

# Uma Metodologia Aplicável a Diferentes Paradigmas de Design Instrucional para a Implementação de Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem usando Objetos de Aprendizado

Jorge Luis GOÑI \*  
[jgoni@les.inf.puc-rio.br](mailto:jgoni@les.inf.puc-rio.br)

Maria Cristina PFEIFFER FERNANDES \*  
[pfeiffer@les.inf.puc-rio.br](mailto:pfeiffer@les.inf.puc-rio.br)

Ricardo CHOREN \*\*  
[choren@de9.ime.eb.br](mailto:choren@de9.ime.eb.br)

e

Carlos José PEREIRA DE LUCENA \*  
[lucena@inf.puc-rio.br](mailto:lucena@inf.puc-rio.br)

\* Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio  
Rua Marquês de São Vicente, 225, Gávea, 22451-900, Rio de Janeiro, Brasil

\*\* Departamento de Engenharia de Sistemas (SE/9), Instituto Militar de Engenharia – IME  
Praça General Tibúrcio 80, Praia Vermelha, 22290-270, Rio de Janeiro, Brasil

## RESUMO

O objetivo do trabalho é propor uma metodologia que permita o tratamento de diferentes *paradigmas*, teorias e métodos de aprendizagem, que possibilitarão a fundamentação do processo de instanciação de Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem (Learning Management Systems - LMSs). O LMS-Paradigmático é baseado no uso de Objetos de Aprendizado (Learning Objects - LOs), segundo diferentes *paradigmas* para design instrucional, e possibilitará a configuração de um curso para atender a um determinado público alvo.

**Palavras-chaves:** Metodologia, Ensino, Aprendizagem, paradigma, design instrucional, LO, LMS.

## 1. INTRODUÇÃO

A Sociedade da Informação ou Sociedade do Conhecimento, gerada a partir das grandes transformações decorrentes dos avanços das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), gerou um novo *paradigma* da ciência, o *conhecimento distribuído em rede* [1]. Esta mudança de *paradigma* está contribuindo principalmente para uma descentralização do conhecimento e da tomada de decisão nas organizações, e está sendo considerado o recurso humano, econômico e sócio-cultural mais importante neste início de século [2].

No campo da Tecnologia da Educação, essa mudança de *paradigma* se deu principalmente a partir de meados da década de 90, a partir da intensificação do uso da Internet, que abriu uma nova perspectiva e tornou evidente o surgimento de um novo *paradigma* educacional caracterizado como *construtivista, interacionista, sociocultural e transcendente* [1].

No campo das práticas pedagógicas, emerge assim, a necessidade da construção de currículos de caráter globalizado, interdisciplinar e continuado, bem como modalidades de ensino que se adaptem às novas tecnologias [3], como o trabalho colaborativo.

O aprendizado baseado na cooperação entre os aprendizes e destes com os professores, cujo suporte tem sido dado mais recentemente pelas pesquisas em *CSCW – Computer Supported Cooperative Work*, tem mostrado que existem diferentes técnicas de aprendizagem que pressupõem atividades em grupo e que têm se mostrado eficientes, tanto no domínio cognitivo quanto nos domínios afetivo e social [4].

Ou seja, as barreiras impostas pelas limitações de tempo e espaço típicas da escola tradicional estão sendo rompidas, gerando uma *Sociedade Aprendente* [2], que se encontra em estado de aprendizagem permanente e está baseada na informação e no trabalho em grupo.

Ao mesmo tempo, a *World Wide Web* – ou simplesmente *Web* – foi concebida com características que permitiram uma rápida expansão dessa infra-estrutura de comunicação, alcançando um grande número de usuários e uma enorme quantidade de conteúdo disponível. Uma das estratégias habilitadas para a *Web* no processo de ensino-aprendizagem é o *e-Learning*, uma forma inovadora para o aprendizado que estimula o crescimento de comunidades de conhecimento/aprendizado nas instituições [5] e que inclui um conjunto de soluções baseado em ambientes para o suporte de aprendizado cooperativo ou *CSCL – Computer Supported Collaborative Learning* [6].

Dentre essas soluções se encontram os Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem (*Learning Management Systems - LMSs*) que disponibilizam em um único ambiente, conteúdos de aprendizagem que podem ser acessados via *Web*, recursos de comunicação (e-mail, chat, fórum, etc.) entre os tutores e aprendizes, além de instrumentos de avaliação. Existem outras aplicações específicas tais como Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo (*Content Management Systems - CMS*), Sistemas de Gerenciamento de Conteúdo e Aprendizagem (*Learning Content Management Systems- LCMS*) e Objetos de Aprendizado (*Learning Objects - LOs*) que poderão ser de grande auxílio para os educadores na construção de experiências de aprendizagem inovadoras e enriquecedoras para os aprendizes.

