anteriores. É uma evolução que deve ser considerada, experimentada e instrumentada para o desenvolvimento de processos de ensino aprendizagem mais ricos.

Mencionaremos as seguintes vantagens:

- Neutralidade pedagógica: em princípio toda linguagem de representação tem suas limitações, mas as possibilidades de representação da abordagem pelo EML é muito mais rica.

- Representação do papel dos atores: possibilidades de representar atividades com vários usuários.

A possibilidade de representar atividades que não serão realizadas usando o computador (o que garante certa coerência para representação dos processos de aprendizagem mistos)

A figura 22 ilustra usando UML os componentes da linguagem e as relações entre elas. Pode-se observar que EML, sendo baseado na atividade, oferece muito mais recursos para a descrição do processo (diversidade dos recursos, métodos, descrição do ambiente, relações entre os atores, etc).

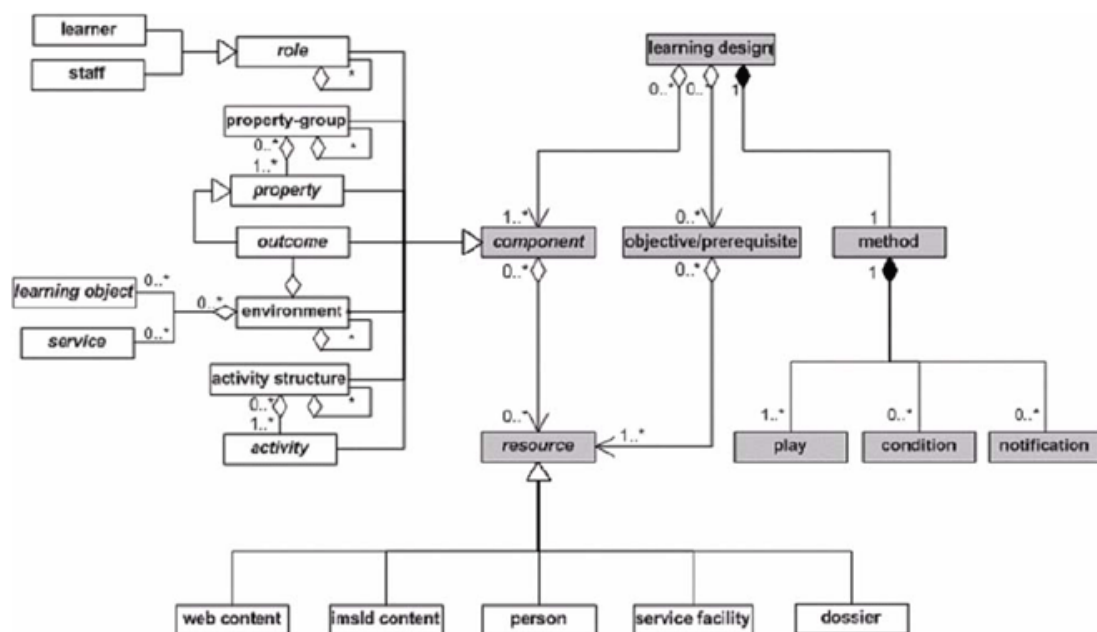


Figura 22: Modelo EML/IMS Learning design para representação dos cenários pedagógicos [KOPER01]

Para entender melhor esse modelo é interessante recorrer à metáfora de uma peça de teatro e enxergar como EML descreve os processos de ensino aprendizagem. Um cenário se divide em cenas nas quais são descritas as atividades dos diferentes atores. Cada um tem um papel definido, dentro de um ambiente composto por diversos objetos ou ferramentas (o palco). O processo é descrito como uma seqüência de cenas dentro das quais os atores (alunos, tutores, animadores, agentes de suporte, etc.) ocupam papéis recorrendo às ferramentas disponíveis no ambiente de trabalho (chat, fórum, simulação, etc).

2.4.5.5 Síntese sobre as linguagens de estruturação dos conteúdos

Do padrão AICC ao padrão SCORM as linguagens ganharam em expressividade e flexibilidade, propondo várias formas de estruturação e definindo melhor a natureza dos objetos a serem estruturados. Como a aparição dos EMLs, assistimos a uma quebra de paradigma, a unidade de base passando a ser a atividade de aquisição de conhecimento e deixando de ser o bloco de conteúdo em si. Essa inserção de uma dimensão dinâmica do “como aprender” a dimensão estática do “o que aprender” vem trazendo uma mudança importante para informatização dos processos de ensino-aprendizagem. Uma das características dessa dinamicidade é a emissão de dados sobre as ocorrências do processo. O tratamento desses dados e o objeto dos padrões apresentados na seqüência.

2.4.6 A questão do “tracking” e da comunicação conteúdo - LMS

A interação conteúdo-aprendiz, como instância do processo de ensino aprendizagem planejado, gera dados pertinentes para administração e evolução do próprio processo. Esses dados são relativos, por exemplo, as respostas dadas a determinados exercícios, ao tempo utilizado para responder, às páginas percorridas, etc. Garantir a interoperabilidade dos conteúdos didáticos digitais significa também permitir ao LMS de tratar esses dados. Vamos ver através da descrição dos diferentes padrões que esse tratamento foi objeto de diversas abordagens aos resultados heterogêneos.

2.4.6.1 As possibilidades oferecidas pela API de AICC

O padrão AICC distingue duas categorias de dados na troca de informações conteúdo-LMS conforme ilustrado pela figura 23: (NB: na especificação AICC o termo CBT lesson pode ser considerado equivalente ao que chamamos de conteúdo didático digital e o termo CMI system ao que chamamos de LMS)

- No sentido LMS - conteúdo: dados para iniciar o conteúdo e otimizar seu funcionamento (nome do aluno, competências já adquiridas, dados armazenadas entre duas sessões, etc)
- No sentido conteúdo - LMS: dados que permitem a avaliação do aluno e a personalização dos percursos de aprendizagem (por onde passou, onde parou, que resultados obteve, etc)