

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação – FEEC

AUXILIAR-CONSTRUTOR:
Uma Ferramenta Computacional que Potencializa a
Ação Docente no Desenvolvimento de Módulos de
Ensino de Engenharia em Cursos *Online*.

Autor: Dilermando Piva Junior
***Orientador:* Prof. Dr. Mauro Sérgio Miskulin**

Campinas, SP
Agosto de 2005.

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação – FEEC

**AUXILIAR-CONSTRUTOR:
Uma Ferramenta Computacional que Potencializa a
Ação Docente no Desenvolvimento de Módulos de
Ensino de Engenharia em Cursos *Online*.**

***Autor:* Dilermando Piva Junior**

***Orientador:* Prof. Dr. Mauro Sérgio Miskulin**

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica. Área de Concentração: **Automação.**

Banca Examinadora

Prof. Dr. Mauro Sérgio Miskulin.....DSIF/FEEC/Unicamp
Prof. Dr. Gustavo Enrique de A. Prado Alves Batista.....CEATEC / PUC-Campinas
Prof. Dr. Ivan Luiz Marques RicarteDCA/FEEC/Unicamp
Prof. Dr. Fúrio DamianiDSIF/FEEC/Unicamp

Campinas, SP
Agosto de 2005.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

P688a Piva Junior, Dilermando
Auxiliar-construtor: uma ferramenta computacional que potencializa a ação docente no desenvolvimento de módulos de ensino de engenharia em cursos *online*. / Dilermando Piva Junior. --Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Mauro Sérgio Miskulin
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Ensino a distância. 2. Engenharia – Estudo e ensino. I. Miskulin, Mauro Sérgio. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.

Titulo em Inglês: Auxiliar – Construtor: a computational tool to empower the educational action in the development of engineering teaching modules in online courses

Palavras-chave em Inglês: Online curses, Engineering teaching e Distance education

Área de concentração: Automação

Titulação: Mestre em Engenharia Elétrica

Banca examinadora: Gustavo Enrique de Almeida Prado Alves Batista, Ivan Luiz Marques Ricarte e Fúrio Damiani

Data da defesa: 24/08/2005

COMISSÃO JULGADORA - TESE DE MESTRADO

Candidato(a): Dilermando Piva Junior

Data da Defesa: 24 de agosto de 2005

Título da Tese: "Auxiliar-Construtor: Uma Ferramenta Computacional que Potencializa a Ação Docente no Desenvolvimento de Módulos de Ensino de Engenharia em Cursos Online"

AVALIAÇÃO FINAL

Será considerada aprovada a tese que obtiver aprovação da maioria dos membros da Comissão Julgadora.

Votos Favoráveis: 04

Votos Contrários: —

Resultado (Aprovada ou Reprovada): APROVADA

1. Modificações sugeridas pela Comissão Julgadoras que deverão ser incorporadas na versão final da tese:

AS ALTERAÇÕES NO TEXTO DA DISSERTAÇÃO FORAM ENCAMINHADAS AO ORIENTADOR QUE SE ENCARREGARÁ PARA QUE SEJAM IMPLEMENTADAS

2. Prazo máximo para a entrega da versão final da tese na CPG: 60 (dias).

3. Comentários finais (se necessário):

NENHUM

Prof. Dr. Mauro Sérgio Miskulin (Presidente): _____

Prof. Dr. Gustavo Enrique de Almeida Prado Alves Batista: _____

Prof. Dr. Ivan Luiz Marques Ricarte: _____

Prof. Dr. Furio Damiani: _____

Resumo

O desenvolvimento de cursos *online* se mostra limitado em sua forma tradicional, essencialmente pelo tempo demandado para a estruturação dos conteúdos, reduzindo a possibilidade dos docentes de os utilizarem com maior intensidade. O objetivo deste trabalho é apresentar uma ferramenta computacional denominada AUXILIAR-CONSTRUTOR, desenvolvida com o intuito de minimizar os obstáculos identificados e percebidos pelos professores no planejamento e *design* de cursos *online*, especificamente na área de Engenharia. Depois de usada por um grupo de 23 professores, a ferramenta mostrou ter potencial de incremento da utilização do ensino *online* e potencialização da ação pedagógica, possibilitada pelo auxílio e direcionamento no desenvolvimento de materiais pedagógicos, reduzindo o tempo e facilitando o processo para criação e publicação desses cursos; pela criação de ferramentas adequadas a edição de conteúdos da área de Engenharia, como editores de fórmulas matemáticas; e pela utilização de metodologia específica para planejamento de conteúdos didático-pedagógicos para esta modalidade de ensino.

Palavras-chave: Cursos *Online*, Ensino em Engenharia, Educação à Distância.

Abstract

The online courses development shows itself limited in its traditional form, essentially by the required time to the contents structure assembling, reducing the possibility of the faculty to use it with larger intensity. The objective of this work is to present a computational tool denominated AUXILIAR-CONSTRUTOR, developed with the intuit to minimize the identified and noticed obstacles by the faculty on the online courses design and planning, specifically in the Engineering area. After used by a group of 23 faculty, the tool showed to have a incremental potential for online teaching usage and to empower the pedagogic action, facilitated by the aid and direction on the development of pedagogic materials, reducing the time and facilitating the creation and publication's process of these courses; by the adapted tools creation to issue Engineering area contents, like as formulas mathematical editor; and the usage of specific methodology for didactic-pedagogic contents planning for this teaching modality.

Keywords: *Online* Courses, Engineering Teaching, Distance Education.

Aos meus pais: Dilermando e Tereza.

A minha esposa: Josiani.

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível graças ao auxílio e colaboração de muitas pessoas, o que me impede de perenizar, como gostaria, os agradecimentos que pessoalmente já fiz.

Os poucos que aqui agradeço são, na realidade, os seus mais legítimos representantes:

- ao Prof. Mauro Sérgio Miskulin, meu orientador, pela confiança, oportunidade, paciência e incentivo recebidos, mesmo nos momentos de maior dificuldade pelos quais passei;
- à Profa. Rosana G. S. Miskulin, pela orientação e constante incentivo;
- ao Professor, e acima de tudo Amigo, Ricardo Luis de Freitas, pela qualidade de suas observações e críticas, ajuda, incentivo e presença constantes;
- ao meu irmão mais velho, Geraldo Gonçalves Junior, pelos incansáveis aconselhamentos;
- à minha esposa, Josiani, pelo amor, carinho e paciência em todos os momentos;
- à minha família pelo apoio durante a jornada.

À todos, o meu muito obrigado.

Sumário

Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xvii
Glossário	xviii
Lista de Símbolos	xix
Trabalhos Publicados pelo Autor	xx
Capítulo 1 - O Problema	1
1.1 Objetivos	4
1.2 Justificativa e Relevância do Estudo	4
1.3 Delimitação do Estudo	6
1.4 Estrutura do Trabalho	6
Capítulo 2 - O Ensino <i>Online</i> e seus Obstáculos	9
2.1 O Ensino a Distância e o Ensino <i>Online</i>	9
2.2 Obstáculos para o Ensino <i>Online</i>	13
2.2.1 Obstáculos para a introdução do ensino <i>Online</i> – contexto mundial	13
2.2.2 Verificação dos Obstáculos para utilização do Ensino <i>Online</i> para a Realidade Brasileira na Área de Engenharia.	15
2.2.3 Público Consultado	16
2.2.4 Metodologia	16
2.2.5 Resultados Encontrados no Processo de Verificação	17
2.3 Os Obstáculos e o Ensino <i>Online</i> : uma conclusão do estudo	20
Capítulo 3 - O Ensino de Engenharia	23
3.1 A Área de Engenharia	23
3.2. A Educação em Engenharia	26
3.3. Uma mudança no foco no desenvolvimento de Ferramentas para a Educação <i>Online</i> em Engenharia	32
Capítulo 4 - Educação: Correntes Filosóficas, Teorias, Abordagens e Modelos Pedagógicos	37
4.1. Correntes Filosóficas e Teorias, Abordagens e Modelos Pedagógicos	38
4.1.1 Comportamentalismo (Behaviorismo)	38
4.1.2 Cognitivismo (Construtivismo)	39
4.1.3 Humanismo	42
4.2. Os Métodos Pedagógicos	43
4.2.1 Tipologia dos Métodos Pedagógicos	43
a) Métodos Verbais – Expositivos	44
b) Métodos Ativos – Interrogativos	48
c) Métodos Intuitivos / Demonstrativos	50
d) Métodos Ativos	51
4.3. Relação entre as Teorias e os Métodos educacionais com a Área de Engenharia	54
4.3.1 Cognitivismo com Centralização na Instituição	55
a) <i>Taxonomia dos Objetivos Educacionais (B. Bloom et al.)</i>	55
b) <i>Condições de Aprendizado (Gagné)</i>	56
c) <i>Teoria da Elaboração (C. Reigeluth)</i>	57

d) <i>Teoria da Exibição de Componentes (M.D. Merrill)</i>	58
e) <i>Arquitetura Cognitiva (Anderson)</i>	60
f) <i>Níveis de Processamento (F. Craik & R. Lockhart)</i>	61
g) <i>Uma proposta de unificação taxonômica das Teorias Cognitivistas com Centralização na Instituição</i>	62
4.4. Proposta de Relação entre as Abordagens, Modelos e Teorias Pedagógicas e o Ensino de Engenharia.	63
Capítulo 5 - A Utilização de Mapas Conceituais como Ferramenta de Planejamento de Cursos Online	67
5.1 O Planejamento da Disciplina	68
5.2 Mapas Conceituais	69
5.3 - Utilização de Mapas Conceituais no Contexto Educacional	74
5.4. Ferramentas para Construção de Mapas Conceituais	75
5.4.1 <i>CMap Tools</i>	76
5.4.2 <i>Inspiration</i>	79
5.5 Análise das Ferramentas: <i>Cmap Tool</i> e <i>Inspiration</i>	80
5.6 A Utilização de Mapas Conceituais para Planejamento das Disciplinas em Cursos Online	84
Capítulo 6 - Auxiliar – Construtor : Uma ferramenta para autoria de conteúdos para cursos Online	91
6.1 Obstáculos para a Introdução do Ensino Online	92
6.2 Os Modelos Atuais de Cursos Online	92
6.3 O Modelo de Ensino Proposto	94
6.4 A Ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR	96
Capítulo 7 - Aplicação do Sistema AUXILIAR-CONSTRUTOR na produção de conteúdos educacionais	107
7.1 A Utilização da Ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR	107
7.1.1 O tempo consumido para o desenvolvimento do material didático.	109
7.1.2 Falta de habilidades técnicas no manuseio e limitações impostas pelas tecnologias	112
7.1.3 Falta de ferramentas específicas para a área de Engenharia	112
7.2 Sugestões e Melhorias propostas pelos professores para a Ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR	114
7.3 Considerações Finais	116
7.4 Sugestões para próximos trabalhos	117
Capítulo 8 - Referências Bibliográficas	119

Lista de Figuras

Figura 4.1: Síntese da Filosofia Comportamentalista	39
Figura 4.2: Síntese da Filosofia Cognitivista	41
Figura 4.3: Síntese da Filosofia Humanista	42
Figura 4.4: Ilustração dos Métodos Expositivos	45
Figura 4.5: Exemplo de Método Expositivo: Aula ou Apresentação	47
Figura 4.6: Exemplo de Método Expositivo: Demonstração ou Modelagem	47
Figura 4.7: Exemplo de Método Expositivo: Tutorial	48
Figura 4.8: Ilustração dos Métodos Interrogativos	49
Figura 4.9: Exemplo de Método Interrogativo: Discussão / Seminário	50
Figura 4.10: Exemplo de Método Interrogativo: Discussão / Seminário	51
Figura 4.11: Ilustração do Método Ativo	52
Figura 4.12: Exemplo de Método Ativo: Grupos Cooperativos de Aprendizado	53
Figura 4.13: Resultado da pesquisa empírica realizada junto a docentes de cursos superiores das áreas de engenharia e computação para medir a adoção de procedimentos detalhados no planejamento de disciplinas.	65
Figura 5.1: Exemplo de estrutura de um Mapa Conceitual (Moreira, 1987).	69
Figura 5.2: Mapa Conceitual dos Tipos de Precipitação Atmosférica (Buchweitz, 1984)	72
Figura 5.3: Utilização de Mapa Conceitual para Auto-Definição (fonte: http://cmap.coginst.uwf.edu/info/)	74
Figura 5.4: Tela de abertura do IHMC CMap Tools	77
Figura 5.5: Mapa Conceitual sobre metais, utilizando o Cmap Tool	78
Figura 5.6: Mapa Conceitual sobre metais, utilizando o Inspiration	80
Figura 5.7: Exemplo de Mapa Conceitual criado sobre Hipertexto	83
Figura 5.8: Esquema genérico de apresentação de conteúdos em cursos <i>Online</i>	84
Figura 5.9: Planejamento de um Módulo de um curso <i>Online</i> pela utilização de Mapas Conceituais	85
Figura 5.10: Constituição, após planejamento, dos módulos de ensino em cursos <i>Online</i>	86
Figura 5.11: Tipos de Avaliação em cursos <i>Online</i> , após o planejamento através de Mapas Conceituais.	87
Figura 5.12: Mapa Conceitual para Força (adaptado de Moreira, 1987).	88
Figura 5.13: Planejamento do Design Instrucional para o Módulo Força baseado no M.P.	89
Figura 6.1: Arranjo dos conteúdos pedagógicos e questões de cada conceito	95
Figura 6.2: Tela inicial do módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR	97
Figura 6.3: Cadastro das Informações Gerais no módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR	97
Figura 6.4: Definição de Estilos das páginas a serem montadas pelo módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR	100
Figura 6.5: Expressão da terceiridade semiótica através de estilos pré-formatados na ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR.	101
Figura 6.6: Cadastro da Instituição	102

Figura 6.7: Cadastro da disciplina	102
Figura 6.8: Cadastro dos Conceitos do módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR	103
Figura 6.9: Cadastro das Questões do módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR	104
Figura 6.10: Geração das Páginas do módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR	105
Figura 6.11: Relação dos Códigos com o nome da página HTML	105
Figura 6.12: Página HTML gerada a partir da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR	106
Figura 7.1: Distribuição dos professores que utilizaram a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR	108
Figura 7.2: Gráfico comparativo do tempo necessário para planejamento, edição e diagramação de curso <i>Online</i>	111
Figura 7.3 Editor de Fórmulas Matemáticas no AUXILIAR-CONSTRUTOR e o resultado obtido da introdução a partir de uma fórmula textual.	113
Figura 7.4: Barra de Ferramentas do Editor de Fórmulas e Texto da Ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR.	114

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Faculdades de Engenharia da UNICAMP e a quantidade de professores entrevistados em cada unidade de ensino	16
Tabela 2.2: Principais obstáculos encontrados pelos professores na área de Engenharia	20
Tabela 3.1: Relação entre objetivos dos trabalhos práticos, estratégias de distribuição à distância e importância relativa das atividades práticas / manuais.	36
Tabela 4.1: Classificação dos Métodos Pedagógicos segundo Goguelin	44
Tabela 4.2: Vantagens e Desvantagens dos Métodos Expositivos	46
Tabela 4.3: Vantagens e Desvantagens dos Métodos Interrogativos	49
Tabela 4.4: Vantagens e Desvantagens dos Métodos Intuitivos / Demonstrativos	51
Tabela 4.5: Porcentagem de Retenção Mnemônica – Sociedade Americana Socondy – Vacuum Oil Co Studies	52
Tabela 4.6: Vantagens e Desvantagens do Método Ativo	53
Tabela 4.7: Níveis Taxonômicos da Taxonomia dos Objetivos Educacionais de Bloom	55
Tabela 4.8: Relações entre os componentes da Teoria de Merrill	59
Tabela 4.9: Co-relação entre as Taxonomias Instrucionais Cognitivistas com	63
Tabela 5.1: Comparativo entre as ferramentas Cmap Tool e Inspiration	81
Tabela 7.1 – Grupos e Tarefas do Design Instrucional verificados na Análise da Ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR.	109

Glossário

Design Desenho, arranjo.

Feedback Resposta ou Retorno.

Online Em virtude da constante e repetida utilização da palavra “*Online*” para referenciar cursos ministrados a distância utilizando o canal de comunicação Internet, convencionou-se a chamar tal forma de ensino de simplesmente: Ensino *Online*. Em contraposição a palavra *on-line* (em linha, em tempo real) que tem seu escopo de utilização maior e mais genérico. Portanto, a palavra “*Online*” se tornou sinônimo de “*utilização do canal de comunicação Internet*”

Trial Versão para avaliação ou teste.

Lista de Símbolos

ABET	<i>Accreditation Board for Engineering & Technology</i>
CAT	<i>Computer Adaptive Testing</i>
CDT	<i>Component Display Theory</i>
DIL	<i>Distributed Interactive Learning</i>
DPL	<i>Distributed Passive Learning</i>
EAD	Educação à Distância
FIESP	Federação das Empresas do Estado de São Paulo
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
IHMC	<i>Institute for Human and Machine Cognition</i>
IRT	<i>Item Response Theory</i>
ITS	<i>Intelligent Tutor System</i>
MP	Mapas Conceituais
NTIC	Novas Tecnologias de Informação e Comunicação
POLI	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

Trabalhos Publicados pelo Autor

- PIVA JR., Dilermando; MISKULIN, Rosana S.G. (2004). *A utilização de Mapas Conceituais no Contexto Educacional e suas Influências na Aprendizagem Colaborativa*. **Anais em CD-ROM do 12º. Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino – ENDIPE 2004**, 29 de agosto a 01 de Setembro.
- PIVA JR., Dilermando; MISKULIN, Mauro S.; MISKULIN, Rosana G.S.; FREITAS, Ricardo L. de; NAKAMITI, Gilberto S. (2004). *AUXILIAR-CONSTRUTOR: Uma ferramenta que auxilia o docente no desenvolvimento de cursos Online, utilizando as potencialidades da Semiótica, da Linguagem Dialógica e da Ergonomia de Software*. **WIE 2004 – Workshop de Informática na Escola - SBC 2004**, Salvador, Bahia, 31 de julho a 6 de agosto.
- PIVA JR., Dilermando; MISKULIN, Mauro S.; FREITAS, Ricardo L. de (2004). *AUXILIAR-CONSTRUTOR: Uma ferramenta para o desenvolvimento de cursos Online na área de Engenharia*. **Revista AEI de Ensino e Pesquisa**, v. 1, n. 3, p.11-35, Abril. Associação de Ensino de Itapetininga, Itapetininga, SP. ISSN 1516-0521.
- PIVA JR., Dilermando; MISKULIN, Mauro S.; FREITAS, Ricardo L.de; SILVA, Fábio José da. (2003). *CONSTRUTOR: Uma aplicação que auxilia o desenvolvimento de cursos Online na área de Engenharia..* **Revista de Informática**, p. 30-38.
- PIVA JR., Dilermando; MISKULIN, Mauro S.; MISKULIN, Rosana G.S.; GONÇALVES JR., Geraldo; FREITAS, Ricardo L. de. (2003). *Barreiras na área de Engenhariaiana condução de ensino Online*. **Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE2003, Anais em CD-ROM**, 14 a 17 de Setembro.
- PIVA JR., Dilermando; MISKULIN, Mauro S.; FREITAS, Ricardo L. de. (2003). *AUXILIAR-CONSTRUTOR: Uma Ferramenta que auxilia o Docente no desenvolvimento de cursos Online na área de Engenharia*. **Anais do III Congresso Brasileiro de Computação – CBCComp2003**, p. 268-279, 25 a 29 de Agosto.
- PIVA JR., Dilermando; MISKULIN, Mauro S.; MISKULIN, Rosana G.S.; GONÇALVES JR., Geraldo; FREITAS, Ricardo L. de. (2003). *Obstacles Encountered by Engineering Professors at Unicamp During the Online Teaching Guiding Process*. **International Conference on Engineering and Computer Education - ICECE 2003**, p. 55, March 16 to 19.
- PIVA JR., Dilermando; MISKULIN, Mauro S.; GONÇALVES JR., Geraldo (2002). *Obstáculos encontrados pelos Professores da Área de Engenharia na Condução de Processos de Ensino Online*. **Revista de Informática**, v. 5, n. 6, outubro. ISSN 1415-6563
- PIVA JR., Dilermando; GONÇALVES JR., Geraldo (2001). *Ensino Colaborativo na Web: esforços de padronização*. **Revista de Informática do Centro Universitário Anhanguera**, v.. 4, n. 5, novembro.
- PIVA JR., Dilermando; GONÇALVES JR., Geraldo (2001). *Um Panorama dos Processos de Estruturação de Informações Para o Ensino Colaborativo na Web*, **Anais do 11o. Seminário Regional de Informática – URISAN – Campus Santo Ângelo – RS**, 5 a 9 de Novembro.