Desenvolver novos produtos e programas de treinamento customizados que sejam capazes de atender a um público alvo específico, está fazendo com que as instituições reexaminem, periodicamente, suas próprias suposições sobre aprendizagem. Os *paradigmas* de design instrucional selecionados pelos designers devem provocar um impacto imediato e a longo prazo, tanto no desempenho dos indivíduos e em suas capacidades globais, quanto nos resultados obtidos pela organização, atendendo desta forma às suas necessidades estratégicas.

O objetivo do trabalho é propor uma metodologia que permita o tratamento de diferentes *paradigmas*, teorias e métodos de aprendizagem, que possibilitarão a fundamentação do processo de instânciação de Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem (Learning Management Systems - LMSs). O LMS-Paradigmático é baseado no uso de Objetos de Aprendizado (Learning Objects - LOs), segundo diferentes *paradigmas* para design instrucional, e possibilitará a configuração de um curso para atender a um determinado público alvo.

O artigo está organizado da seguinte forma: no item 2 procura-se fundamentar o que são *paradigmas* e como eles se apresentam no campo da Tecnologia Educacional; no item 3 é feita uma comparação entre teorias de aprendizagem e *paradigmas*; no item 4 é descrita uma proposta de um novo *paradigma* educacional; no item 5 é apresentada a metodologia para a criação de um paradigma genérico no qual se baseia o LMS-Paradigmático; no item 6 é apresentada o modelo conceitual do LMS-Paradigmático; no item 7 se encontra a conclusão e no item 8, os trabalhos futuros.

## 2. O QUE SÃO PARADIGMAS

Segundo Barker [7], o conjunto fundamental de crenças e percepções, a visão de mundo que um determinado grupo de pessoas mantém em comum, é denominado de *paradigma*. Para Morin [8], o *paradigma* efetua a seleção e a determinação da conceitualização e das operações lógicas. Assim, os indivíduos conhecem, pensam e agem segundo *paradigmas* inscritos culturalmente neles.

De acordo com Kuhn [7], um *paradigma* no campo científico, tanto na ciência social quanto na ciência psicológica e cognitiva, é um conjunto coerente de conceitos, princípios, suposições, e axiomas básicos que devem ser cumpridos por um grupo de pesquisadores que agem de acordo com o *paradigma*, sendo um fator fundamental no desenvolvimento daquele domínio particular de conhecimento científico.

Por exemplo, supõe-se que designers instrucionais sejam capazes de produzir materiais e atividades instrucionais de forma muito mais eficiente e efetiva do que os especialistas e psicólogos educacionais responsáveis pelo desenvolvimento de currículos, antes de aparecerem os computadores e a Instrução Baseada na Web. A diferença entre esses dois grupos de profissionais está na visão de mundo em que cada um se insere. Esta visão de mundo no qual vivem os designers instrucionais é interiorizada e compartilhada por cada um deles, fazendo-os diferentes daqueles profissionais que os antecederam. O conjunto fundamental de crenças e percepções, aqueles que só os designers instrucionais mantêm em comum é denominado de *paradigma*.

Portanto, um campo de estudo pode ser definido pelos elementos paradigmáticos que seus praticantes mantêm em comum. Ou um

campo de estudo pode ser definido pelas atividades comumente executadas pelas pessoas que mantêm um *paradigma* em comum. Segundo Dills e Romiszowski [7], o campo da TE – Tecnologia Educacional - foi sempre multi-paradigmático, ou seja, nunca existiu um único *paradigma* que dominasse completamente este campo. E isto se dá devido às múltiplas fontes de emprego no campo da TE nos diferentes períodos de nossa história, a influência relativa de várias escolas de filosofia e psicologia e a forma como as máquinas foram conceitualizadas e utilizadas.

Por exemplo, quando a psicologia skineriana dominou o campo da TE, as psicologias behavioristas não-skinerianas passaram a ocupar um segundo lugar em influência gerando uma disputa entre essas duas abordagens. O campo da TE tem sempre se baseado numa combinação de *paradigmas* mais ou menos coexistentes e segundo Saettler [7], existem quatro *paradigmas* surgidos no século XX:

- A ciência física ou visão do meio.
- As comunicações e conceito de sistemas.
- A visão baseada na ciência do comportamento, compreendendo os conceitos behaviorista e neo-behaviorista.
- A perspectiva da ciência da cognição

## 3. TEORIAS DE APRENDIZAGEM x PARADIGMAS

Uma teoria de aprendizagem pode ser definida como uma tentativa sistemática para interpretar, organizar e fazer previsões sobre conhecimentos relativos à *aprendizagem*. Partindo do questionamento “*por que a aprendizagem funciona? Como funciona?*”, foram elaboradas várias teorias onde cada uma representa o ponto de vista de um autor sobre o tema *aprendizagem*.

Alguns exemplos do que tem sido definido como *aprendizagem* incluem: condicionamento, aquisição de informação (aumento do conhecimento), mudança comportamental estável, uso do conhecimento na resolução de problemas, construção de novos significados, de novas estruturas cognitivas ou revisão de modelos mentais.

Subjacente a uma teoria de aprendizagem se encontra um sistema de valores ao qual pode-se chamar de visão de mundo ou *paradigma*. No caso das teorias de aprendizagem, segundo Moreira [9], são três os *paradigmas* a serem considerados: o comportamentalista, o cognitivista e o humanista, embora nem sempre se possa enquadrar claramente determinada teoria de aprendizagem em apenas um *paradigma*. No presente trabalho serão abordados os dois primeiros.

A idéia básica do *paradigma comportamentalista* ou *behaviorista* é de que o comportamento poderá ser controlado manipulando-se os eventos posteriores à exibição do mesmo, sob a forma de reforços. Ou seja, o comportamento é controlado pelas “conseqüências” da seguinte forma: se a conseqüência (resposta) for boa para o sujeito, haverá um aumento na freqüência da resposta (conduta), mas se ela for desagradável, a freqüência da resposta tenderá a diminuir.

Portanto, as teorias *comportamentalistas* consideram o aprendiz como um ser que responde a estímulos fornecidos pelo ambiente externo, não levando em consideração o que ocorre dentro da mente do indivíduo durante o processo de aprendizagem. Os

teóricos que mais se destacaram nesta área foram: Pavlov, Watson, Thordnike e Skinner, sendo que este último se destacou ao elaborar a instrução programada, um dos métodos mais utilizados na Tecnologia Educacional.

Já segundo o *paradigma cognitivista*, a aprendizagem se refere à cognição, ao ato de conhecer, distinguindo-se das aprendizagens afetiva e psicomotora. Os *cognitivistas* estudam os processos mentais que o sujeito utiliza, dando ênfase aos processos mentais superiores: percepção, resolução de problemas por insight, tomada de decisões, processamento de informação, compreensão.

As teorias *cognitivistas* buscam sistematizar, explicar e prever observações no que diz respeito a construção cognitiva, procurando mostrar que o sujeito deixa de ser somente um receptor de conhecimentos, não importando como ele os armazena e organiza em sua mente, e passa a ser considerado o agente da construção de sua própria estrutura cognitiva por meio de treino e prática. Seguindo a linha *cognitivista*, vale destacar as teorias de Piaget, Vygotsky e Ausubel. No campo da Tecnologia Educacional, os métodos de aprendizagem construtivista (Piaget) e sócio-interacionista (Vygotsky) vêm sendo muito utilizados pelos educadores.

#### 4. PROPOSTA DE UM NOVO PARADIGMA EDUCACIONAL

De acordo com o *paradigma* educacional emergente, caracterizado como *construtivista, interacionista, sociocultural e transcendente* [1], o processo educacional deve levar o indivíduo a desenvolver uma atitude construtiva, no que diz respeito à produção de conhecimento, desenvolvendo valores e atitudes que permitam sua adaptação às mudanças e às novas exigências do mercado de trabalho do mundo atual. Portanto, para que a aprendizagem ocorra, o educador deverá criar perturbações, desequilíbrios (situações-problema), que levem o indivíduo a fazer um esforço de auto-organização, reequilíbrio, incorporando algo em suas estruturas para se reorganizar novamente. Ou seja, o novo *paradigma* propõe uma perspectiva experimental em que aprendizes e professores são investigadores em busca de um conhecimento mais profundo e ampliado, desenvolvendo relações que contribuirão para um aperfeiçoamento nas formas de ensinar e aprender. [1].