1

O Problema

A Educação, além de sua natural complexidade, com a introdução de novas tecnologias informacionais vem, já há muito tempo, sofrendo profundas transformações.

A coexistência de dois modelos, o presencial e o não-presencial, auxilia no incremento de tal complexidade. Neste contexto, o ensino não-presencial, em todas as suas modalidades e formas, tem sido chamado de Ensino à Distância (EaD).

O Ensino *Online*¹ surge como uma nova proposta organizada do processo de ensino-aprendizagem, na qual as barreiras tempo/espaço caem por terra, favorecendo a flexibilidade, interatividade, sincronicidade e adaptabilidade entre alunos, professores e conteúdos de ensino, principalmente em áreas tecnológicas, como em cursos na Área de Engenharia.

Estas novas tecnologias de ensino oferecem uma gama de recursos que, associados às metodologias adequadas, podem solucionar problemas de atendimento de uma demanda em crescimento, criando ambientes que favoreçam o desenvolvimento de competências técnicas, humanas e gerenciais dos futuros profissionais graduados.

Com isso, o Ensino *Online* deixa de ser apenas um “Novo Modelo Pedagógico” ou uma “Tecnologia Educacional” e passa, cada vez mais, a ser um “Novo Modelo Social”, uma

¹ Com o desenvolvimento e maior utilização da Internet, os processos de Ensino a Distância começaram a ser convertidos e desenvolvidos para este novo canal de comunicação. Em virtude da constante e repetida utilização da palavra “*Online*” para referenciar cursos ministrados à distância utilizando o canal de comunicação Internet, convencionou-se a chamar tal forma de ensino de simplesmente: Ensino *Online*. Em contraposição a palavra *on-line* (em linha, em tempo real) que tem seu escopo de utilização maior e mais genérico. Portanto, a palavra “*Online*” se tornou sinônimo de “*utilização do canal de comunicação Internet*”

“Tecnologia Social”. Contudo, como modelo de gestão de aprendizagem, apresenta ainda uma série de aspectos que necessitam de mais estudos para que seja atingida a efetividade desejada. As metodologias atuais ainda utilizam-se de estruturas notadamente cartesianas, limitando o seu uso para a consecução de objetivos mais amplos de aprendizagem.

Alguns pesquisadores apontam para soluções que, pela sua complexidade, tornariam ainda mais difícil a sua efetivação, principalmente pela carência prática/conceitual dos professores e grandes investimentos financeiros, ainda que privilegiem a qualidade do processo de ensino, como pode ser observado nos trabalhos de Souza (2000) e Hack et al (2000).

Além do processo de mediação, um dos fatores que mais tem sido considerado como limitador para a ampliação do universo de alunos que possam ser atendidos por um mesmo professor/mediador, está justamente na sua capacidade de produção e disseminação de materiais didáticos para utilização no ambiente *Online*.

Estudos relatam obstáculos (barreiras) que impedem o efetivo uso da tecnologia para o desenvolvimento de cursos *Online* pelos professores, fazendo surgir um hiato entre o uso atual e o esperado.

Pajo e Wallace (2001) apontam como principais obstáculos: 1) o tempo requerido para aprender a como usar a tecnologia; 2) o tempo associado com o desenvolvimento e implementação de cursos baseado na web; e 3) o tempo requerido para usar os ambientes de ensino *Online* e monitoramento do curso (*feedback* aos alunos). James e Beattie (1996) chegaram a três principais obstáculos: 1) o tempo exigido para o gerenciamento das turmas e demais tarefas adjacentes ao ensino *Online* (principalmente, *feedback* aos alunos); 2) a maior quantidade de tempo requerido para produção de materiais de aprendizado com qualidade; e 3) as recompensas de ensinar a distância são as mesmas ao de ensinar pelo método tradicional.

Resultados similares aos citados anteriormente também foram encontrados em outras pesquisas realizadas em outros contextos, faculdades e países (Daugherty e Funke, 1998), (IDE, 1997), (Metcalf, 1997), (Hare e McCartan, 1996), (Thompson e Holt, 1996), (Grace e Smith, 2001) e (Yong e Wang, 1996).

Como se constata, existe uma consonância dos resultados, indicando uma possível universalização dos obstáculos que são encontrados pelos professores na consecução de

programas de ensino *Online*. Foi verificado, também, que tal consonância ocorre na área de Engenharia (Piva Jr. et al, 2002).

Dessa forma, a construção de ferramentas computacionais que minimizem esses obstáculos identificados e percebidos pelos professores, especificamente na área de Engenharia, e que ao mesmo tempo possibilitassem a integração de conteúdos com respectiva individualização e controle do processo ensino-aprendizagem resultaria no incremento da utilização do ensino *Online* e na conseqüente potencialização da ação pedagógica, proporcionando:

- ✓ Auxílio e direcionamento no desenvolvimento de materiais pedagógicos, reduzindo o tempo e facilitando o processo para criação e publicação de cursos *Online*;
- ✓ Criação de ferramentas adequadas a edição de conteúdos da área de Engenharia, como editores de fórmulas matemáticas; e
- ✓ Utilização de metodologia adequada para planejamento de conteúdos didático-pedagógicos para cursos *Online*.

Assim, uma ferramenta computacional poderia estabelecer um meio para fornecer ao professor um sistema capaz de auxiliá-los no processo de desenvolvimento de Módulos de Aprendizado em Cursos *Online*, potencializando assim a sua efetividade no processo de *design* e publicação do curso.

O desafio a ser vencido está relacionado à possibilidade de se desenvolver uma ferramenta computacional capaz de reduzir os óbices já descritos para a construção de cursos *Online*.

Dessa forma, a questão que se sobressai é:

Quais recursos uma ferramenta computacional deveria apresentar e como deveria ser desenvolvida, com o objetivo de reduzir o tempo gasto pelo docente nas tarefas de planejamento e elaboração de cursos Online na área de Engenharia?

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é, portanto, *desenvolver uma Ferramenta Computacional baseada em uma Metodologia de Planejamento de Cursos Online que potencializará a ação docente no desenvolvimento de Módulos de Ensino em Cursos Online na Área de Engenharia.*

Para tanto, tem-se os seguintes objetivos intermediários a serem transpostos para consecução do objetivo maior, os quais são:

- Levantar e compatibilizar à área de engenharia os obstáculos que impedem uma maior efetivação do ensino *Online*;
- Modelar e implementar uma ferramenta computacional de autoria de cursos *Online*, capaz de se alinhar com uma Metodologia de Planejamento de Cursos *Online* e com os atuais ambientes de Gestão de Ensino *Online*;
- Testar a ferramenta computacional, evidenciando sua aplicabilidade no processo de *design* de cursos *Online* na Área de Engenharia; e
- Relatar os resultados obtidos no teste da ferramenta.

1.2 Justificativa e Relevância do Estudo

O ensino *Online* é uma forma de fazer pedagógico que vai ao encontro de uma série de necessidades atuais da sociedade, tornando-se assim um modelo extremamente adequado, mesmo sendo desacreditada por uma parcela da sociedade, resultado de uma má utilização em seus primórdios.

Atualmente os educadores têm, continuamente, desenvolvido e aplicado novos tratamentos instrucionais para esta modalidade de ensino (Construcionismo, Ensino Baseado no *Design*, Aprender Fazendo, entre outros) para melhorar os resultados do processo ensino-aprendizagem, resgatando com isso a sua credibilidade e qualidade.

O aumento da qualidade de tal processo é conseguido promovendo-se, fundamentalmente, uma maior individualização no tratamento dos estudantes, apenas conseguida pela utilização de novas tecnologias da informação.

Este tratamento individualizado resulta no aumento da motivação dos alunos, despertando mais interesse e curiosidade pelo ensino, reduzindo assimetrias de qualidade do processo de ensino-aprendizagem e da garantia da utilização dos módulos de ensino de forma adequada; além de promover uma maior individualização no aprendizado, estímulo, motivação e promoção da auto-estima no sujeito cognoscente e, possibilitando assim, a apresentação dos tópicos educativos de modo mais atrativo, criativo e integrado.

Para possibilitar o equacionamento da relação tempo x qualidade, deve-se encontrar mecanismos para retirar o docente das ações repetitivas, redirecionando-o ao atendimento aos alunos.

Neste contexto, a utilização de técnicas computacionais se faz necessária a fim de propiciar uma melhor utilização do tempo do docente para tarefas mais relevantes do processo de ensino-aprendizagem.

Isto, além de potencializar a ação docente, agregaria valor ao processo ensino-aprendizado aumentando assim sua qualidade e efetividade.

Mais especificamente no ensino de engenharia, a utilização de processos automatizados de desenvolvimento de conteúdos *Online*, possibilitaria retirar o docente de tais processos repetitivos e operacionais, realocando-o em processos mais significativos para os alunos. Além disso, as horas “economizadas” neste processo poderiam ser realocadas para disciplinas de fundo humanista / gerencial, cada vez mais necessárias para a formação integral dos futuros engenheiros e tão desejadas pelo mercado de trabalho (Traylor et al., 2003), (Bordogna, 1997), (ABET, 2002), (Rompelman, 2000), (Mcnally apud Huxham e Land, 2000) e (Dochy e Mcdowell, 1997).

1.3 Delimitação do Estudo

Pela natureza generalista, abrangente e multifacetada da EaD, pretende-se neste estudo concentrar-se na modalidade de Ensino *Online*, centrada no ensino de técnicas na área de Engenharia. Para tanto, utilizar-se-á o contexto do ensino de Engenharia em nível de graduação.

Devido a concentração dos estudos ser na área de Engenharia, utilizar-se-ão teorias, abordagens e métodos pedagógicos pertinentes a este contexto. Conhecidamente existem três grandes linhas filosóficas: Comportamentalismo, Cognitivismo e Humanismo. Adotar-se-a a linha filosófica cognitivista com foco centrado na instrução, foco propício para o desenvolvimento adequado da educação tecnológica. Nesta linha destacam-se o ensino direcionado por objetivos. Vários são os autores que trabalham taxonomias para este tipo de ensino, destacando-se: Bloom, Gagné, Reigluth, entre outros.

Também são discutidas ferramentas que possibilitam a potencialização da ação docente no processo de *design* instrucional. Neste contexto, utilizar-se-ão conceitos e ferramentas de construção de Mapas Conceituais como um meio para um planejamento correto e consistente dos conteúdos didáticos e suas relações.

Utilizar-se-á o conceito de Linguagem Dialógica, com a sua conseqüente adaptação para o contexto de construção de Módulos e Materiais Didáticos para a distribuição na modalidade *Online*, a fim de prover um direcionamento para os docentes na construção de tais materiais para que sejam mais atraentes e que motivem seus alunos para o aprendizado.

1.4 Estrutura do Trabalho

A construção de uma ferramenta computacional para suportar o processo de construção de materiais de ensino *Online* de disciplinas na área de Engenharia envolve não somente aspectos computacionais, mas também, abordagens, teorias e métodos pedagógicos, características do ensino *Online* e ferramentas utilizadas para o ensino e a conseqüente potencialização do processo. Neste contexto, o presente trabalho está dividido da seguinte forma:

No capítulo dois, o ensino *Online* é contextualizado, evidenciando os obstáculos que surgem pela sua utilização. Para tanto, uma série de pesquisas que descreveram tais obstáculos são revisitadas. Por fim, através de uma pesquisa realizada junto a professores da área de Engenharia, é feita uma verificação de tais obstáculos, adequando-os à realidade brasileira da área de Engenharia.

No terceiro capítulo a Área e o Ensino de Engenharia são contextualizados. É apresentada a área de Engenharia, suas particularidades, as necessidades geradas por estas particularidades no processo de ensino-aprendizagem e as alternativas que podem ser trabalhadas a fim suprir tais necessidades.

O quarto capítulo apresenta as principais teorias educacionais existentes e identifica dentre as apresentadas a abordagem mais adequada para a utilização em processos de ensino *Online* na área de Engenharia, em função das ferramentas computacionais delimitadas ao longo deste trabalho, assim como também, em função das especificidades da área e do ensino de Engenharia.

No quinto capítulo é enfatizada a necessidade de planejamento da disciplina como parte fundamental da construção de cursos *Online*. Apresenta-se, então, uma proposta de utilização de Mapas Conceituais como ferramenta de elaboração do planejamento didático-pedagógico para cursos *Online*. É proposta, para tanto, uma metodologia de planejamento de cursos *Online*, utilizando ferramentas computacionais de edição de Mapas Conceituais.

No sexto capítulo, a ferramenta computacional para edição e diagramação de conteúdos *Online* AUXILIAR-CONSTRUTOR é apresentada.

No sétimo capítulo a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR é utilizada e avaliada por professores do ensino superior e os resultados da avaliação são apresentados, juntamente com as considerações finais do presente trabalho e as propostas para trabalhos futuros.

2

O Ensino *Online* e seus Obstáculos

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma breve conceituação do que se entende por Ensino *Online*, coerentemente com as limitações de estudo descritas. Em seguida serão apresentados os obstáculos mais freqüentes que o professor se depara ao implementar cursos *Online*. Por fim, será apresentado um estudo que revela como estes obstáculos ocorrem na realidade brasileira, indicando os principais obstáculos encontrados pelos professores da área de Engenharia no desenvolvimento e condução de cursos *Online*.

2.1 O Ensino a Distância e o Ensino *Online*

Literalmente o conceito de Ensino a Distância (EAD) remeteria a qualquer modalidade de transmissão e construção do conhecimento sem a presença simultânea dos agentes envolvidos. Nessa perspectiva, a difusão da escrita teria sido uma das principais tecnologias aplicáveis a EAD. Com a institucionalização dos sistemas formais de ensino, que exigiam dos alunos a presença obrigatória, com tempo predefinido nos estabelecimentos credenciados para a obtenção de certificados de comprovação da aprendizagem, e que tinham na escrita uma de suas principais tecnologias de comunicação do conhecimento, o conceito foi derivado para uma forma mais complexa. Assim, o ensino a distância refere-se a apenas às modalidades de ensino cuja aprendizagem não mais estivesse atrelada à presença física dos alunos nas chamadas escolas, atendendo à necessidade de uma parcela da população que por diversos motivos, não tinha a possibilidade de freqüentar esses estabelecimentos. Foram criados então, sistemas de ensino à distância, utilizando-se veículos de comunicação diversos, a exemplo do correio, do rádio e mais recentemente da televisão.

Um dos grandes problemas desses programas relacionava-se à quase falta de interatividade do processo de aprendizagem, devido à dificuldade dos alunos de trocarem experiências e dúvidas com professores e colegas.

Segundo Alves e Nova (2003):

“... a maior parcela desses cursos (EAD) concebe a educação a distância com perspectivas muito limitadas e tradicionais, seja do ponto de vista da teoria do conhecimento, seja da pedagogia, seja em relação às possibilidades tecnológicas dos suportes digitais” (Alves e Nova, 2003, p. 6).

Com a difusão das tecnologias de comunicação em rede, também conhecidas como NTIC (novas tecnologias de informação e comunicação) este cenário começara a mudar, visto que as possibilidades de acesso a informações e conhecimento sistematizado e as possibilidades de interação entre os diversos sujeitos do processo educacional ampliaram significativamente a modalidade de EAD.

Como já mencionado, com o desenvolvimento e maior utilização da Internet, os processos de Ensino a Distância começaram a ser convertidos e desenvolvidos para este novo canal de comunicação. Em virtude da constante e repetida utilização da palavra “*Online*” para referenciar cursos ministrados à distância utilizando o canal de comunicação Internet, convencionou-se chamar tal forma de ensino de simplesmente: ensino *Online*.

O processo de ensino aprendido *Online* possui muito menos contato face a face do que o ensino tradicional, portanto exige uma mudança na ênfase da centralidade do professor para uma centralidade do aluno (Chalmers e Langan, 1995); (Laurillard, 1993).

Diferentemente do ensino tradicional, segundo Posser e Trigwell (1998), o principal propósito do ensino *Online* é atualmente mais o gerenciamento do processo de aprendizado do que a transmissão de informação de forma transparente e organizada.

Atualmente, os ambientes de aprendizagem com retorno (*feedback*) automático têm sido utilizados com sucesso nos processos de ensino *Online*, sendo que a maioria direciona o aprendizado através de exercícios de aprofundamento (*drilling exercises*). Com isso, cresceu o

suporte de um ambiente apropriado, tarefas de aprendizado bem estruturadas poderão induzir a considerações, questionamentos e descobertas nos estudantes, promovendo a condução dos estudantes a níveis mais profundos de aprendizado através do processo de ensino. (John et al, 2002); (Fernandez et al, 2001).

Fernandez (2003), tece uma crítica aos ambientes de ensino *Online* atuais, quando diz que eles não são capazes de, adequadamente, suportar processos de aprendizado em que permitam, além de um retorno (*feedback*) automático aos alunos, um direcionamento do processo de aprendizado. Isto se deve não só ao fato deles estarem restritos a questões pré-formatadas, tais como Múltipla-Escolha, Preenchimento, Associação, mas também pelo fato destes ambientes não aplicarem a habilidade dos instrutores de redirecionamento dos passos dos alunos e com isso, mudar dinamicamente o ângulo do processo de aprendizado, permitindo que os alunos verifiquem se aprenderam ou não determinado tópico.

O processo de retorno (feedback) automático ao estudante em processos de ensino-aprendizado Online está diretamente relacionado a área de Testes Adaptativos Computadorizados (Computer Adaptive Testing – CAT) que tem sido um dos focos de atenção da área de pesquisa conhecida como Teoria Item Resposta (Item Response Theory –IRT). Tal teoria é atrativa pois está baseada em uma base estatística bem sólida, e porque, com um banco de itens correto e uma variedade de exames, ele pode ser muito efetivo para as avaliações automáticas baseadas em computador. (Fernandez, 2003).

Por outro lado, o processo de descentralização das informações dos bancos escolares (principalmente por meio das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação - NTIC) colocou em crise o modelo tradicional de educação, estruturado no Ocidente a partir do século XIX, cujo objetivo era prover aos alunos o saber acumulado pela humanidade. Este saber era, na verdade, a sistematização de informações tidas pela ciência da época como fundamentais, acabadas e verdadeiras, em um período histórico em que o acesso a essas informações era de fato muito restrito. Um modelo que implicava, por sua vez, em um tempo e espaço de aprendizagem muito rígidos.

Hoje, no momento que o problema deixa de ser a escassez e torna-se o excesso de possibilidades de acesso às informações e que, o que é ainda mais relevante, se transformam em uma velocidade jamais imaginada anteriormente, fica mais do que evidente o descompasso dessa concepção de educação.

Embora este modelo tenha sido amplamente combatido ao longo do século XX, sua influência continuou sendo exercida de forma significativa no cenário educativo ocidental e seus resquícios podem ainda ser sentidos nos dias de hoje, apesar de todos os discursos teoricamente renovadores pelos quais vem passando nossos sistemas educacionais. Para constatar essa realidade, basta verificar como são estruturados nossos currículos, avaliações e práticas em sala de aula.

Além desses fatos, nos alertam Alves e Nova (2003), com relação aos tempos constantes de aprendizagem:

“E pensar o espaço nos remete a refletir sobre o próprio tempo da aprendizagem. O tempo da escola é único, rígido, quase absoluto. Temos que aprender os mesmos assuntos, durante os dois meses da unidade, e comprovarmos na avaliação. Se não, perdemos o ano, eu e João, embora eu não saiba escrever e João não saiba somar. Essa é a regra, da alfabetização à universidade.” (Alves e Nova, 2003, p. 8).

Portanto, a busca por alternativas no processo de ensino-aprendizagem se faz necessária. O ensino *Online* tem sido defendido por muitos teóricos como sendo uma alternativa. Por mais entusiasmo que se tenha, não se pode negar que as ferramentas existentes atualmente destinadas para o desenvolvimento e publicação de materiais para a utilização na forma não presencial (*Online*) são permeados de obstáculos, dificultando assim a adoção, dessas ferramentas e do próprio ensino *Online*, por um número maior de docentes.

2.2 Obstáculos para o Ensino *Online*

O crescimento da utilização da Internet, as melhorias nos meios de comunicação e o aumento do poder de processamento dos computadores têm favorecido o crescimento da utilização do ensino *Online*. Isto vem motivando Universidades de todo o mundo a “repensarem” suas práticas e políticas educacionais e implantarem programas que contemplem esta forma de ensino.

O aumento da qualidade do processo de aprendizado, a manutenção da vantagem competitiva e a melhoria nos meios de acesso à educação, são apontadas por estudos realizados no final da década passada como as três principais razões para a implantação de cursos *Online* pelas Universidades (Bates, 1997); (Inglis, 1999) e (Oliver, 1999).

Entretanto, a utilização do ensino *Online* está longe de atingir sua máxima potencialidade. Uma série de estudos e pesquisas realizadas ao redor do mundo, indicam como resultados diversas barreiras percebidas pelos professores, de ordem pessoal, tecnológica e institucional, como sendo causa de tal limitação.

2.2.1 Obstáculos para a introdução do ensino *Online* – contexto mundial

Muito se tem escrito sobre a importância e o valor do computador contextualizado no processo de ensino-aprendizado. Fabry e Higgs (1997) escreveram sobre a discrepância que existe entre o nível de tecnologia esperado e realmente usado pelos professores. Para se conseguir sucesso na integração da tecnologia ao ensino não devemos apenas nos ater à aceitação e efetiva utilização da tecnologia pelos alunos, mas também, e de forma prioritária, do seu entendimento e sua massiva utilização por parte dos professores.

No caso do ensino *Online*, estudos relatam uma série de obstáculos que impedem o efetivo uso da tecnologia pelos professores, fazendo surgir um hiato entre o uso atual e o esperado.

Como descrito anteriormente, Pajo e Wallace (2001) baseados no resultado de pesquisa realizada junto aos professores das Faculdades de Negócios, Ciência e Educação da Universidade Massey (Nova Zelândia), apontam como principais obstáculos: 1) o tempo requerido para

aprender a como usar a tecnologia; 2) o tempo associado com o desenvolvimento e implementação de cursos baseado na web; e 3) o tempo requerido para usar os ambientes de ensino *Online* e monitoramento do curso (*feedback* aos alunos).

Além desse primeiro conjunto de obstáculos de caráter pessoal, os mesmos autores apontam para outro grupo, impostos pelas instituições de ensino, os quais chamaram de obstáculos organizacionais: suporte técnico inadequado, não reconhecimento/importância institucional dos processos envolvidos no ensino *Online* e recursos disponíveis insuficientes.

Já em 1995, James e Beattie (1996) realizaram um estudo na educação de pós-graduação da Austrália, revelando uma lenta evolução das opções de ensino a distância, onde o meio dominante de instrução ainda era o escrito. Segundo os autores, uma maior utilização do ensino *Online* ainda não foi conseguido pela falta de consenso dos padrões acadêmicos, pelos impactos reversos sobre outros trabalhos acadêmicos (como por exemplo, nas pesquisas) e a ausência de suporte técnico.

Especificamente no item de impactos nos trabalhos acadêmicos, os autores identificaram junto aos professores entrevistados as razões que influenciariam neste impacto negativo, chegando a três principais (obstáculos): 1) o tempo exigido para o gerenciamento das turmas e demais tarefas adjacentes ao ensino *Online* (principalmente, *feedback* aos alunos); 2) a maior quantidade de tempo requerido para produção de materiais de aprendizado com qualidade; e 3) as recompensas de ensinar a distância são as mesmas ao de ensinar pelo método tradicional.

Corroborando a hipótese da universalização do problema, o trabalho de Daugherty e Funke (1998) realizado na Universidade de Calgary, junto a alunos e professores, reforça a existência de obstáculos comuns. As percepções obtidas pelas pesquisadoras junto aos professores quanto aos obstáculos ou mudanças impostas pela incorporação da instrução *Online* foram (por ordem de importância): 1) falta de suporte técnico; 2) falta de equipamentos e softwares adequados; 3) quantidade de tempo exigido para preparação dos materiais e gerenciamento do curso; 4) resistência por parte dos alunos; e 5) falta de suporte institucional.

Ainda nesta mesma linha, dois outros estudos mostram que geralmente são encontradas deficiências nas atuações dos professores no ensino a distância quando às questões de tempo e de suporte técnico é dada pouca ou nenhuma importância. (IDE, 1997); (Metcalf, 1997). Este

último Metcalf (1997), revela ainda que o reconhecimento da qualidade do produto consome tempo para criar, desenvolver e implementar ainda não é consensuado na maioria das Universidades.

Resultados similares aos citados anteriormente também foram encontrados em outras pesquisas realizadas em outros contextos, faculdades e países (Hare e McCartan, 1996); (Thompson e Holt, 1996); (Grace e Smith, 2001) e (Yong e Wang, 1996).

Como se constata, diante dos resultados apresentados nos estudos e pesquisas relatados, existe uma consonância dos resultados, indicando uma possível universalização dos obstáculos que são encontrados pelos professores na consecução de programas de ensino *Online*. O que se pretende é verificar tal consonância na área Tecnológica, especificamente nos cursos de Engenharia.

2.2.2 Verificação dos Obstáculos para utilização do Ensino *Online* para a Realidade na Área de Engenharia da UNICAMP.

A Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) é uma instituição de ensino pública que oferece cursos nas mais diversas áreas do saber, nos níveis de graduação e pós-graduação, preferencialmente na forma tradicional / presencial. Ocupa posição de uma das maiores Universidades Públicas do Brasil. Possui, aproximadamente, 21 mil alunos divididos em graduação (55%) e pós-graduação (45%) (UNICAMP 2001).

A UNICAMP, até a data de realização da presente pesquisa, ainda não apresenta políticas claramente definidas com relação a condução de programas de EaD. Dessa forma, a realidade observada é a existência de esforços individuais de uma pequena parcela de professores conduzindo programas pilotos de ensino *Online*, em sua grande maioria, utilizados como suporte às aulas presenciais.

Na Área Tecnológica, especificamente nas Faculdades de Engenharias da UNICAMP, o cenário não é diferente.

Apenas uma pequena parcela dos professores das diversas Faculdades de Engenharia da UNICAMP (não mais que 5%) realizam, ou já realizaram, iniciativas de ensino *Online*.

2.2.3 Público Consultado

Neste contexto, o processo de validação dos obstáculos encontradas pelos professores nos processos de ensino *Online*, especificamente na área de Engenharia da UNICAMP, ficou restrito a uma pequena amostra de professores, tornando vantajosa esta limitação ao estudo, isso porque foi possível optar pela realização de entrevistas individuais semi-estruturadas com cada um dos docentes que utilizam, ou utilizaram, processos de ensino à distância, no desejo de explicar com mais detalhes as percepções individuais quanto aos obstáculos por eles vivenciados em suas explorações no ensino *Online*.

A Tabela 2.1 evidencia os cursos na área de Engenharia consultados na UNICAMP e a quantidade de professores entrevistados em cada um desses cursos.

Tabela 2.1: Faculdades de Engenharia da UNICAMP e a quantidade de professores entrevistados em cada unidade de ensino

Faculdades de Engenharia da UNICAMP	Quantidade de professores entrevistados	%
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação	6	31,6%
Faculdade de Engenharia Civil	4	21,0%
Faculdade de Engenharia Mecânica	4	15,8%
Faculdade de Engenharia Química	3	15,8%
Faculdade de Engenharia de Alimentos	2	10,5%
Faculdade de Engenharia Agrícola	1	5,3%
TOTAL	20	

2.2.4 Metodologia

As entrevistas foram conduzidas durante os meses de abril e maio de 2002, com horário previamente agendado sendo, quando autorizada, gravada.

Cada entrevista teve duração mínima de 30 minutos, existindo casos em que a mesma se estendeu por mais de 2 horas.

2.2.5 Resultados Encontrados no Processo de Verificação

A condução da entrevista foi guiada pela pergunta central: “*Quais são os obstáculos de lecionar a distância (Online)?*”. Por características da forma de entrevista semi-estruturada, a mesma foi realizada de forma aberta, sem uma limitação explícita das respostas dos professores entrevistados.

A quase totalidade dos professores entrevistados colocaram como sendo o principal obstáculo “*o tempo consumido para o desenvolvimento do material didático e o tempo utilizado para condução/redirecionamento do grupo de alunos (feedback)*”. Nas palavras de um dos professores:

“Os maiores obstáculos são: o tempo e o preparo... você gasta tempo para preparar o material, tempo para atender os alunos e tempo trabalhando com o computador”

No que diz respeito ao *feedback* ao alunos, um outro professor afirma:

“Nas tentativas que fiz (de lecionar a distância) utilizei como meio de comunicação o e-mail. Foi terrível! Eu perdia todo o meu tempo fazendo isso e não conseguia fazer outras coisas (mais importantes)”

No tocante ao preparo do material didático a ser utilizado, foi observado que, na maioria dos casos, este já existia. Entretanto não estava no formato adequado, mídia e estilo, para ser publicado e/ou disponibilizado em processos de ensino *Online*. Neste sentido, salienta um dos professores entrevistados:

“... é inerente não só para o aluno como para o professor por que fazer um trabalho desses (produção do material) não é fácil. Construir o texto, por exemplo, é bastante trabalhoso. Eu já tinha escrito um livro eletrônico a respeito do assunto ao qual

se referia o curso em Látex, então usei esse material como base para essas aulas. Mas ele teve que ser convertido em HTML. ... O processo de conversão deu muito trabalho.”

O relato anterior, comum ao conjunto dos entrevistados, serve para caracterizar o que foi identificado como sendo o segundo obstáculo de maior impacto na produção e implementação de cursos *Online*: “***o obstáculo tecnológico: falta de habilidades técnicas no manuseio e limitações impostas por tais tecnologias***”.

Neste segundo obstáculo, um comentário interessante é evidenciado abaixo:

“O principal obstáculo (de lecionar à distância) é a falta de comunicação multi-direcional eficiente. A interação é prejudicada, reduzindo o espaço para a adaptação de acordo com o momento e a realimentação do grupo. As ferramentas atuais de comunicação são, no mínimo, sofríveis.”

Além da limitação da comunicação, identificou-se também a limitação das ferramentas destinadas à produção dos materiais didáticos. Um aspecto próprio da área tecnológica foi evidenciado nas entrevistas. Nas áreas técnicas de Engenharia existe uma grande necessidade da expressão dos conceitos na forma de Fórmulas Matemáticas. São fórmulas que necessitam de uma ferramenta que facilite o processo de construção e publicação das mesmas. Assim um terceiro obstáculo é “***a falta de ferramentas específicas para a área Tecnológica que facilite o processo de publicação de material***”. Um dos professores entrevistados destaca:

“... quando você precisa fazer um material, só de ter que utilizar editor de equações já é trabalhoso, e não tem sentido dar um curso à distância sem que você tenha um material apropriado. Para usar um editor de equações você leva três ou quatro vezes mais tempo, quando comparado a edição de um texto simples ou a equação feita manualmente. É um sacrifício muito grande.”

Diante dessas limitações impostas pelas tecnologias, surge um quarto obstáculo, também amplamente destacados pelos professores entrevistados: “***necessidade de (re-aprender) uma nova postura como professor-tutor***”.

Com base neste quarto obstáculo, um comentário bastante pertinente é apresentado a seguir:

“O professor tem que ter claro em sua mente que o processo de lecionar à distância não é o mesmo que lecionar em uma sala de aula tradicional. Existe uma mudança de paradigma, e como tal, força uma mudança de postura dos agentes participantes do processo, principalmente a do professor”.

Também ficou clara a manifestação da maioria dos professores da falta de incentivo da instituição para projetos de transformação de cursos ministrados no formato tradicional (presencial) para cursos na forma *Online*. Tal manifestação salienta mais um dos obstáculos encontrados: ***“falta de apoio institucional visível aos docentes”***.

Os professores que se aventuram a tais incursões são aqueles que estão procurando processos inovadores, não se importando com o retorno ou respaldo institucional. Um comentário que ressalta este obstáculo é:

“Se você pode dar um curso presencial que você vai lá 2 horas ou 4 horas por semana e atende 5 ou 6 alunos por que os outros não procuram mesmo e quando é a distância esses que não procuram, procuram e fazem perguntas só para dizer que tão participando... e isso desmotiva... mesmo porquê não recebemos nada a mais para fazer isso. Assim, a maioria dos professores prefere ficar com apenas as aulas presenciais.”

A visão de que “a instituição” não apóia tais processos pode ser constatada pela própria visão de muitos professores da forma de educação proporcionada pelo ensino *Online*:

“...então ministrar a distância dá mais trabalho do que dar o curso presencial e isso às vezes não é muito entendido e outros professores quando souberam que eu estava dando curso desse jeito perguntaram: O que é que ele faz? Quer dizer que ele não dá aula? O que ele faz no horário de aula? Há bastante preconceito, mas é um pessoal mais atrasado e então não entendem essa nova forma de educação e aí eu tenho que explicar e mostrar que eu gasto muito mais tempo do que num curso presencial, no qual daria minhas transparências já prontas e que não tem nenhuma novidade extra, então o

trabalho de dar aula é pouco... tudo bem que eu vou ficar duas horas lá na sala de aula, mas eu gasto muito mais do que 2 horas por semana para fazer esse curso na forma Online!”

Por fim, ao longo das entrevistas puderam ser evidenciados outros obstáculos percebidos pelos professores, não de forma tão enfática como os já mencionados, mas que causam uma certa preocupação do ponto de vista da efetividade de implantações de programas de EaD. Alguns deles são: falta de pessoal de apoio; excessiva exposição pessoal; preconceito por parte dos alunos; e ferramentas de comunicação ainda deficientes.

Apresenta-se na Tabela 2.2, um resumo dos principais obstáculos, ordenados pela sua importância, encontrados pelos professores dos cursos de Engenharia da Unicamp na consecução dos processos de ensino *Online*.

Tabela 2.2: Principais obstáculos encontrados pelos professores na área de Engenharia

Grau de Importância	Obstáculos
1	O tempo consumido para o desenvolvimento do material didático e para condução e redirecionamento dos alunos (<i>feedback</i>)
2	Tecnologia: falta de habilidades técnicas no manuseio e limitações impostas por tais tecnologias
3	A falta de ferramentas específicas para a área Tecnológica que facilite o processo de publicação de materiais técnicos
4	Necessidade de (re-)aprender uma nova postura como professor-tutor
5	Falta de apoio institucional visível aos docentes

2.3 Os Obstáculos e o Ensino *Online*: uma conclusão do estudo

Como proposta inicial, a pesquisa realizada junto aos docentes dos cursos de Engenharia da Unicamp, teve como intuito o de identificar as principais dificuldades dos professores na consecução de programas de ensino *Online* e compará-las às obtidas em outras universidades e países.

O processo de verificação obteve êxito, pois os principais obstáculos destacados pelos professores da Unicamp, nos cursos de Engenharia, foram coerentes com os apresentados em

outros trabalhos. Nesta comparação foi possível verificar a utilização daqueles trabalhos em futuras pesquisas na área de ensino *Online*.

O único ponto não ressaltado nas pesquisas realizadas, mas fortemente enfatizado pelos professores da área Tecnológica, foi a inexistência de ferramentas que facilitem o processo de publicação de conteúdos técnicos / matemáticos, como fórmulas, processos de resolução de problemas matemáticos e desenhos técnicos.

Assim, cientes de que tais obstáculos se mostram comuns a todos os professores nas implementações de ensino *Online*, independentes de sua localização geográfica ou área de atuação, o grande diferencial na potencialização do ensino *Online* está na promoção da quebra do paradigma vigente e construção de um novo modelo e uma nova estrutura de ensino, própria para esse novo contexto.