Por outro lado, não se aprende nada que seja inteiramente novo. É preciso que exista algo conhecido para que uma nova situação, um novo problema, uma nova realidade ou um novo objeto seja assimilado. Isto é, algo capaz de ativar os esquemas de ação disponíveis, de desequilibrar o sujeito para que ocorra a assimilação da novidade. Mais ainda, é preciso existir um espírito de novidade, de criatividade de querer ir mais a fundo, baseado no interesse e no prazer ao produzir o conhecimento. Isto porque existe ao mesmo tempo, sistematização, transmissão, construção e reconstrução do saber acumulado [1]. E para que o aprendiz construa competências, é necessário “a contextualização / descontextualização e recontextualização” dos saberes, condição “para o bom conhecimento de toda a aprendizagem” [10].

Louis Legrand [10] propôs uma metodologia, denominada diferenciação pedagógica, que consiste em multiplicar e diversificar os itinerários de aprendizagem em função das diferenças de conhecimentos, de perfis, de culturas e de centros de interesse dos aprendizes. Por isso deve-se diversificar as práticas pedagógicas recentrando-se na aprendizagem, numa gestão diferenciada das aprendizagens.

Nessa mesma linha de pensamento, Philippe Meirieu [10] apresenta várias formas de diferenciação na gestão de aprendizagem: grupos de necessidades, situações-problemas, ajuda no trabalho pessoal, conselhos, oficinas metodológicas, pedagogia de contrato. Dessa forma o aprendiz se torna um sujeito autônomo com capacidade de pilotar sozinho, progressivamente, as suas próprias aprendizagens.

Já Michel Develay, [10] propõe situações de ensino que articulem numa “situação-problema ou enigma” a compreensão da “expressão das representações dos aprendizes e a identificação dos obstáculos à aprendizagem”. O papel do professor consiste em instalar “situação de aprendizagem/ensino” e não ao contrário.

#### 5. METODOLOGIA PARA A CRIAÇÃO DE UM PARADIGMA GENÉRICO

O objetivo da metodologia é mostrar as etapas de criação de um paradigma genérico (Tabela 1) no qual se baseia o LMS-Paradigmático, cuja principal finalidade será associar Objetos de Aprendizado (LOs), ou Web-Services disponibilizados pelo ambiente para auxiliar um docente na configuração de um curso. Esses Web-Services poderão representar serviços e/ou conteúdos (e-mail, chat, fórum, textos, bibliografias, etc.) que estarão associados a diversas atividades educacionais para modelar um LMS-Paradigmático que possibilitará:

- tratar diferentes paradigmas, teorias e métodos de aprendizagem;
- configurar um curso para atender a um determinado tipo de público alvo;
- uma nova forma de instanciação bem como a customização de Sistemas de Gerenciamento de Aprendizagem (LMSs).

Nº	Etapas da metodologia	Descrição
1	Paradigma	É o modelo de aprendizagem no qual se baseia um LMS. Ex.: <i>cognitivista</i>
2	Teoria de Aprendizagem	Subjacente ao Paradigma selecionado em 1. Ex.: <i>construtivista</i>
3	Método de Aprendizagem	Deve estar associado à teoria de aprendizagem selecionada em 2. Ex.: <i>Colaboração; Pedagogia de Projetos; Resolução de Problemas</i>
4	Bloco Instrucional	Representa o Planejamento de Atividades, Ex.: <i>Tarefa com um objetivo-obstáculo</i> ; e seu Acompanhamento, Ex.: <i>Avaliação do Papel do Aprendiz</i>

Tabela 1- Etapas da metodologia para a criação de um paradigma genérico

Veja a seguir as etapas da metodologia para a criação de um paradigma genérico:

### Etapa 1 – Escolha de um *paradigma*

A primeira etapa da metodologia consiste em se escolher que modelo de aprendizagem ou o *paradigma* para design instrucional no qual se baseia um LMS. Esse *paradigma* será utilizado na configuração de um curso para atender a um determinado público alvo. Exemplo: *paradigma* cognitivista.

### Etapa 2 – Escolha de uma teoria de aprendizagem

Nessa etapa, deve-se selecionar uma teoria de aprendizagem que seja subjacente ao *paradigma* selecionado na Etapa 1. Exemplo: teoria de aprendizagem *construtivista*.

### Etapa 3 – Escolha de um método de aprendizagem

Nessa etapa, deve-se escolher um método pedagógico pertencente à teoria selecionada na Etapa 2. Exemplo: resolução de problemas.