Ciente de que tal mudança de paradigma é motivada por fatores que vão além das ferramentas computacionais, não é objetivo deste trabalho promover uma mudança em todo este processo, mas apenas, prover ferramentas e meios para que os obstáculos 2 e 3 (Tecnologia: falta de habilidades técnicas no manuseio e limitações impostas por tais tecnologias, e a falta de ferramentas específicas para a área Tecnológica que facilite o processo de publicação de materiais técnicos, respectivamente), identificados na realidade brasileira, sejam reduzidos ou removidos, facilitando assim a adoção de tal forma de ensino por um número maior de docentes.

Para tanto, faz-se necessária uma análise e identificação das particularidades da área Tecnológica, em especial a do Ensino de Engenharia, promovendo a centralização de energias, na construção de ferramentas computacionais que atuem nas etapas críticas do processo de ensino-aprendizado, reduzindo esses obstáculos.

O capítulo a seguir apresenta, discute e analisa o Ensino de Engenharia e suas particularidades, indicando suas deficiências atuais e onde a construção de ferramentas computacionais poderia beneficiar os agentes participantes do processo.

3

O Ensino de Engenharia

Muita ênfase se dá ao ensino universitário como um todo, entretanto um foco maior deveria ser dado à educação de Engenharia, pois é uma das áreas mais conectadas com as atividades humanas do dia-a-dia: todas as coisas que nos rodeiam e que fazem nossas vidas mais agradáveis e também menos complicadas, passaram por um processo produtivo e, mais especificamente, por um projeto de Engenharia.

Além disso, o ensino de Engenharia representa a maior categoria de educação de adultos, que é, de certa forma, essencial para a sociedade em vários de seus aspectos.

Por essas razões, ao construir uma ferramenta computacional que atuará no processo de ensino-aprendizagem na área de Engenharia, deve-se ter bem claro as particularidades que nortearão a atuação dos profissionais desta área para aumentar a potencialidade desta ferramenta.

Assim, o objetivo deste capítulo é apresentar a área de Engenharia, suas particularidades, as necessidades geradas por estas particularidades no processo de ensino-aprendizagem e as alternativas que podem ser trabalhadas a fim de suprir tais necessidades.

3.1 A Área de Engenharia

Segundo a ABET - *Accreditation Board for Engineering & Technology* (1998) Engenharia é definida como sendo “*a profissão em que o conhecimento de matemática e ciências naturais, obtidos por estudos, experiências e práticas, são aplicados com julgamento (discernimento) para desenvolver maneiras de utilizar, economicamente, os materiais e forças da natureza para o benefício do Ser Humano*”.

Mesmo existindo diferentes tipos de habilitações em Engenharia (por exemplo: elétrica/eletrônica, civil, mecânica, aeroespacial, química, nuclear etc.), a sua natureza fundamental (núcleo básico fundamental) é similar, pré-passando por todos os domínios (Florman, 1976; Kemper, 1982).

Certos processos cognitivos, tais como resolução de problemas e raciocínio são particularmente importantes para a realização de algumas tarefas em engenharia.

Ao levarmos em conta que muitos métodos de engenharia envolvem sempre algum tipo de formalismo matemático, este é um domínio de aprendizado fundamental e de certa forma crítico na formação do futuro engenheiro.

Somado a isso, a Engenharia freqüentemente envolve processos de inovação ou invenção (novas tecnologias). Neste ponto, criatividade é muito importante.

Muitas das modernas atividades de engenharia são conduzidas por uma equipe, com um nível elevado de interações entre os seus membros. Este fato torna o aprendizado e o desenvolvimento social extremamente relevante para a educação em engenharia. Além disso, muitos engenheiros têm que desempenhar a função gerencial, tornando este domínio de habilidades um empenho também relevante.

O que se verifica atualmente é a mudança da nossa sociedade como um todo: saímos da sociedade industrial para a sociedade da informação. Neste processo de mudança, o que acontece é que uma vez satisfeitas as necessidades materiais das pessoas, principalmente nas sociedades economicamente avançadas, surge uma nova concepção social: uma fase “pós-moderna” ou “pós-industrial”, que leva em conta novos processos sociais, tais como a “globalização”. Novas concepções são instigadas, tais como a “sociedade do conhecimento” ou a “sociedade do aprendizado”. O que importa para as pessoas nesta nova concepção social é fortalecer o próprio intelecto, através do constante aprendizado. No passado as pessoas buscavam a especialização, chegando-se ao extremo de pessoas que sabiam “tudo” sobre “nada”. Um colapso neste sistema era certo. As pessoas executavam suas tarefas de forma magistral, entretanto, não levavam em conta seus impactos em outras áreas ou fases. O entendimento do todo surgiu como mais do que uma necessidade: uma questão de sobrevivência.

Recentemente, a sociedade passou pela transição do modelo industrial para o modelo informacional: surge a “sociedade da informação”. Com ela, novas demandas e novos desafios surgem para a sociedade como um todo. Sistemas de computador, comunicação por e-mail e a conexão a redes conectadas a infovias serão acessíveis a todos. Porém, o problema principal será proporcionar para os usuários educação profissional compatível com essas novas habilidades e competências requeridas por esses novos meios de comunicação.

Segundo Evans et al (2003) a educação de Engenharia Elétrica e de Computação (EEC) está sofrendo rápidas transformações, em parte devido às mudanças fundamentais das bases tecnológicas destas áreas e devido a enormes mudanças na forma de distribuição da educação, tornando possível, estas mesmas mudanças, na área de tecnologia.

Os profissionais da área de engenharia terão que ser equipados com conhecimento inclusivo em ciência e tecnologia; eles terão que adquirir habilidades práticas para trabalharem neste novo ambiente. Cada desenhista deve, até mesmo na fase inicial do projeto de um equipamento técnico, tentar estabelecer o menor impacto, pelo uso e obsolescência de tais equipamentos, no ambiente onde irão funcionar.

Segundo Traylor, et al. (2003) a educação de Engenharia na próxima década terá um impacto direto sobre como as empresas competem agora e no futuro em uma economia cada vez mais globalizada. Bordogna (1997) afirma que na nova economia, inovação tecnológica será o ponto central da criação e crescimento econômico saudável das organizações. Bordogna (1997) enfatiza também que para sustentar a vantagem competitiva, os engenheiros devem ser os responsáveis pela “criação saudável”, tornando-a não um diferencial, mas um ponto comum em todos os mercados disponíveis.

O ingrediente chave para a inovação é a habilidade para desenvolver sistemas complexos. Cada vez mais o processo de desenvolvimento de produtos em engenharia utilizam a tecnologia, devendo seus profissionais atualizarem-se constantemente em ferramentas e métodos contemporâneos, aumentando assim sua efetividade (ABET, 2002).

O que se verifica é que os objetivos do ensino de engenharia têm deixado de priorizar apenas a aquisição de conhecimentos formais, traduzidos pelos conteúdos das diversas disciplinas que compõem a sua habilitação curricular. Em complemento a isso, os objetivos do ensino de

engenharia passaram também a enfatizar a necessidade do desenvolvimento de várias outras habilidades e competências (Rompelman, 2000) e (Mcnally apud Huxham e Land, 2000).

O foco no desenvolvimento de habilidades e competências adicionais tem crescido pois entende-se que o sucesso na profissão requer, por exemplo, a interação do conhecimento teórico com o prático, o desenvolvimento de habilidades para interagir com seus clientes e trabalhar em equipe, proficiência de refletir sobre as suas ações pessoais, capacidade para tomar decisões, ser flexível e capaz de continuar arquitetando novos conhecimentos através da educação continuada, além de muitas outras (Dochy e Mcdowell, 1997).

Kulacki e Krueger (1998) sugerem que nos próximos anos, os engenheiros entrarão em um ambiente profissional dominado por indústrias baseadas no conhecimento. Economias em desenvolvimento acreditarão no “poder do cérebro” dos engenheiros para solucionar problemas usando os fundamentos da ciência. Estes resultados sugerem que engenheiros que tiverem atributos de adaptabilidade, flexibilidade e fortes habilidades para aprender terão melhor adaptabilidade para servir por um longo tempo as necessidades e viabilidades das empresas em uma economia em desenvolvimento. Portanto, uma educação geral ou genérica que dá ênfase às habilidades para o desenvolvimento de soluções de problemas baseados em profundos entendimentos de princípios de engenharia e metodologias científicas, melhorará a preparação dos engenheiros para satisfazer as demandas de seus clientes. Além disso, estes atributos serão os mais importantes no contínuo desenvolvimento e expansão das indústrias, mercados etc.

3.2. A Educação em Engenharia

Ao se analisar a estrutura curricular de grande parte dos cursos de graduação em engenharia e, conseqüentemente, das práticas pedagógicas adotadas em sala de aula, observa-se que tais habilidades e competências não estão sendo desenvolvidas, de forma plena, pelos futuros engenheiros (Simon et al, 2002).

Mickleborough e Wareham (1993) e Ditcher (2001) também apontam na mesma direção indicada por Kulacki e Krueger (1998) sobre uma educação em engenharia mais genérica. Além disso, Mickleborough e Wareham (1993) apresentam evidências que a sobreposição de conteúdos

nos currículos de engenharia leva muitos estudantes a uma aproximação oportunística de seus estudos. Esta abordagem é marcada pela motivação em passar nos exames para conseguir obter a aprovação nas disciplinas, ao invés de serem motivados pelo desejo em aprender. Como resultado, os estudantes retêm menos e não desenvolvem habilidades ou desejo em aprender.

Já em 1997, um estudo realizado por Ferreira (1997) analisou 264 programas de ensino e as metodologias adotadas pelos docentes de diversos cursos de engenharia, divididos em três especialidades: civil, mecânica e elétrica. Do total de disciplinas analisadas do curso de engenharia civil, 47% utilizavam listas de exercícios, contra 30% do curso de engenharia mecânica e 100% de engenharia elétrica. No que diz respeito a trabalhos práticos, no curso de engenharia elétrica 100% das disciplinas utilizavam tal metodologia, contra 30% de engenharia civil e 22% de engenharia mecânica.

Outro aspecto analisado por Ferreira (1997) foi a composição das classes nestas disciplinas. 40% das disciplinas eram constituídas por até 30 alunos, 21% de 31 a 50 alunos, 30% de 51 a 70 alunos e 9% mais de 71 alunos por sala.

Segundo Barros Filho *et al* (1999), as universidades na maioria de seus cursos de graduação têm apresentado apenas informações sem considerar o contexto social, não permitindo assim que seus alunos desenvolvam métodos para resolverem problemas mais próximos da realidade.

Os futuros engenheiros devem ter uma sólida formação em sua área de atuação, capazes de apresentar domínio das teorias fundamentais, dos métodos e ferramentas mais usadas em engenharia. O domínio de tais conteúdos tradicionais é uma condição necessária para a atuação deste futuro profissional, entretanto, não suficiente (Bucciarelli et al, 2000; Rompelman, 2000; Bazzo et al, 1999; Seat e Lord, 1999).

Nas diversas disciplinas que compõem os cursos de engenharia os alunos são solicitados a resolverem problemas padronizados e bem definidos, no sentido de que existe uma resposta correta e que é a esperada pelo professor. Ao contrário, num ambiente profissional espera-se que os futuros engenheiros sejam capazes de propor soluções eficazes a problemas mal formulados, diagnosticando-os, tolerando diversos tipos de ambigüidades e administrando incertezas (Bucciarelli et al, 2000). Segundo Anwar e Ford (2001), diante de um problema, de preferência

real, é preciso propor hipóteses explicativas, direcionando-as para a melhor solução, ou seja, com isso os futuros engenheiros aprendem a tomar decisões.

Bucciarelli et al (2000), Everett et al (2000), Raldolph (2000), Rompelman (2000) defendem a idéia de que os cursos de graduação em engenharia deveriam possibilitar aos alunos o desenvolvimento de um conjunto maior de habilidades e competências, superando assim, a mera resolução de problemas fechados.

Berry et al (2003) sugerem que as instituições de ensino que mantêm cursos de graduação em engenharia deverão aumentar a ênfase para melhorar os seguintes métodos:

- aqueles que motivam os alunos a aprender e reter sobre seus próprios conhecimentos;
- aqueles que proporcionam um profundo entendimento dos princípios fundamentais para desenvolver métodos para observação e/ou experimentação destes métodos em ação;
- aqueles que reduzem (mas não eliminam) a quantidade de envolvimento direto dos docentes no desenvolvimento e distribuição dos conteúdos didáticos, podendo com isso melhorar a quantidade da interação direta com os alunos;
- aqueles que possibilitam a distribuição de conteúdos didáticos a qualquer hora e em qualquer lugar;
- aqueles que propiciam habilidades para educar salas de forma ilimitada, enquanto promovem uma atmosfera de salas pequenas ou, ainda melhor, uma impressão de “educação personalizada” (p. 474).

Simon et al (2002) sintetizaram em seu trabalho uma lista de habilidades e competências necessárias para uma melhor formação dos futuros engenheiros:

1. usar ferramentas matemáticas para modelar/solucionar problemas reais;
2. trabalhar em equipe de forma cooperativa;
3. comunicar-se de forma efetiva;
4. ter responsabilidade ética, social e ambiental;
5. aprender a aprender estando sempre atualizado (educação continuada);
6. ser capaz de gerenciar tempo/projeto/custos;

7. ser capaz de tomar decisões;
8. habilidade para conviver com mudanças; e
9. uso “consciente” de ferramentas computacionais.

Moraes (1999) relata que em 1998, a Escola Politécnica de USP (POLI/USP) encomendou uma pesquisa junto às empresas do estado de São Paulo, financiada pela Federação das Empresas do Estado de São Paulo (FIESP), visando conhecer o perfil profissional ideal do novo engenheiro que estaria sendo requerido pelo mercado de trabalho no início do século XXI. O universo pesquisado foi constituído de 17.518 empresas do Estado de São Paulo.

Cumprido esclarecer que as questões foram respondidas por diretores e gerentes de empresas de pequeno, médio e grande porte: 53% dos questionários foram respondidos pelos gerentes e supervisores, 31% pelos diretores e os demais por analistas, consultores, presidentes e vice-presidentes das empresas. Nas conclusões do referido relatório solicitado pela POLI/USP, observou-se que, de um conjunto de 72 características, os 10 atributos mais valorizados pelo mercado de trabalho obtiveram o seguinte destaque:

- 1) Indivíduo comprometido com a qualidade do que faz;
- 1) Com habilidade para trabalhar em equipe;
- 2) Com habilidade para conviver com mudanças;
- 3) Com visão clara do papel cliente-consumidor;
- 3) Com iniciativa para tomadas de decisões;
- 3) Usuário das ferramentas básicas de informática;
- 4) Com domínio do inglês;
- 5) Fiel para a organização em que trabalha;
- 6) Que valoriza a ética profissional;
- 6) Com ambição profissional / vontade de crescer;
- 7) Capacitado para o planejamento;
- 7) Com visão das necessidades do mercado;
- 8) Que valoriza a dignidade / tem honra pessoal;
- 9) Com visão de conjunto da profissão;
- 9) Com habilidade para economizar recursos;
- 10) Preocupado com a segurança no trabalho;
- 10) Com habilidade para conduzir homens.

O que se observou foi que a quase totalidade dessas características estavam mais relacionadas com as qualidades do SER e menos com as do SABER técnico. É o ser que procura compreender a qualidade como uma obrigação constante em busca da perfeição no exercício de sua atividade profissional. É o ser que sabe viver e conviver, que valoriza a ética, a dignidade pessoal, o indivíduo que tem honra pessoal, que sabe sobreviver com as mudanças e que possui inteligência pessoal bem desenvolvida, ser capaz de autoconhecer-se, e de reconhecer e valorizar o outro. É um ser autônomo, com boa capacidade decisória e crítica para poder avaliar e confiar em suas fontes de informações e ser capaz de produzir conhecimentos.

O engenheiro modesto, com noções de sua incompetência (50°), obediente, disciplinado e cumpridor de regras (35°) é menos valorizado que o profissional que tem ambição e vontade de crescer (6°), mas que, simultaneamente, é pautado pela ética (6°), dignidade e honra (8°) e é fiel com a organização.

Assim, percebe-se hoje que os educadores têm como horizonte a ser alcançado a construção de um cidadão que saiba conviver com as mudanças, um sujeito analítico, reflexivo, crítico, capaz de viver e conviver no mundo atual. O mercado de trabalho está exigindo um profissional capaz de continuar aprendendo, participando e interagindo com os outros e, principalmente, um indivíduo capaz de sentir-se feliz como pessoa e como profissional, vivendo num mundo em permanente mobilidade e evolução. (Moraes, 1999, p. 57 e 58)

Andrade et al (2002) relata que segundo estudos realizados pela Comissão de Avaliação do Currículo do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da UFSC, realizados entre 2000 e 2001 com a participação de estudantes e professores do Departamento de Engenharia Mecânica, faltam aulas práticas ao longo do curso, bem como disciplinas de integração de conteúdos, disciplinas de âmbito social e de formação humana. Curiosamente, cada vez mais o mercado procura profissionais criativos, multifuncionais, flexíveis, dinâmicos, pró-ativos, engajados, críticos, com grande capacidade de trabalho em equipe, além de competentes tecnicamente, para comporem seus quadros funcionais.

Em estudo recente, Bazzo et al (2002) apresentam uma análise da ocorrência de disciplinas das áreas ambiental, sócio-econômica, humanas e técnicas nos currículos de 17 cursos de engenharia mecânica nas Universidades Federais brasileiras. O estudo chega a espantosa

marca de que, na média, apenas 7% das disciplinas correspondem às áreas humanas, sócio-econômicas e ambiental (somadas). Isto indica que na média, 93% das disciplinas de tais cursos correspondem às áreas técnicas.

Após uma comparação empírica com outras engenharias: elétrica, computação e civil, chegou-se a uma média similar ao estudo realizado por Bazzo et al (2002). Com isso, pode-se afirmar, com base neste indicador, que a maioria dos cursos de engenharia apresenta uma gama de disciplinas técnicas superior a 90% de seu currículo.

Como já dito, os engenheiros devem engajar-se na educação continuada (*lifelong learning*) a fim de ficarem atualizados em suas áreas de atuação, significando com isso que a aprendizagem auto-dirigida e a experimental são significativas para o ensino de engenharia.

Segundo Moore et al (2003) o ensino de engenharia deve preparar os seus estudantes a usar em processos de resolução de problemas que, de forma sinérgica, combinam criatividade e imaginação com rigor e disciplina. Engenheiros devem ser educados para examinar criticamente todos os aspectos dos problemas que lhe são apresentados. Engenheiros devem aprender com o processo de desenvolvimento, ou seja, a pesquisarem as necessidades dos clientes, considerarem todas as obrigações ou limitações dos problemas, estabelecerem as especificações para uma solução aceitável, considerarem as soluções alternativas, estabelecerem critérios para determinar os méritos de cada uma das soluções, e finalmente decidirem que solução é a “melhor” dentre as muitas possibilidades. Os autores ainda afirmam que atualmente o ensino de engenharia está focado no rigor e na disciplina da solução de problemas usando processos sistemáticos, técnicas e ferramentas avançadas. O aumento de “requisitos” dos materiais técnicos tem resultado na negligência, descuido da criatividade e imaginação de muitos programas.

Já há muito tempo existe a consciência de que o desenvolvimento de habilidades de fundo humanístico se fazem necessárias na área de Engenharia. Entretanto pouco podemos evidenciar de melhorias, neste sentido, nos currículos universitários.

Denning (1992) declarou que os futuros engenheiros devem, além de serem competentes nos conceitos básicos de engenharia, ter habilidades em ouvir as expectativas dos clientes, serem rigorosos no gerenciamento de compromissos e na busca da satisfação de consumidores ou

clientes, e estar preparados para a aprendizagem constante. Ele ainda discute as mudanças necessárias nos programas das universidades para acomodar essas necessidades.

Jones (1986) estabelece que a tecnologia educacional deve estar presente na educação contínua dos engenheiros, sugerindo que teorias de aprendizado que tenham o foco voltado para a mídia são relevantes para o ensino de engenharia.

Todos esses aspectos requerem um reposicionamento imediato da educação, exigindo que esta se volte para a formação integral do aprendiz, para o desenvolvimento de suas inteligências, de seu pensamento, de sua consciência e de seu espírito. Requerem uma educação que o capacite a viver numa sociedade pluralista, em permanente processo de transformação.

Segundo Moraes (1999), isto implica um novo paradigma educacional para que possamos trabalhar melhor as condições do ser que estão sendo requeridas pela sociedade atual. Pressupõe uma educação baseada em novos valores, onde prevaleça a solidariedade, a cooperação, a parceria, o pensamento ecológico.

Dessa forma, busca-se um paradigma voltado para o desenvolvimento humano que facilite a ocorrência de processos reflexivos, que conceba o conhecimento como um processo de vir a ser, diferente do modelo de racionalidade técnica que está mais atento ao resultado obtido do que à forma de estruturar o problema e ao processo de raciocínio desenvolvido.

3.3. Uma mudança no foco no desenvolvimento de Ferramentas para a Educação *Online* em Engenharia

O curso natural de desenvolvimento de ferramentas que venham a potencializar o processo de ensino-aprendizado na área de Engenharia, segundo as argumentações vistas anteriormente, é o de focar o desenvolvendo de ferramentas que contribuam diretamente para o trabalho em equipe, auxiliem no desenvolvimento do futuro engenheiro como Ser Humano, simulem situações reais a fim de um maior número de prática por parte dos alunos etc.

Ao revisar a literatura na área de Ensino de Engenharia, encontra-se um número muito grande de ferramentas e ambientes computacionais desenvolvidos para atender tais demandas: Cockpit-Like (Geoffroy, Aimeur e Gillet, 2002), o ambiente Tele-Lab IT Security (Hu e Meinel,

2004), o laboratório virtual NVL (Rozenblit, 2004), o laboratório virtual VCL (Morozov et al, 2004), o ambiente AritComp (Fernández, García e Garzón, 2003), projeto CoLoS TEMPUS (Svajger e Valencic, 2003), entre muitos outros.

O que se verifica na maioria desses trabalhos é a sua grande potencialidade atual, e principalmente futura, nos processos de ensino-aprendizado. Entretanto, devido à característica inerente do Ser Humano de necessidade de socialização, contato humano etc., tais ferramentas muitas vezes tornam-se esquecidas, subutilizadas, não conseguindo atingir o seu objetivo devido a não cooptação das pessoas que a utilizam.

Em virtude dessa constatação e verificando a consolidação crescente do desenvolvimento de ferramentas computacionais que fixam seu foco de atuação no ensino de técnicas (tutoriais, módulos de ensino etc.), e levando-se em conta, também, a constatação de que mais de 90% das disciplinas dos cursos de Engenharia são de fundo tecnicista (ensino de técnicas – vide pesquisa apresentada na seção 3.2) propõem-se neste trabalho o desenvolvimento de uma ferramenta computacional de autoria que tenha seu foco de atuação no desenvolvimento de módulos de ensino de natureza técnica (ensino de técnicas) que vise não o desenvolvimento integral do engenheiro naquela determinada área ou disciplina, mas sim apenas a equalização dos conceitos básicos para entendimento de suas aplicabilidades. Ou seja, tais módulos teriam como fundamento, o desenvolvimento de habilidades e competências básicas daquela determinada área técnica para um maior aprofundamento e aplicações *a posteriori*.

Como essa parte de desenvolvimento dos conceitos básicos sobre um determinado assunto concentra o maior número de horas dos encontros presenciais (aulas) dos cursos de Engenharia no Brasil, tais tempos seriam reduzidos a apenas reorientação, esclarecimentos de dúvidas sobre tais conceitos, o que produziria uma grande economia de tempo em sala de aula e um maior aproveitamento e potencialização do processo de ensino-aprendizado.

Já em 1982, Hofstein e Lunetta (1982) revisaram a literatura e concluíram que atividades em laboratório podem afetar as atividades dos alunos de forma mais forte e positiva do que atividades realizadas apenas pela leitura de livros, textos e apostilas: a oportunidade em experimentar situações reais aparece como um fator motivacional.

Com isso, os tempos “economizados” poderiam ser redirecionados para a formação integral dos futuros engenheiros, apregoado na maioria das pesquisas e requerido, cada vez mais, pelo mercado de trabalho.

Segundo Walkington et al (1994), muitas instituições que oferecem cursos de Engenharia estão tendo alguns problemas na formação completa e integral de seus alunos, principalmente pela falta de atividades práticas/manuais nesses cursos.

As atividades práticas/manuais possuem grande importância no ensino de engenharia, onde a principal seria que os componentes práticos são utilizados para demonstrações de fenômenos encontrados no contexto teórico presentes no conteúdo dos cursos de Engenharia.

De forma geral, Walkington et al (1994), apresentam que nas últimas décadas a quantidade de atividades práticas / manuais foi reduzida. Não foram encontradas evidências (estudos) que contradizem tal afirmação. Assim, esta redução pode ser atribuído a, basicamente, três causas:

1. certa quantidade de docentes acredita que uma grande quantidade dessas atividades possam ser feitas por simulação, através de sistemas computacionais;
2. outro grupo acredita que o trabalho prático/manual não trás contribuições significativas para a formação do futuro engenheiro; e
3. por fim, existe um outro grupo que acredita que as atividades são importantes, mas o custo de operação é muito alto, o espaço necessário não pode ser justificado, e o desenvolvimento em tecnologia é proibitivo.

Na área de engenharia a importância das atividades práticas / manuais é potencializada pela forma que os engenheiros aplicam seus conhecimentos e habilidades em situações práticas (Walkington et al, 1994).

A teoria Piagetiana do desenvolvimento é baseada em estágios nos quais os aprendizes vão conseguindo algum progresso ao passar de um estágio para outro mais avançado. Muitos alunos que chegam ao ensino superior não tem desenvolvidos por completo suas habilidades para

compreender conceitos abstratos. Nestes casos, as atividades práticas, a oportunidade de manipular materiais, podem melhorar seus entendimentos (Walkington et al, 1994).

Brown et al (1989) confirmam a importância de experiências práticas e estressam a importância da educação acontecer em um contexto experimental relevante. Segundo os mesmos autores, “atividades reais são importantes para os alunos pois é o único meio que eles podem ter acesso a esta perspectiva que permite aos praticantes agir significativamente” (Brown et al, 1989:33).

Outros estudos, já há muito tempo, revelam a preocupação da inclusão de atividades práticas / manuais no ensino de Ciências (Henry, 1975; Kember, 1982; Hofstein, 1988). Poucos foram escritos especificamente para o caso do ensino de Engenharia, entretanto, a relação entre Engenharia e Ciências é bem próxima (Holmberg e Bakshi, 1982).

Portanto, as atividades práticas / manuais não são meramente uma tradição das grandes escolas de Engenharia, mas sim, uma atividade justificável e extremamente essencial para o ensino de Engenharia.

Entretanto, utilizar simulações e outros recursos computacionais para a implementação de tais processos de ensino-aprendizado, como já mencionado acima, não atinge uma efetividade que justifique seu desenvolvimento. Um estudo que corrobora com essa linha de pensamento foi o desenvolvido por Walkington et al (1994). Segundo esses pesquisadores, existem algumas atividades que podem ser mais facilmente implementadas para o desenvolvimento à distância, sem a necessidade premente de laboratórios e equipamentos, podendo com isso ser desenvolvidas de forma autônoma pelos alunos, até mesmo sem o envolvimento docente. Na Tabela 3.1 são ressaltados alguns dos objetivos gerais das atividades que ocorrem nos cursos de engenharia e os classificam de acordo a importância em ser realizados de forma prática.

Tabela 3.1: Relação entre objetivos dos trabalhos práticos, estratégias de distribuição à distância e importância relativa das atividades práticas / manuais. Walkington et al (1995: p. 168)

Objetivos gerais de trabalhos práticos	Estratégia de Distribuição à Distância				
	Práticas p/ Casa	Vídeos	Aprendizado apoiado por Computador	Pesquisas Escolares	Atividades no Ambiente de Trabalho
Suportam o aprendizado de teorias					
Pela ilustração/demonstração de fenômenos	****	*****	*****	*	*
Pela aplicação da teoria em situações reais	**	*	*****	**	*
Pela demonstração da limitação da teoria	***	*****	***	*	***
Pela interação com fenômenos em situações autênticas	***	*****	**	**	*****
Desenvolvem um corpo de conhecimento					
Sobre materiais, dispositivos e técnicas	*	***	*	***	*****
Sobre códigos e práticas de segurança	**	***	*****	*****	*****
Sobre equipamentos e técnicas específicas	***	*****	*	***	*****
Desenvolver um corpo de habilidades envolvendo					
Habilidades manuais	**			*****	*****
Observação crítica, interpretação e avaliação	**	*****	*****	*	***
Habilidades de diagnóstico	*	***	*****	*****	**
Planejamento e organização				*	*****
Resolução de problemas práticos	***	**	*****	*****	*****
Desenvolver atitudes que					
Estimula o interesse por engenharia	**	***	*	*****	*****
Highlight 'getting the job done'	**			**	*****
Gera auto confiança em todas as áreas	***			**	*****

Legenda: (*) uso mais desejado fora do campus // (*****) uso mais desejado no campus.

Na Tabela 3.1, observa-se que existe uma maior facilidade para implementação *Online* das atividades com menos prioridade de composição de atividades práticas, ou seja, as atividades práticas devem acontecer em laboratório, salas de aulas e de forma presencial, segundo os autores Walkington et al (1994). As atividades com baixa prioridade prática, podem ser implementadas à distância, sem prejuízo na formação integral do engenheiro, corroborando com a idéia de que isso apenas produziria um ganho de tempo para a implementação de mais atividades práticas / presenciais.

O capítulo a seguir apresenta e analisa as principais teorias educacionais, promovendo a escolha da linha teórica a ser seguida no desenvolvimento da ferramenta computacional. Esta ferramenta suportará o processo de edição e publicação de conteúdos educacionais para o ensino *Online* na área de Engenharia, tomando como base as constatações e delimitações estabelecidas.

4

Educação: Correntes Filosóficas, Teorias, Abordagens e Modelos Pedagógicos

Muito se tem escrito sobre pedagogias que suportam o processo de ensino-aprendizado *Online*. Uma variedade de teorias e modelos foram sugeridos e testados no mundo do ensino a distância. Tais resultados devem ser revisados antes de considerar o ensino *Online* como uma forma genérica de ensino.

Ao revisar a literatura, verifica-se a existência de muitas teorias educacionais. De um modo geral, *teoria* é uma tentativa humana de sistematizar uma área de conhecimento, uma maneira particular de ver as coisas, de explicar e prever observações, de resolver problemas. Assim, teoria educacional, ou de aprendizagem, *é uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos aprendizagem. Representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e intervenientes. Tenta explicar o que é aprendizagem e porque funciona, e como funciona* (Moreira, 1999, p. 12).

Assim, o objetivo deste capítulo é apresentar as principais teorias educacionais (correntes filosóficas) existentes, e identificar dentre as apresentadas, uma abordagem para a utilização em processos de ensino *Online*. Deve-se considerar a abordagem em função das ferramentas computacionais delimitadas ao longo deste trabalho, assim como também, em função das especificidades da área e do ensino de Engenharia, focando ferramentas de *design* instrucional destinadas ao auxílio na edição de materiais de fundo teórico-técnico. Isto objetiva a retirada do docente dos processos de ensino destinados as partes revisionais, niveladoras e básicas das disciplinas de fundo técnico, inerentes a área de Engenharia.

4.1. Correntes Filosóficas e Teorias, Abordagens e Modelos Pedagógicos

As teorias que o homem constrói para sistematizar seu conhecimento, para explicar e prever eventos são constituídas de conceitos e princípios e, subjacentes às teorias, estão sistemas de valores aos quais se pode chamar de filosofias. No caso das teorias de aprendizagem são três as filosofias subjacentes: a *comportamentalista* (behaviorismo), a *cognitivista* (construtivismo) e a *humanista*. Segundo Moreira (1999), mesmo existindo estas três correntes filosóficas bem sedimentadas em sua estrutura de valores, nem sempre se pode enquadrar claramente uma determinada teoria de aprendizagem em apenas uma corrente filosófica. Assim, a seguir são apresentados as três correntes filosóficas e as abordagens, teorias e/ou modelos pedagógicos que têm algum tipo de influência sobre o ensino *Online* e sobre o ensino tecnológico/ensino de engenharia.

4.1.1 Comportamentalismo (Behaviorismo)

O foco da visão behaviorista está nos comportamentos observáveis e mensuráveis do sujeito, ou seja, nas respostas que ele dá aos estímulos externos e também nas conseqüências daquelas respostas. Na visão mais recente do behaviorismo, o comportamento é controlado pelas conseqüências: se for boa, existirá uma tendência do aumento da freqüência daquela conduta, e o contrário também é verdade. Assim, o controle dos eventos posteriores a uma ação/comportamento, permite um melhor direcionamento do sujeito. Dessa forma, a ação docente se focava na apresentação de materiais instrucionais que permitissem as aprendizagens desejadas, ou seja, aquilo que os alunos deveriam aprender, em forma de comportamentos observáveis. A Figura 4.1 sintetiza a visão da filosofia comportamentalista. No behaviorismo, enquanto método de ensino, o que se observa é que existe a ***Centralização no Ensino***. O método valoriza a transmissão de conhecimento e a repetição do que já está pronto: o professor ensina e o aluno aprende através do treino. A avaliação ocorre sobretudo após o transcorrer do processo e serve para verificar o grau de retenção do que foi transmitido, em outras palavras, a avaliação se baseia na verificação da conduta dos alunos, definidos nos objetivos comportamentais.

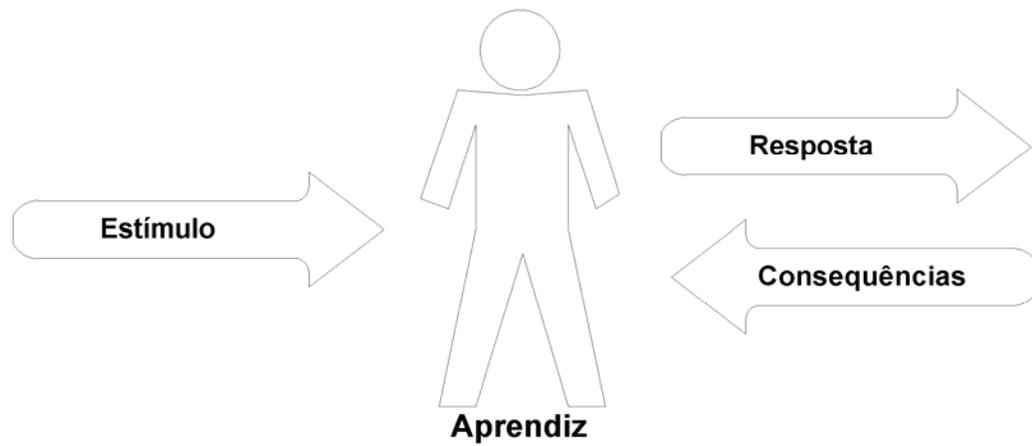


Figura 4.1: Síntese da Filosofia Comportamentalista

O que se observa nesta abordagem filosófica, é que o professor é o transmissor dos conteúdos e o aluno um ser passivo, que deve assimilar os conteúdos. Os objetivos obedecem à seqüência lógica dos conteúdos baseados em documentos legais. Os conteúdos ministrados destacam a quantidade de conhecimento selecionados a partir da cultura universal acumulada. A metodologia se baseia em exercícios de fixação.

As principais teorias, abordagens e/ou modelos pedagógicos que concentram seus esforços nesta linha filosófica, e seus respectivos representantes, são os seguintes: O Conexionismo de Thorndike, Teoria da Percepção da Informação de Gibson (1966, 1977) e o Condicionamento Operante de Skinner (1950, 1953, 1957 e 1971).

4.1.2 Cognitivismo (Construtivismo)

A filosofia cognitivista enfatiza a cognição, ou seja, o processo ou a faculdade de adquirir um conhecimento. O foco se concentra nas variáveis intervenientes *entre* estímulos e respostas, nos processos mentais superiores: percepção, resolução de problemas, tomada de decisões, processamento de informação e compreensão. Existem basicamente duas linhas metodológicas de abordagem da filosofia cognitivista: *Centralização na Instituição* e a *Centralização nos Grupos Sociais*. Na *Centralização na Instituição* o professor é o “Técnico” que, seleciona, organiza e

aplica um conjunto de meios que garantem a eficiência e a eficácia do ensino. O aluno é um elemento para quem o material é preparado. Os objetivos são operacionalizados e categorizados a partir de classificações gerais e específicas. Com isso, a subjetividade é eliminada. É também conhecida como pedagogia tecnicista. A ênfase metodológica se dá nas instruções programadas, recursos multimídia, módulos instrucionais e máquinas de ensinar. A avaliação ocorre observando-se comportamentos de entrada e saída. Além desta abordagem existe a **Centralização nos Grupos Sociais**, onde o professor é o Educador que direciona e conduz o processo ensino-aprendizagem. O grupo é o conjunto de pessoas concretas, objetivas, que determinam e são determinadas pelo social, político, econômico e individual (pela história). Os objetivos são definidos a partir das necessidades concretas do contexto histórico social no qual se encontram os sujeitos. Esta abordagem propõe o conceito de “construção do conhecimento”, expressando o movimento do pensamento em cada indivíduo inserido na sociedade como um todo. As abordagens interacionistas trazem um novo sujeito que se desenvolve na interação com o meio. Assim, o conhecimento não nasce nem do sujeito em si mesmo, nem do objeto, mas provém da interação entre ambos. Assim, nesta nova relação sujeito-objeto, os termos se solidificam e se solidarizam, ao invés de se oporem. Desta forma, o sujeito (o aluno) e o objeto (o meio) constituem uma totalidade. A Metodologia se baseia em estratégias que possibilitam apreensão crítica dos conteúdos, priorizando assim, a problematização, o debate, a reflexão e a exposição interativa. A avaliação está sempre preocupada com a superação do estágio do senso comum (desorganização do conteúdo) para a consciência crítica (sistematização dos conteúdos). O cognitivismo se ocupa da atribuição de significados, da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. A Figura 4.2 sintetiza a filosofia cognitivista. Na medida em que se admite, nessa perspectiva, que a cognição se dá por construção chega-se ao construtivismo.