### Etapa 4 – Geração de um bloco instrucional

Nessa etapa será definido o bloco instrucional que representa o planejamento e a ordem de execução das atividades associadas ao método de aprendizagem selecionado na Etapa 3.

O LMS-Paradigmático adota o novo conceito de Objetos de Aprendizado (LOs) ou Web-Services, que correspondem a serviços e/ou conteúdos que serão disponibilizados pelo ambiente para auxiliar um docente na configuração de um curso. E isso poderá ser feito, escolhendo-se os LOs e associando-os às diversas atividades que compõem o método de aprendizagem utilizado. Esse método deverá atender ao mesmo tempo, aos objetivos e ao perfil do público alvo do curso que está sendo elaborado. Dessa forma a execução destas atividades consistirá na execução desses Web Services selecionados pelo professor.

O objetivo principal da classificação dos Web-Services, em função dos métodos de aprendizagem, por exemplo: pedagogia de projetos, resolução de problemas, etc. é possibilitar que o LMS-Paradigmático tenha a capacidade de disponibilizar algumas funcionalidades na criação de um curso, incluindo neste processo a publicação de conteúdos instrucionais, a escolha e configuração de serviços a serem oferecidos aos aprendizes.

E isto será possível a partir da implementação de uma interface no LMS-Paradigmático que disponibiliza uma listagem com todos os métodos de aprendizagem cadastrados no ambiente e suas respectivas atividades. Cada método é composto por um ou mais blocos instrucionais que possuem uma ou mais atividades, sendo que os Web-Services encontram-se organizados nas várias atividades de cada bloco. Esta interface será administrada por um ator denominado: coordenador do bloco instrucional, cuja função será a “manutenção dos métodos de aprendizagem”. Ao acessar as opções de um determinado método cadastrado, o usuário poderá configurar as atividades do mesmo. Cada atividade possui duas informações fundamentais, conforme mostra a Tabela 2:

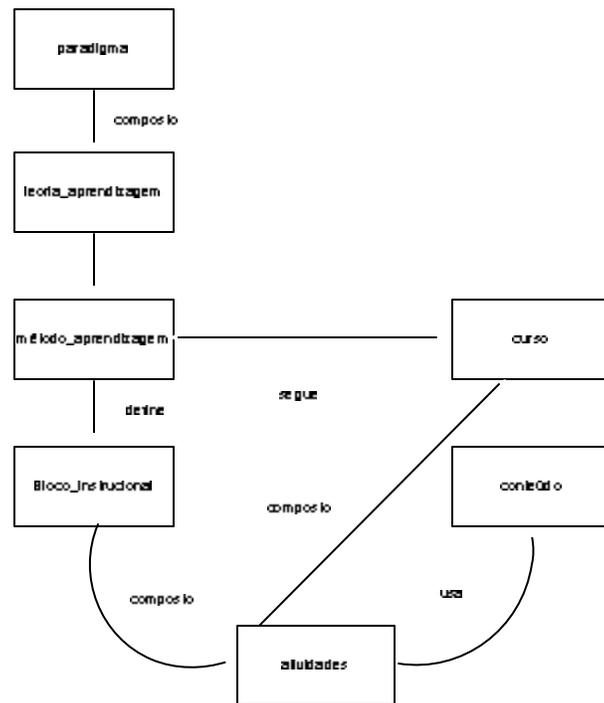
ATIVIDADE	
ORDEM	SERVIÇOS ASSOCIADOS

**Tabela 2 – Componentes de uma atividade de um bloco instrucional**

De acordo com a Tabela 2, para cada atividade faz-se necessário estabelecer uma ordenação. A “ordem” representa o critério de execução das atividades dentro de um bloco instrucional. Já os “serviços associados”, correspondem a um ou mais Web-Services [11] que uma atividade pode conter.

## 6. MODELO CONCEITUAL DO LMS -PARADIGMÁTICO

O modelo conceitual no qual se baseia o LMS-Paradigmático, está representado conforme é mostrado na Figura 1.



**Figura 1 – Modelo conceitual do LMS -Paradigmático**

A Tabela 3 mostra instâncias de *paradigma*, *teoria\_aprendizagem*, e *metodos\_aprendizagem* do modelo conceitual do LMS-Paradigmático da Figura 1.