Figura 4.2: Síntese da Filosofia Cognitivista

As principais teorias, abordagens e/ou modelos pedagógicos que concentram seus esforços nesta linha filosófica são os seguintes, divididos em 2 grupos: 1) Cognitivismo com Centralização na Instituição. Seus principais representantes são Bloom (Bloom et. Al, 1954); Gagne (Gagne,1985) e (Gagne, Briggs e Wager, 1992); Bransford (Bransford, et al, 1990) e (Bransford e Stein, 1993); Reigeluth (English e Reigeluth, 1996) e (Reigeluth, 1992); Merrill (Merrill, 1983), (Merrill, 1994), (Li e Merrill, 1991) e (Merrill et al, 1991); Craik e Lockhart (Craik e Lockhart, 1972); e Anderson (Anderson, 1983) e 2) Cognitivismo com Centralização nos Grupos Sociais. Este último tem como principais autores e suas respectivas teorias, abordagens e modelos, os seguintes: Modelo Construtivista de Bruner (1960), O Construtivismo de Piaget, Teoria do Desenvolvimento Social de Vygotsky (1962 e 1978), Teoria do Engajamento de Kearsley e Schneiderman (1998), a Dissonância Cognitiva de Festiger (1957 e 1959), Teoria da Flexibilidade Cognitiva de Spiro (1988, 1990 e 1992), Feltovitch e Coulson, Teoria da Codificação Dual de Paivio (1986), A teoria Gestalt de Wertheimer(1923 e 1959), o Sistema de Símbolos de Salomon (1977, 1979 e 1991) e a Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner (1983 e 1993).

4.1.3 Humanismo

A filosofia humanista vê o ser que aprende, primordialmente, como pessoa. É a visão da aprendizagem escolar como aspecto de um processo de auto-realização. O importante é a auto-realização da pessoa, seu crescimento pessoal. Ocorre a **Centralização na Aprendizagem do Aluno**. O professor é o facilitador da aprendizagem. O aluno é um ser “ativo”, centro do processo. O aluno é visto como um todo – sentimento, pensamentos e ações – não só intelecto. Neste enfoque, a aprendizagem não se limita a um aumento de conhecimentos. Ela é penetrante e influi nas escolhas e atitudes do indivíduo. Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados. Não tem sentido falar do comportamento ou da cognição sem considerar o domínio afetivo, os sentimentos do aprendiz. Ele é pessoa e as pessoas pensam, sentem e fazem coisas integradamente. Os objetivos educacionais obedecem ao desenvolvimento do aluno segundo seus próprios interesses. A metodologia enfatiza a dimensão lúdica: jogos, criatividade, pesquisas, experiências. Valorizam-se os aspectos afetivos com ênfase na auto-avaliação. A Figura 4.3 sintetiza a filosofia humanista. Esta linha filosófica deu origem ao que conhecemos como “ensino centrado no aluno” ou “escolas abertas”. Também é com esta linha filosófica que surge mais recentemente a “aprendizagem significativa”.

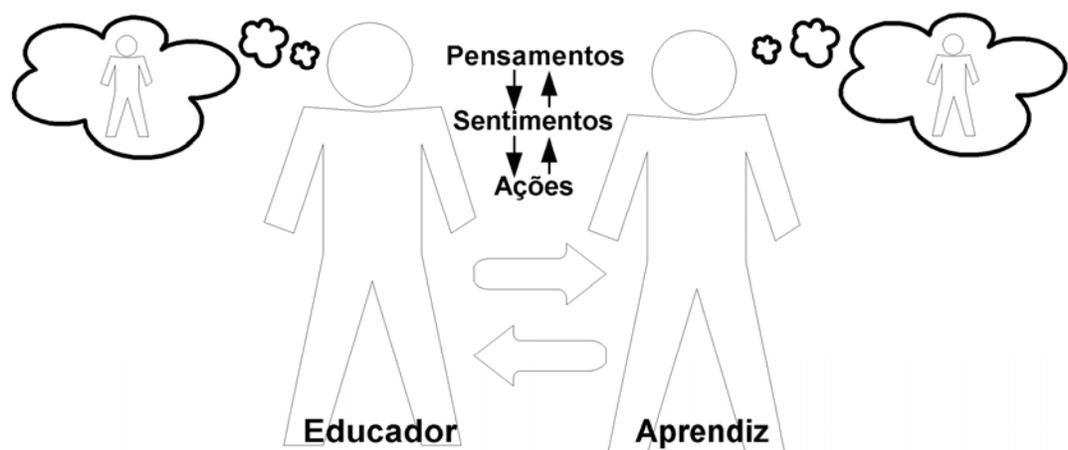


Figura 4.3: Síntese da Filosofia Humanista

As principais teorias, abordagens e/ou modelos pedagógicos que concentram seus esforços nesta linha filosófica e seus representantes são os seguintes: Aprendizado Situado de Lave (1988 e 1990), Andragogia de Knowles (1984a e 1984b), o Aprendizado Adulto de Cross (1981), a Teoria da Inclusão de Ausubel (1963 e 1978) e o Aprendizado Experimental de Rogers (1969).

4.2. Os Métodos Pedagógicos

Segundo o Dicionário Eletrônico Houaiss da Língua Portuguesa, *método* é o *conjunto de procedimentos, técnicas ou meios de se fazer alguma coisa, esp. de acordo com um plano, ou o processo organizado, lógico e sistemático de pesquisa, instrução, investigação, apresentação etc.*

Assim, em pedagogia, entende-se por métodos os diferentes modos de proporcionar uma dada aprendizagem e que foram sendo individualizados pelos pedagogos ou pela investigação científica.

O método diz respeito ao modo como se realiza a transmissão dos vários saberes e não o seu conteúdo específico. Dessa forma, o método compõe-se de diversas técnicas articuladas de forma a que um determinado objetivo seja atingido. Pode-se então, definir um método pedagógico como: *Uma forma específica de organização dos conhecimentos, tendo com conta os objetivos do programa de formação, as características dos alunos e os recursos disponíveis* (Fontes, 2004).

4.2.1 Tipologia dos Métodos Pedagógicos

Não existe uma classificação universal dos métodos pedagógicos. Segundo Fontes (2004), Roger Mucchielli, *por exemplo, propôs uma classificação dos métodos baseada num "continuum" desde os completamente "passivos" aos mais "ativos"*.

Pierre Goguelin (1970) agrupou os métodos pedagógicos em três grupos: *Métodos Verbais, Métodos Intuitivos e Métodos Ativos* (Tabela 4.1). Esta classificação de Goguelin é muito utilizada pois pode ser facilmente relacionada com o recurso pedagógico a ser utilizado.

Tabela 4.1: Classificação dos Métodos Pedagógicos segundo Goguelin (Goguelin, 1970)

<i>Verbais (Dizer)</i>	<i>Intuitivos (Mostrar)</i>	<i>Ativos (Fazer)</i>
Exposição Explicação Diálogo Debates Conferência Painel Interrogação	Demonstração Audiovisuais Textos Escritos	Trabalhos em Grupo, em Equipe e de Projeto Estudo de Casos Psicodramas Role-Play Simulação e Jogos

Posteriormente, os métodos verbais foram divididos em dois grupos: os *métodos expositivos* e os *métodos interrogativos*.

A seguir são apresentados os métodos pedagógicos, suas características, vantagens e desvantagens.

a) Métodos Verbais - Expositivos

Nesta classificação de métodos, a comunicação ocorre de forma unilateral: do professor ao formando (educação tradicional, vertical ou bancária). Os Métodos Expositivos podem ser definidos *como aqueles em que o professor desenvolve oralmente um assunto, desenvolvendo todo o conteúdo, estruturando o raciocínio e, conseqüentemente, o resultado*. Na medida em que a comunicação é descendente, do professor para o aluno, este último não passa, na maior parte dos casos, de um agente passivo. Estes métodos são, sem dúvida, os mais utilizados e os mais contestados.

Quem frequentou a universidade ainda se recorda das aulas a que era submetido pelos professores que falavam, falavam, mesmo que os alunos não estivessem prestando atenção alguma, ou estivessem conversando com o colega ao lado.

Características principais dos Métodos Expositivos:

- *Conteúdo* – Transmissão do saber em nível de conhecimentos teóricos;
- *Autoridade* – É a do professor, partindo dele as informações. Portanto, o volume e o nível dos conhecimentos é imposto pelo professor;
- *Aulas* – São coletivas, todos recebem a mesma informação, ao mesmo tempo. A comunicação efetua-se em sentido único;
- *Aquisição* – É variável, um percentual dos alunos aprendem, alcançando bons resultados. Outro percentual, atingem resultados insuficientes. O professor não pode perceber o grau de aprendizagem dos alunos à medida que vai transmitindo as informações;
- *Alunos* – De modo geral, apenas recebem passivamente as informações;
- *Relacionamento* – É formal, podendo gerar uma certa distância entre o professor e os alunos.

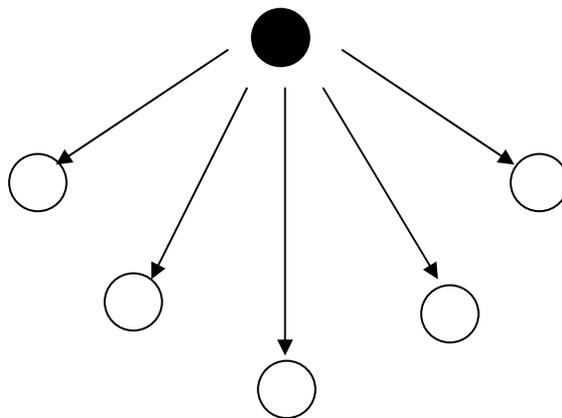


Figura 4.4: Ilustração dos Métodos Expositivos

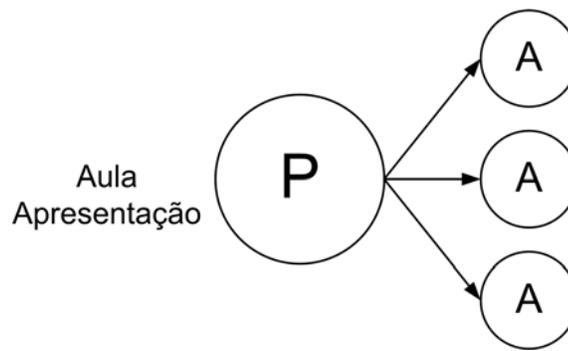
A Figura 4.4 ilustra de forma geral os métodos verbais expositivos. A seguir, Tabela 4.2, são apresentadas as vantagens e desvantagens dos métodos verbais expositivos.

Tabela 4.2: Vantagens e Desvantagens dos Métodos Expositivos

<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Boa opção para transmitir um aspecto do saber que, posteriormente, será objeto de um outro tipo de tratamento; • De um modo geral o professor domina completamente a matéria em suas aulas e isso é, sem dúvida, uma das razões porque é tão utilizado, não obstante as críticas; • Apesar de não ser dos mais propícios ao desenvolvimento de atitudes, aplica-se a um leque amplo de conteúdos e situações educativas, particularmente no domínio cognitivo. Permite o ensino de uma grande variedade de raciocínios, de conceitos e de técnicas; • Podem ser utilizados documentos e meios audiovisuais (transparências, vídeo, gravações, apresentações multimídia etc.) para uma melhor exploração da aula; • É econômico, pois é aplicado a muitos alunos e apenas um professor. É altamente recomendado e aplicado em ambientes com poucos recursos; • A personalidade do professor é importante; • Proporciona “reforço” ao professor. Este sente-se recompensado com a atenção que recebe; • A aula é propícia à estruturação da aprendizagem, permitindo o controle global dos pré-requisitos e a avaliação dos conhecimentos adquiridos; • Deixa uma grande liberdade de iniciativa ao professor (pode improvisar); • Apesar do relacionamento formal, poderá ser desencadeado o desenvolvimento de relações entre o professor e os alunos e destes entre si. O fato dessas relações serem positivas ou negativas depende, essencialmente, da personalidade e postura do professor; • É adaptável a vários públicos-alvos.. 	<ul style="list-style-type: none"> • Há grande probabilidade de se perder grande parte do conteúdo uma vez que só retemos cerca de 20% daquilo que ouvimos; • Não respeita o ritmo individual dos alunos; • Sobre-valoriza a fala; • Exige um grande domínio da comunicação lingüística; • Pode transformar-se em aula magistral do professor; • Modela mais o espírito do que o desenvolve; • É muito dependente da capacidade de empatia e comunicação do professor; • Não favorece a iniciativa nem a aprendizagem autônoma; • Nem sempre é fácil proporcionar uma vivência real, pelo que a aula se afasta muitas vezes das situações concretas e das experiências dos alunos; • As aulas nem sempre conseguem motivar os alunos e muitas vezes não lhes permitem qualquer iniciativa ou participação; • Pode adaptar-se mal a alunos heterogêneos; • Pode correr-se o risco da aprendizagem ficar aquém do que é transmitido e, se o professor não estiver atento, alguns alunos poderão ter uma atividade muito reduzida; • Embora forneça “<i>feedback</i>” ao professor e aos alunos, esse “<i>feedback</i>” não é feito de forma sequencial e contínua; • Não favorece a transferência do que é aprendido para situações reais ou situações novas.

Exemplos de Métodos Verbais - Expositivos

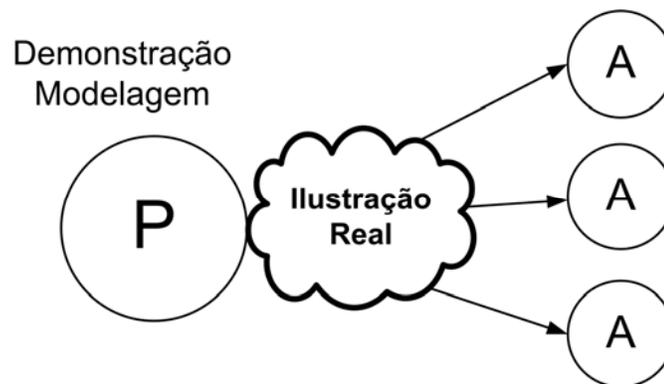
a.1) Aula ou Apresentação: apresentação oral cuidadosamente preparada de um determinado assunto por uma pessoa qualificada. A Figura 4.5 sintetiza este método.



Legenda: P = Professor / A = Aluno

Figura 4.5: Exemplo de Método Expositivo: Aula ou Apresentação

a.2) Demonstração ou Modelagem: uma apresentação que mostra como fazer uso ou atuar utilizando um determinado procedimento. Esta apresentação é acompanhada de uma explanação oral e visual, com ilustrações. Frequentemente acompanhada por questões. A Figura 4.6 sintetiza este método.



Legenda: P = Professor / A = Aluno

Figura 4.6: Exemplo de Método Expositivo: Demonstração ou Modelagem

a.3) Tutorial: Método de instrução individualizado em que o tutor apresenta instruções em um modo adaptativo. Por ser individualizado, requer respostas ativas do aprendiz. É provido um *feedback* individualizado. A Figura 4.7 sintetiza este método.

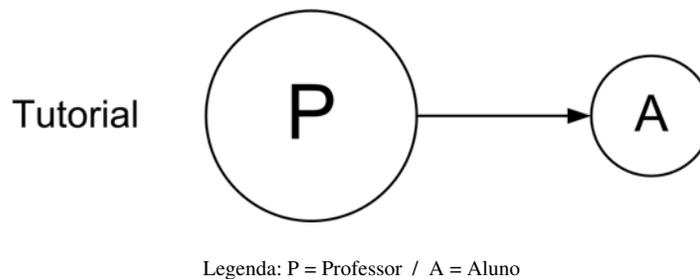


Figura 4.7: Exemplo de Método Expositivo: Tutorial

b) Métodos Ativos - Interrogativos

Nesta categoria, os métodos se fundamentam no fato de se desenvolverem como uma espécie de “ping-pong” jogado entre o professor e cada um dos alunos.

Com estes métodos, pretende dar-se mais importância ao processo de pensamento independente e ativo de quem aprende, assumindo especial importância as aptidões e técnicas de formulação de perguntas. A utilização destes métodos requer uma participação ativa por parte do professor nas questões formuladas, e menos nas respostas encontradas, sendo assim, essencial fazer com que os alunos descubram o que se pretende ensinar.

Características principais dos Métodos Interrogativos:

- O professor deve ser um participante ativo;
- Dá-se mais importância ao processo de pensamento independente e ativo de quem aprende;
- Ajuda os alunos a definir questões e a desenvolver caminhos para se aprofundar e construir explicações;
- O professor deve colocar as questões de modo a que as respostas sejam encontradas com alguma facilidade;
- Método utilizado no desenvolvimento de capacidades cognitivas como: aptidões e técnicas de formulação de perguntas, processos de raciocínio indutivo etc.
- Requer maiores exigências na estratégia de utilização pelo professor porque este deve atuar mais no sentido do desenvolvimento das capacidades, de colocar questões e problemas do que dar respostas;

- É preciso suscitar nos alunos a necessidade de levantar questões e, assim, levá-los a participar voluntariamente.

A figura 4.8 ilustra este método.

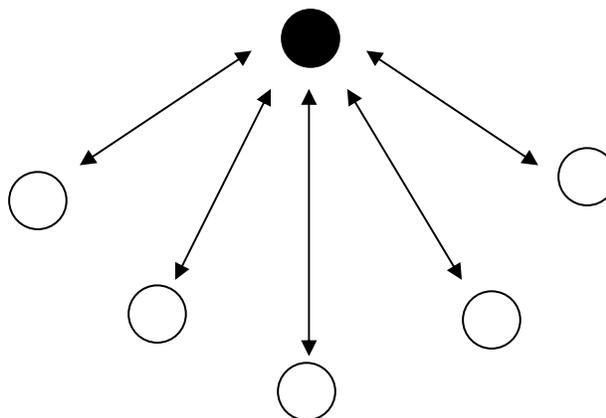


Figura 4.8: Ilustração dos Métodos Interrogativos

Objetivos dos Métodos Verbais Interrogativos

Tratam-se daqueles métodos que podem ser utilizados, nomeadamente quando se pretende controlar um conhecimento adquirido, ou quando se pretende promover a descoberta de uma realidade apreendida de forma confusa, ou mesmo quando se pretende levar os alunos ao desenvolvimento de atitudes mais autônomas.

Com estes métodos, as aptidões e técnicas de formulação de perguntas assumem especial importância. A Tabela 4.3, sintetiza as vantagens e desvantagens da utilização dos métodos verbais interrogativos.