Paradigma	Teoria	Método
Cognitivista	Construtivista	Pedagogia de Projetos
	Sócio-interacionista	Resolução de problemas
Comportamentalista	Behaviorista	Instrução Programada

**Tabela 3 - paradigmas, teorias e métodos de aprendizagem**

De acordo com a Figura 1, sempre há pelo menos um bloco instrucional associado a cada método de aprendizagem. Por exemplo, o método de aprendizagem baseado em pedagogia de projetos apresenta as seguintes atividades: definição do problema; avaliação diagnóstica; atividades participativas; levantamento de hipóteses e conjecturas; contextualização das hipóteses; planejamento do caminho; produção de material instrucional ou técnico; divulgação do resultado alcançado e avaliação. A atividade definição do problema corresponderia a um bloco instrucional. Cada uma das demais atividades deste método

corresponderia a um bloco instrucional, que será executado independentemente dos demais. Cada atividade usa um ou mais conteúdos e um curso é composto de atividades que compõem ou seguem o método de aprendizagem.

## 7. CONCLUSÕES

Conforme visto neste trabalho, a instanciação do LMS-Paradigmático possibilitará o uso do conceito de Objetos de Aprendizado (LOs) ou Web-Services para auxiliar um docente na configuração de um curso para atender a um determinado público alvo. Dessa forma as vantagens da execução dos Web Services que estarão associados às atividades do método educacional pertencente ao *paradigma* selecionado pelo docente são: i) cadastramento dos métodos de aprendizagem e a associação dos Web Services às atividades no momento de criação de um curso; ii) maior flexibilidade obtida a partir da inserção de Web-Services durante a configuração de um curso.

## 8. TRABALHOS FUTUROS

Pretende-se desenvolver um Framework Computacional para dar suporte a múltiplos *paradigmas*, para a modelagem e a implementação de Learning Management Systems (LMSs), usando Learning Objects (LOs). O modelo do Framework dará suporte a diferentes focos de aprendizagem, ou *paradigmas* para design instrucional, onde cada um será definido segundo classes de conceitos em uma *ontologia* [12]. Cada classe estará associada a serviços (LOs organizados por metadados, correspondendo a blocos de conteúdo e serviços a serem implementados como *Web-services*). O protótipo, na realidade, fornecerá a categorização de LOs, baseada em *ontologia*, que corresponde a uma teoria nova para a instanciação de um LMS-Paradigmático. O Framework possibilitará a customização de LMSs, para a configuração de um curso que atenderá a um determinado público alvo. A abordagem do trabalho envolve as áreas de Engenharia de Requisitos e Engenharia de Software.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Moraes, Maria Cândida. **O Paradigma Educacional Emergente**. 7ª edição. São Paulo. Editora Papirus. 2001.
- [2] Assmann, Hugo. **Reencantar a educação: Rumo à sociedade aprendente**. Petrópolis: Editora Vozes. 7ª edição. 2003.
- [3] Quadros, Teresinha. Globalização, **Novas tecnologias, Educação e Trabalho** - Dezembro de 1999 - Boletim Senac, disponível em <http://www.senac.org/>, acessado em 05/11/2003.
- [4] Pereira, L.A.M. & Melo, R.N. **Um Ambiente de Banco de Dados para Ensino a Distância Baseado em Workflows e Objetos de Aprendizado**. PUC-RioINF.MCC/03, Abril, 2003.
- [5] Rosemberg, Marc J. **e-Learning**. São Paulo: Editora Makron. 2002.
- [6] Maia, Carmem. Ead.br: **Educação a distância no Brasil na era da Internet**. São Paulo: Editora Anhembi Morumbi. Editora Universitária UFPE. 2000.
- [7] Dill, Charles R., Romiszowski, Alexander J. **Instructional Development Paradigms**, Cap. 20– Educational Technology Publicatios , New Jersey 1997.

[8] Morin, Edgar. **Os Sete Saberes necessários à Educação do Futuro**. São Paulo: Editora Cortez, 3ª edição. 2001

[9] Moreira, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda. 1999.

[10] Altet, 1997] Altet, Marguerite, **As Pedagogias da Aprendizagem** Coleção Horizontes Pedagógicos, Instituto Piaget, França, 1997. pp. 44 , 45 , 46 e.47.

[11] D’Almeida R. A.; Lucena, C.J.P.. **Framework para coordenação e mediação de Web Services modelados como Learning Objects para ambientes de aprendizado na Web**. Dissertação de Mestrado.pág.63. DI-Puc-rio, Junho de 2004.

[12] Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O.; 2001, **The Semantic Web**. **Scientific American**, May/2001; Disponível em <http://www.sciam.com/2001/0501issue/050berners-lee.html>.