Tabela 4.3: Vantagens e Desvantagens dos Métodos Interrogativos

<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidade de tempo; • Permite o domínio da programação; • Maior participação do que no método expositivo; • Permite, através de uma pergunta direta, trazer de volta à aula um participante distraído; • Permite obter <i>feedback</i> contínuo; • Possibilita a participação de alunos mais inibidos através de perguntas que o professor sabe de antemão que não lhes oferecem dificuldades; • Numa situação inversa, com questões difíceis de responder, permite ao professor controlar os participantes que fazem demasiadas intervenções a ponto de prejudicar o grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toda a iniciativa é do professor; • O grupo acomoda-se facilmente; • Não há dinâmica de grupo; • Requer mais tempo do que o método expositivo.

Exemplos de Métodos Interrogativos:

b.1) Discussão / Seminário: Uma discussão objetiva e deliberada sobre um tópico de interesse mútuo entre 6 a 20 alunos e o professor. A Figura 4.9 sintetiza este método.

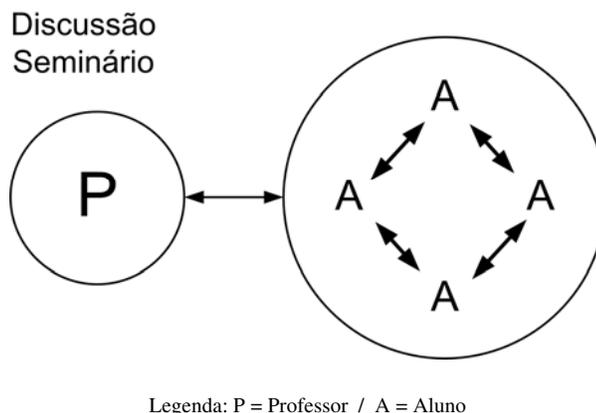


Figura 4.9: Exemplo de Método Interrogativo: Discussão / Seminário

c) Métodos Intuitivos / Demonstrativos

Usados pelo professor para a exibição da correta execução de cada uma das operações básicas de uma determinada função e do uso adequado do equipamento. Na prática poderão ser utilizadas as seguintes etapas: 1) Preparação, 2) apresentação pelo professor, 3) aplicação pelo aluno, e 5) verificação dos conhecimentos.

Trata-se, assim, de métodos pedagógicos utilizados para a aprendizagem de tarefas, na sua grande maioria, manuais ou psico-motoras. Todas as operações têm de ser feitas segundo uma determinada fase; só depois de estar concluída é que se pode passar à etapa seguinte.

De uma maneira geral, sua aplicação se dá em três momentos/fases: 1) Acolhimento; 2) Demonstração; e 3) Experimentação.

A Tabela 4.4 sintetiza as vantagens e desvantagens na utilização de métodos intuitivos demonstrativos.

Tabela 4.4: Vantagens e Desvantagens dos Métodos Intuitivos / Demonstrativos

<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Permite a transmissão de conhecimentos teóricos e práticos; • Possibilita a participação dos alunos, dialogando, observando e realizando; • Fomenta a capacidade de planejar o trabalho; • Permite a realização do trabalho em grupo e também a individualização da aprendizagem; • Desenvolve conhecimentos do “como fazer”; • Possibilita o controle dos desvios individuais negativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exige maior disponibilidade de tempo; • É mais adequado a grupos reduzidos; • Exige mais tempo, equipamento e materiais para se tornar próximo da realidade; • Necessita de material pedagógico específico; • Requer um acompanhamento individualizado ao aluno.

Exemplo de Método Intuitivo / Demonstrativo:

c.1) Solução de Problemas / Laboratório: Uma experiência de aprendizado guiada pelo professor é sugerida aos alunos, os quais interagem entre si e com os materiais disponíveis, focados na resolução de um determinado problema. A Figura 4.10 sintetiza este método.

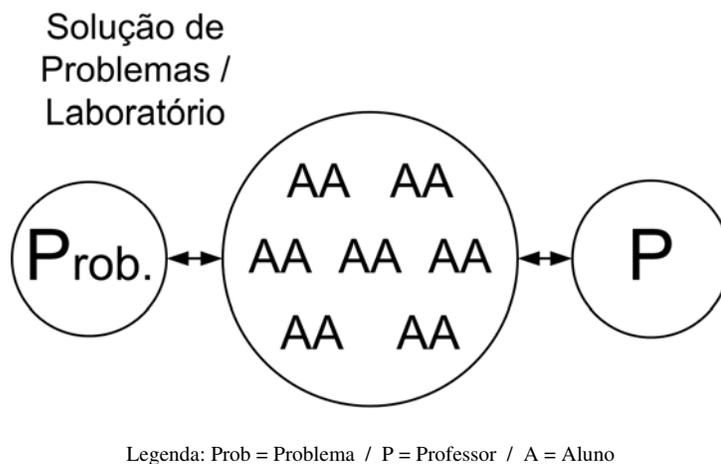


Figura 4.10: Exemplo de Método Interrogativo: Discussão / Seminário

d) Métodos Ativos

Está cada vez mais generalizada a idéia da importância dos métodos ativos na formação. Cresce ao mesmo tempo nos professores, a consciência de que o emprego e domínio destas técnicas conduzem a uma percepção mais completa dos fenômenos psicológicos que os referidos métodos desencadeiam.

Os *métodos ativos* permitem trazer para a formação a experiência pessoal, e o aluno aprende melhor se sentir pessoalmente inserido na ação, pois segundo estudos realizados pela Sociedade Americana *Socondly-Vacuum Oil Co. Studies* retêm-se (Tabela 4.5):

Tabela 4.5: Porcentagem de Retenção Mnemônica – Sociedade Americana Socondly-Vacuum Oil Co. Studies (NORBIS, 1971)

10%	do que lêem
20%	do que escutam
20%	do que vêem
50%	do que vêem e escutam, simultaneamente
80%	do que dizem e discutem
90%	Do que dizem e depois realizam

A utilização da experiência pessoal aumenta a motivação das pessoas que, ao verem que estão implicadas pessoalmente sentem-se mais animadas a participar no processo e a fazer parte do grupo. Daí que algumas idéias recentes sobre pedagogia, apontam no sentido de que, cada vez mais, se deva investir menos no canal auditivo do formando. Isso exige uma preparação especial do professor que, ao utilizar métodos ativos, terá que se defrontar com situações inéditas / únicas. A Figura 4.11 ilustra uma possível situação da aplicação do método ativo.

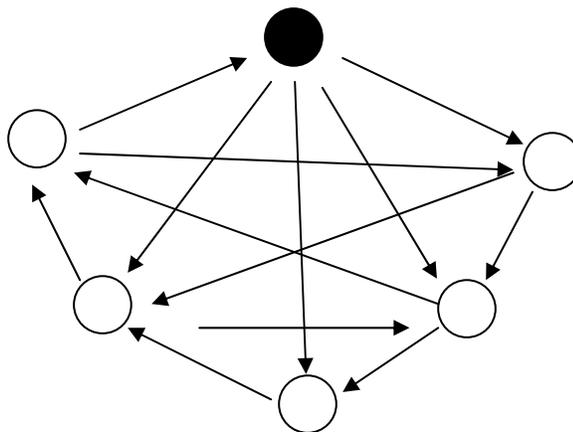


Figura 4.11: Ilustração do Método Ativo

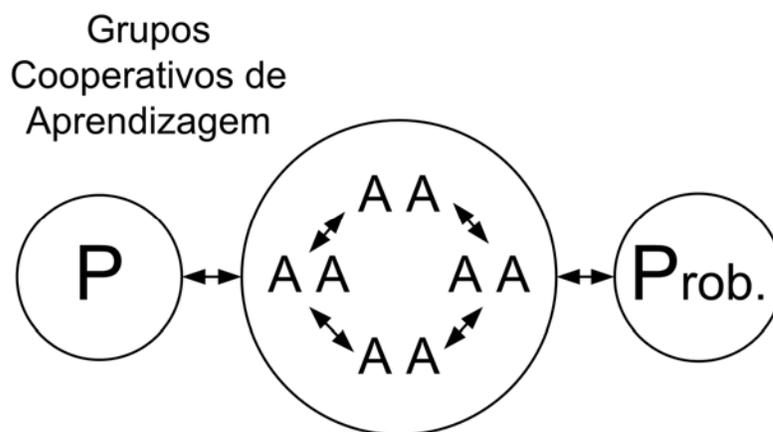
A Tabela 4.6 sintetiza as vantagens e desvantagens na utilização de métodos ativos.

Tabela 4.6: Vantagens e Desvantagens do Método Ativo

<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento harmonioso dos participantes e do professor • Preparação dos alunos para uma participação mais ativa na sociedade e no local de trabalho • Oportunidade de todos intervirem • Têm em conta a pessoa na sua globalidade, mobilizando no ato do saber a personalidade do formando 	<ul style="list-style-type: none"> • Só pode ser usado com um número limitado de alunos • Dificuldade de coordenação e condução por parte do professor • É morosa a obtenção dos resultados • Maior dispêndio de tempo para a apresentação dos conteúdos

Exemplos de Métodos Ativos:

d.1) Grupos Cooperativos de Aprendizado: Existem diversas formas de trabalhar este método. Uma das mais utilizadas é a que o professor apresenta uma determinada situação para um grupo de alunos. A partir desta situação, o professor propõe um determinado problema a ser resolvido. O grupo, de forma cooperativa, troca informações, experiências e conhecimento no intuito de resolver tal problema. Ao final, o grupo apresenta uma ou mais soluções. As soluções são discutidas e verificadas as suas viabilidades. No final o professor faz um fechamento identificando nas etapas do processo de resolução do problema o corpo teórico já discutido ou a discutir. A Figura 4.12 ilustra este método.



Legenda: Prob = Problema / P = Professor / A = Aluno

Figura 4.12: Exemplo de Método Ativo: Grupos Cooperativos de Aprendizado

4.3. Relação entre as Teorias e os Métodos educacionais com a Área de Engenharia

Conforme mudança de foco, proposta, no desenvolvimento de ferramentas de edição e geração de cursos *Online* na área de engenharia, proposta no capítulo anterior, é premente a necessidade de um embasamento teórico-metodológico na área educacional, fortalecendo, fundamentando, subsidiando e dando coerência aos processos utilizados pela ferramenta computacional para geração dos cursos e módulos de ensino, a fim de potencializar a ação docente no processo de ensino-aprendizado.

As teorias e métodos educacionais a serem utilizados têm, então, o intuito de justificar e fortalecer as escolhas realizadas no desenvolvimento deste trabalho.

Como o desenvolvimento dos cursos *Online* na área de engenharia, para este trabalho em específico, será baseado em disciplinas de fundo técnico/teórico e o intuito é a transmissão de conceitos básicos e de nivelamento aos alunos, e que tal operação seja realizada com o mínimo de envolvimento do professor, os métodos escolhidos foram os verbais expositivos, descritos na Seção 4.2.

Diante do exposto, a filosofia educacional que mais se adapta a esses métodos verbais expositivos é a Cognitivista com Centralização na Instituição, apresentada na Seção 4.1.2, pois a partir de estipulados os objetivos educacionais, estes são operacionalizados seguindo critérios de fácil mensuração (mensuração objetiva), podendo ser fortemente controlado por um agente artificial (computacional), retirando, assim, o professor, uma grande carga de tarefas operacionais. Dessa forma, as teorias baseadas nesta linha filosófica devem ser revisadas para possibilitar uma melhor operacionalização dos processos de ensino-aprendizado, subjacentes.

A seguir, são descritas as diversas teorias educacionais pertencentes a mesma corrente filosófica educacional acima identificada, e ao final, é proposta uma unificação das diversas taxonomias, possibilitando uma operacionalização conjunta, sem o prejuízo ou restrição da ferramenta computacional a uma única teoria educacional.

4.3.1 Cognitivismo com Centralização na Instituição

Como já dito, nesta abordagem os objetivos são operacionalizados e categorizados a partir de classificações gerais e específicas, tentando-se com isso a redução da subjetividade. As principais teorias, abordagens e modelos pedagógicos, com seus respectivos autores, são as seguintes:

a) *Taxonomia dos Objetivos Educacionais (B. Bloom et al.)*

A idéia central da taxonomia é a de que aquilo que os educadores querem que os alunos saibam (definido em declarações escritas como objetivos educacionais) pode ser arranjado numa hierarquia do menos para o mais complexo. Bloom (1969, 1978) organiza sua taxonomia em 6 categorias, que vai dos níveis mais elementares de conhecimento (conhecimento) a níveis mais elevados e complexos (avaliação). A Tabela 4.7, apresenta a taxonomia dos objetivos educacionais, com seus verbos e declarações de desempenho, dividida por níveis taxonômicos.

Tabela 4.7: Níveis Taxonômicos da Taxonomia dos Objetivos Educacionais de Bloom.

NÍVEL	DEFINIÇÃO	EXEMPLO DE VERBOS	EXEMPLO DE DESEMPENHOS
CONHECIMENTO	O aluno irá recordar ou reconhecer informações, idéias, e princípios na forma (aproximada) em que foram aprendidos.	Escreva; Liste Rotule; Nomeie Diga; Defina	O aluno irá definir os seis níveis da Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo.
COMPREENSÃO	O aluno traduz, compreende ou interpreta informação com base em conhecimento prévio.	Explique; Resuma Parafraseie; Descreva Ilustre	O aluno irá explicar a proposta da taxonomia de Bloom para o domínio cognitivo.
APLICAÇÃO	O aluno seleciona, transfere, e usa dados e princípios para completar um problema ou tarefa com um mínimo de supervisão.	Use; Compute Resolva; Demonstre Aplique; Construa	O aluno irá escrever um objetivo educacional para cada um dos níveis da Taxonomia de Bloom.
ANÁLISE	O aluno distingue, classifica, e relaciona pressupostos, hipóteses, evidências ou estruturas de uma declaração ou questão.	Analise; Categorize Compare; Contraste Separe	O aluno irá comparar e contrastar os domínios afetivo e cognitivo.
SÍNTESE	O aluno cria, integra e combina idéias num produto, plano ou proposta, novos para ele.	Crie; Planeje Elabore hipótese(s) Invente; Desenvolva	O aluno irá elaborar um esquema de classificação para escrever objetivos educacionais que integre os domínios cognitivo, afetivo e psicomotor.
AValiação	O aluno aprecia, avalia ou critica com base em padrões e critérios específicos.	Julgue; Recomende Critique; Justifique	O aluno irá julgar a efetividade de se escrever objetivos educacionais usando a taxonomia de Bloom.

De um modo geral, a pesquisa nos últimos quarenta anos confirmou a taxonomia como uma hierarquia, com exceção dos dois últimos níveis. Não há certeza quanto à posição de síntese e avaliação. Para muitos teóricos, elas estão no mesmo nível taxonômico, pois ambas dependem da análise como um processo fundador. Entretanto, síntese requer rearranjo das partes de um modo novo, original, enquanto que a avaliação requer a comparação com padrões, exigindo julgamento para determinar o bom, a melhor do que o melhor de todos. Isso guarda semelhanças a comparação entre pensamento criativo e pensamento crítico. Ambos são valiosos, mas um não é superior ao outro.

Em cada caso fica claro o que os alunos podem "saber" sobre o tópico ou matéria em diferentes níveis. Embora muitos testes elaborados por professores ainda verifiquem aspectos relativos aos níveis mais baixos da taxonomia, a pesquisa mostra que os alunos lembram-se mais quando aprenderam a abordar um tópico desde o nível mais elevado da taxonomia. Isso acontece porque, nos níveis superiores, exige-se mais elaboração, um princípio de aprendizagem baseado em descobertas desde a teoria de aprendizagem ancorada na abordagem.

b) Condições de Aprendizado (Gagné)

Gagne (1985) propôs a teoria das condições de aprendizado que possuía diferentes níveis de aprendizado, cada um requeria diferentes tipos de instrução. Ele propôs 5 diferentes tipos de categorias: informação verbal, habilidades intelectuais, estratégias cognitivas, habilidades motoras e atitudes.

Como detalhado em Gagne, Briggs e Wager (1992) a teoria serve como uma base para construção da instrução, selecionando inclusive a mídia mais apropriada.

Gagne (1985) sugeriu que as tarefas para aprendizagem de habilidades intelectuais podem ser organizadas de forma hierárquica conforme sua complexidade: reconhecimento do estímulo, geração de resposta, procedimento de acompanhamento, uso de terminologia, discriminação, formação de conceitos, aplicação de regras e resolução de problemas. O significado da hierarquia é a identificação de pré-requisitos que possam ser completados para facilitar a aprendizagem de cada um dos níveis. Pré-requisitos são identificados ao desenvolver uma análise

da tarefa de aprendizado. Hierarquias de aprendizado provem uma base para a seqüência de instruções.

Tal teoria propõe nove eventos instrucionais e seus correspondentes processos cognitivos:

1. Conquistando a atenção (Recepção)
2. Informando os objetivos aos alunos (Expectativa)
3. Estimulando a lembrança de conceitos prioritários (Recuperação)
4. Apresentando os estímulos (percepção seletiva)
5. Promovendo uma aprendizagem direcionada (Codificação Semântica)
6. Elicitação da Performance (respondendo)
7. Provendo *feedback*/retorno (reforço)
8. Avaliação de Performance (Recuperação)
9. Aumento da retenção e transferência (generalização).

Os princípios básicos da teoria de condições de aprendizado são (Gagne, 1985):

- Para diferentes objetivos educacionais são requeridos diferentes instruções;
- Os eventos de aprendizagem operam sobre os aprendizes na forma que constitui as condições de aprendizado;
- As operações específicas que constituem eventos instrucionais são diferentes para cada diferente tipo de objetivo educacional; e
- Hierarquias de aprendizagem definem quais habilidades intelectuais são aprendidas e uma seqüência de instruções.

c) Teoria da Elaboração (C. Reigeluth)

De acordo com a teoria da elaboração, English e Reigeluth (1996) afirmam que a instrução deve ser organizada de forma que as versões ensinadas até o momento possam ser lembradas (resumo/síntese). A idéia de complexidade crescente para um melhor aprendizado. Por exemplo, quando se ensina uma tarefa procedimental, a versão simples da tarefa é apresentada primeiro. As aulas posteriores apresentam versões adicionais, até que os âmbitos completos das tarefas sejam ensinados.

A chave da teoria da elaboração é que o aprendiz precisa desenvolver um contexto significativo, no qual idéias e habilidades subseqüentes podem ser assimiladas.

A teoria da elaboração propõe sete componentes estratégicos principais: (1) uma seqüência de elaboração, (2) seqüências de pré-requisito de aprendizado, (3) resumo, (4) síntese, (5) analogias, (6) estratégias cognitivas e (7) controle do aprendiz. O primeiro componente é o mais crítico, no que concerne à teoria de elaboração. A seqüência de elaboração é definida como uma seqüência que vai do simples ao complexo e na qual a primeira aula apresenta (em vez de resumir ou extrair) as idéias e habilidades que se seguem. A apresentação deve ser feita com base em um único tipo de conteúdo (conceitos, procedimentos, princípios), embora dois ou mais tipos possam ser elaborados simultaneamente. Deve também envolver o aprendizado de algumas poucas idéias fundamentais, ou representativas, ou habilidades no nível de aplicação (English e Reigeluth, 1996).

Afirma-se que a abordagem de elaboração resulta na formação de estruturas cognitivas mais estáveis e, portanto, em melhor retenção e transferência, no aumento da motivação do aprendiz por meio da criação de contextos significativos de aprendizado, e na disposição de informação sobre o conteúdo, que permite manter o controle a par do aprendiz. A teoria da elaboração é uma extensão do trabalho de Ausubel - organizadores avançados - e Bruner - currículo espiral (Hoffman, 1997).

A teoria de Reigeluth está baseada nos seguintes princípios (Reigeluth, 1992):

- A instrução vai ser mais efetiva se ela permitir uma estratégia de elaboração, isto é, o uso de representações contendo motivadores, analogias, resumos e sínteses; e
- Existem quatro tipos de relações importantes no modelo de instrução: conceitual, de procedimento, teórica e de pré-requisitos de aprendizado.

d) Teoria da Exibição de Componentes (M.D. Merrill)

A teoria da exibição de componentes (Component Display Theory – CDT) classifica o aprendizado em duas dimensões: conteúdos (fatos, conceitos, procedimentos e princípios) e desempenho (lembrança, uso e generalização). A teoria especifica quatro formas primárias de

apresentação: regras (apresentação expositiva de uma generalização), exemplos (apresentação expositiva de exemplos), recordação (generalização inquisitória) e prática (exemplo inquisitor). As formas de apresentação secundária incluem: pré-requisitos, objetivos, ajudas, mnemônicos e retorno (*feedback*).

Tabela 4.8: Relações entre os componentes da Teoria de Merrill

Níveis de Desempenho	Descobrimto				
	Uso				
	Lembrança				
		Fato	Conceito	Processo	Princípio

Tipos de Conteúdo

A teoria especifica que a instrução se tornará mais efetiva se ela contiver as formas primárias e secundárias necessárias. Daí, uma aula completa deve consistir de objetivos seguidos por algumas combinações de regras, exemplos, recapitulações, práticas, *feedback*, ajudas e mnemônicos apropriados para com o assunto das tarefas pedagógicas relacionadas à matéria específica.

De fato, a teoria sugere que para um dado objetivo e um aluno, existe uma única combinação das formas de apresentação que resultam na experiência de aprendizado mais efetiva.

Merrill (1983) explica a suposição sobre cognição que está por baixo da CDT. Ao assumir vários tipos diferentes de memória, Merrill afirma que as estruturas das memórias associativa e algorítmica estão diretamente relacionadas com os componentes do desempenho da Lembrança e do Descobrimto/Uso, respectivamente. A memória Associativa é uma estrutura hierárquica em rede; A memória Algorítmica consiste de esquemas e regras. A distinção entre o desempenho de Usar e Descobrir (encontrar) na memória algorítmica é o uso de esquemas existentes para processar as entradas versus criar um novo esquema através da organização das regras existentes.

Um aspecto significativo do esquema (quadro geral) da Teoria da Exibição de Componentes é o controle do aluno, isto é, a idéia que os alunos podem selecionar suas próprias

estratégias de aprendizado em termos de conteúdo e componentes de apresentação. Neste sentido, as instruções criadas de acordo com esta teoria necessitam de um alto grau de individualização, daí os alunos podem adaptar o aprendizado para compatibilizar suas próprias preferências e estilos de aprendizado.

Mais recentemente, Merrill apresentou uma nova versão de sua Teoria, chamada agora de Teoria de Componentes de *Design* (Merrill, 1994). Esta nova versão tem um foco mais macro do que a teoria original, com ênfase na estrutura do curso (ao invés da aula) e na transação instrucional do que nas formas de apresentação. Além disso, as estratégias de ensino deram lugar às estratégias de controle do aluno. O desenvolvimento desta nova teoria está bem definido para o trabalho com sistemas especialistas e ferramentas de autoria para *design* instrucional (LI; Merrill, 1991) e (Merrill et al, 1991).

A Teoria CDT está baseada nos seguintes princípios:

- Instrução é mais efetiva se todas as três formas de desempenho primárias (lembrança, uso e generalização) estiverem presentes;
- As formas primárias podem ser apresentadas pelas duas estratégias de ensino: explanatória e inquisitória;
- A seqüência das formas primárias não é crítica se todas estiverem presentes; e
- Deve ser dado controle aos estudantes sobre os vários itens de exemplo ou prática que lhes forem apresentados.

e) Arquitetura Cognitiva (Anderson)

Anderson (1983) distingue dois tipos de conhecimento em sua Arquitetura Cognitiva: Conhecimento Declarativo e Conhecimento Procedimental.

O Conhecimento Declarativo é aquele que “vem em partes (blocos) ou em Unidades Cognitivas...”. Para Anderson (1983), “*unidades cognitivas podem ser identificadas como proposições, frases ou imagens espaciais. Em cada um dos casos uma unidade cognitiva traz em*

si codificado um conjunto de elementos em um relacionamento particular/único. Um bloco de conhecimento ou parte, não contém mais do que cinco elementos” (p. 23).

O Conhecimento Procedimental é *“aquele conhecimento sobre como fazer coisas”* (Anderson 1983, p. 215).

f) Níveis de Processamento (F. Craik & R. Lockhart)

A estrutura de níveis de processamento foi apresentada por Craik & Lockhart (1972) como uma alternativa para as teorias de memória que postulavam estágios separados para memória sensorial, de trabalho e de longo prazo.

De acordo com a estrutura de níveis de processamento, a informação dos estímulos é processada simultaneamente em níveis múltiplos, dependendo de suas características. Além disso, quanto mais "profundo" o processamento, mais ele será lembrado. Por exemplo: a informação que envolve imagens visuais fortes, ou muitas associações com o conhecimento existente, vai ser processada em um nível mais profundo. Analogamente, a informação que está sendo tratada recebe mais processamento que outros estímulos/eventos. A teoria também sustenta a declaração de que nós lembramos coisas que são significativas para nós porque isto requer mais processamento do que estímulos sem significado.

O processamento de informação em níveis diferentes é inconsciente e automático, a menos que um determinado nível seja tratado por nós. Por exemplo: nós normalmente não estamos conscientes das propriedades sensoriais dos estímulos, ou do que nós temos na memória de trabalho, a menos que seja solicitado para que uma informação seja especificamente identificada por nós. Isto sugere que o mecanismo de atenção é uma interrupção no processamento, em vez de um processo cognitivo por si mesmo (Craik; Lockhart, 1972).

D'Agostino, O'Neill & Paivio (1977) discutem a relação entre a teoria do código duplo e a estrutura dos níveis de processamento.

A teoria de Craik e Lockhart está baseada nos seguintes princípios (Craik; Lockhart, 1972):

- Quanto maior o processamento de informação durante o aprendizado, mais ele vai ser retido e lembrado.
- O processamento vai ser automático, a menos que a atenção seja focalizada em um nível particular.

Como pode ser observado, com exceção da Teoria dos Níveis de Processamento, as demais teorias utilizam a operacionalização dos objetivos educacionais através de classificações de tais objetivos em diferentes níveis taxonômicos.

Mesmo existindo diferenças em tais classificações, um aprofundamento dos princípios particulares de cada teoria, remete a uma forte relação entre os diferentes níveis taxonômicos resultando em uma equivalência de objetivos educacionais.

A seguir é apresentada uma proposta de unificação taxonômica das Teorias Cognitivas com Centralização na Instituição, a qual será utilizada neste trabalho para permitir uma maior abrangência da ferramenta computacional destinada a edição e montagem dos módulos educacionais.

g) Uma proposta de unificação taxonômica das Teorias Cognitivistas com Centralização na Instituição

Observando a operacionalização dos objetivos educacionais em cada uma das teorias cognitivistas com centralização na instituição descritas anteriormente, e prevendo uma relação intrínseca entre essas várias teorias da mesma linha filosófica, uma possível relação é ilustrada na Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Co-relação entre as Taxonomias Instrucionais Cognitivistas com Centralização na Instrução (adaptado de Reigeluth e Moore, 1999, p. 54).

	Taxonomias e Autores				
	Objetivos Educacionais <i>Bloom</i>	Condições de Aprendizado <i>Gagné</i>	Arquitetura Cognitiva <i>Anderson</i>	Exibição de Componentes <i>Merrill</i>	Teoria da Elaboração <i>Reigeluth</i>
Níveis Taxonômicos	Conhecimento	Informação Verbal	Conhecimento Declarativo	Recordação Verbal	Memorizar Informações
	Compreensão			Recordação Parafraçada	Entender os Relacionamentos
	Aplicação	Habilidade Intelectual	Conhecimento Procedimental	Usar uma Generalização	Aplicar Habilidades
	Análise Síntese Avaliação	Estratégia Cognitiva		Encontrar uma Generalização	Aplicar Habilidades Genéricas

A Tabela 4.9 é obtida através do relacionamento entre as teorias Cognitivistas com Centralização na Instituição em seus níveis taxonômicos correspondentes. Dessa forma, observa-se que ao utilizar ou referenciar uma determinada teoria / nível taxonômico, estamos enfatizando ou até mesmo utilizando, os níveis taxonômicos correspondentes das teorias correlatas.

Dessa forma, é certo afirmar que ao utilizar uma determinada teoria educacional de fundo filosófico cognitivista com centralização na Instituição para o desenvolvimento dos conteúdos educacionais de um determinado curso ou módulo de ensino, esta se, explicitamente, utilizando as outras teorias dessa mesma linha filosófica.

4.4. Proposta de Relação entre as Abordagens, Modelos e Teorias Pedagógicas e o Ensino de Engenharia.

Mesmo existindo diversas áreas, a natureza fundamental da Engenharia é similar em todos os domínios. Portanto certos processos cognitivos, tais como resolução de problemas e raciocínio, são importantes. Isso porque a grande maioria dos métodos de Engenharia envolve, de alguma forma, princípios matemáticos.

A utilização de uma teoria educacional, linha filosófica ou método de ensino, é de fundamental importância para o desenvolvimento e controle dos processos de ensino-

aprendizado. Entretanto, o formalismo exigido ao se optar por uma ou outra linha filosófica, teoria ou método de ensino é muito grande.

Além disso, este formalismo é de fundamental importância para a consecução e êxito dos objetivos educacionais.

Como a ferramenta computacional a ser desenvolvida será utilizada pela área de Engenharia, por profissionais (professores-pesquisadores) da área técnica de Engenharia, e não da área técnica de Educação, tal formalismo deve estar presente, mesmo que de forma implícita.

Os professores deverão ser conduzidos e orientados pela ferramenta computacional, para a introdução dos módulos de ensino, minimizando as diferenças teórico-metodológicas de cada docente.

Em função das particularidades dessas teorias, para um desenvolvimento de materiais pertinentes a tais teorias e métodos educacionais, um grande número de detalhes no planejamento dos módulos de ensino se faz necessário.

Baseado em uma pesquisa empírica com 42 docentes do ensino superior, da área técnica de cursos de engenharia e computação, a adoção de procedimentos muito detalhados no processo de planejamento e elaboração das disciplinas e módulos de ensino, não são adotados pela grande maioria dos docentes.

Dessa pesquisa, apenas 4,7% (2) dos docentes adotaram tais procedimentos do início até o final do planejamento e desenvolvimento de suas disciplinas.

A maioria dos docentes, 88,1% (37), achou a idéia muito boa de um planejamento mais detalhado, possibilitando maior visibilidade e operacionabilidade dos objetivos educacionais. Entretanto, passada duas semanas, 46% (17) do total desses docentes já havia abandonado, devido a grande sobrecarga de trabalho requerida. Na terceira, esse número cresceu para 73% (27) e na quarta semana, 100% desses docentes já havia desistido de utilizar tais procedimentos.

Também existiu o caso de docentes que não aceitaram tal operacionalização: 7,2% (3). A Figura 4.13 ilustra tal resultado e constatação.

Adoção de Procedimentos Detalhados de Planejamento das disciplinas pelos Docentes

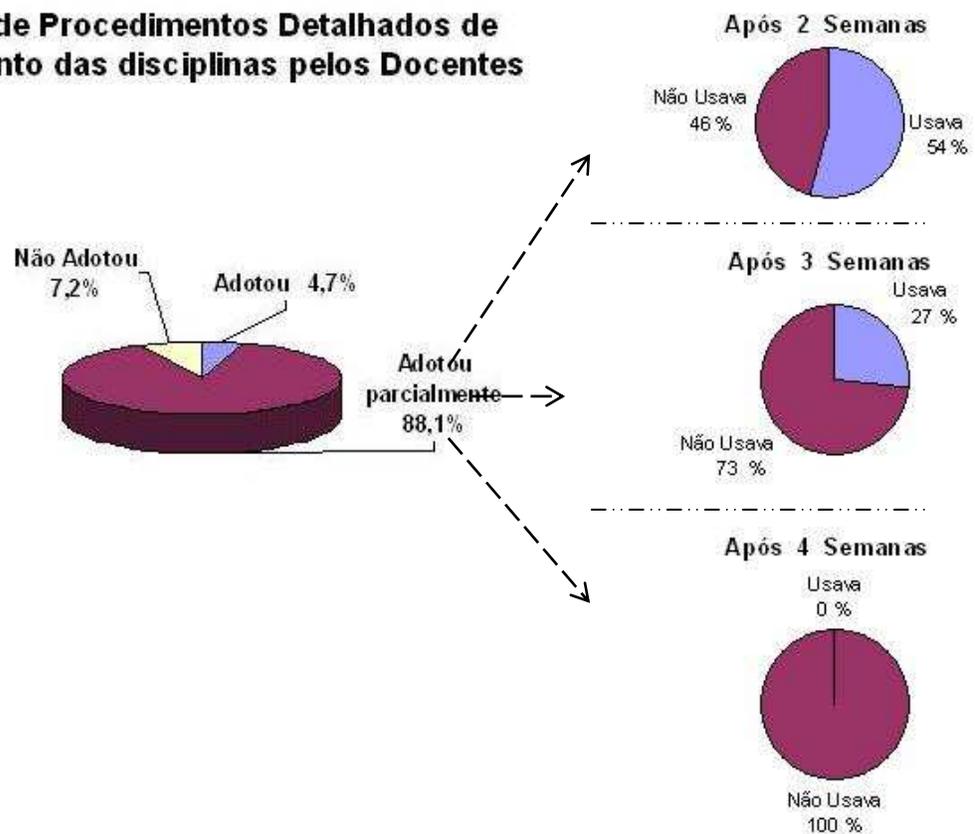


Figura 4.13: Resultado da pesquisa empírica realizada junto a docentes de cursos superiores das áreas de engenharia e computação para medir a adoção de procedimentos detalhados no planejamento de disciplinas

Portanto, a simples imposição da utilização de procedimentos detalhados para o planejamento e conseqüente edição dos cursos não traria benefícios potenciais aos docentes das áreas técnicas, pois implicaria em uma sobrecarga de trabalho, o que inviabilizaria a utilização de tal ferramenta computacional.

Em contrapartida, como já mencionado, a não utilização de tais formalismos, inviabilizaria a adoção de tal linha filosófica, teorias e métodos educacionais.

Nesse sentido, deve-se pensar em uma maneira de viabilizar a adoção da ferramenta computacional, reduzindo a carga operacional do processo de planejamento pedagógico, sem a perda de formalismo e conteúdo.

Para comportar tal necessidade, e seguindo uma tendência crescente de diversas áreas técnicas, como a matemática, a física e a química, dentre outras, adotar-se-á neste trabalho o planejamento da disciplina através da elaboração, pelo docente, de mapas conceituais dos conteúdos a serem ministrados, identificando os conceitos centrais a serem trabalhados e os seus subconceitos e relacionamentos.

No processo de elaboração, muito mais intuitivo e de fácil adoção por parte dos docentes, ficarão registrados os conceitos centrais a serem trabalhados, seus subconceitos e os seus relacionamentos, ficando, de forma implícita, também registrados os objetivos educacionais de cada um dos conceitos.

O capítulo a seguir apresenta uma breve conceituação dos mapas conceituais e as principais ferramentas que podem ser adotadas pelos docentes neste processo, estabelecendo, assim, uma metodologia a fim de facilitar a consecução do planejamento detalhado da disciplina para cursos a serem operacionalizados no âmbito dos cursos *Online*.

5

A Utilização de Mapas Conceituais como Ferramenta de Planejamento de Cursos *Online*

Muitos ambientes e metodologias foram criadas para comportar a construção de conteúdos educacionais seguindo determinadas teorias educacionais. O que se observa é que a maioria dos docentes do ensino superior é avessa a uma sobrecarga operacional no planejamento de sua disciplina. Por contrapartida, o planejamento de cursos *Online* envolve uma grande carga operacional, criando assim um profundo paradoxo.

Portanto, há que se pensar em uma metodologia de planejamento de cursos *Online* que minimize a carga operacional do docente, sem perder a complexidade exigida para os processos necessários de *design* instrucional desses cursos.

Neste capítulo, enfatiza-se a necessidade de planejamento da disciplina como parte fundamental da construção de cursos *Online*. Em seguida, apresenta-se os conceitos básicos de Mapas Conceituais e sua utilização no contexto educacional. Faz-se uma análise das principais ferramentas de edição de mapas conceituais existentes, propondo ao final a utilização de uma ferramenta computacional em específico: *Inspiration*. Por fim, apresenta-se uma metodologia de planejamento didático-pedagógico utilizando-se de mapas conceituais.

5.1 O Planejamento da Disciplina

Em Educação, o desenvolvimento de um planejamento da disciplina (currículo) é considerado como um importante passo no processo de *design* instrucional (Finch e Crukilton, 1986).

Halff (1988) considera que o propósito de um planejamento da disciplina (currículo) em sistemas automatizados de edição de curso é formular uma representação do material de ensino (das atividades), e selecionar e arranjar (ordenar) as atividades de ensino através dessa representação.

McCalla (1990) dá mais definições cognitivas justificando que o planejamento da disciplina representa a seleção e seqüência de conhecimento para consecução dos objetivos educacionais adaptado ao contexto do estudante.

Jones e Winpond (1990) e Merrill (1991) sugerem a construção de ambientes específicos para que os professores desenvolvam o planejamento e o *design* do curso.

Na maioria dos trabalhos de construção de ferramentas de edição e planejamento de cursos *Online* (ou em Sistemas Tutores Inteligentes, ITS em Inglês) existe uma clara divisão entre as áreas de atuação dos *Designers* Instrucionais e dos Professores. Segundo Nkambou et al. (2001), os *designers* instrucionais e os especialistas de conteúdo estão mais preocupados com o desenvolvimento do planejamento (currículo), enquanto os professores estão mais preocupados com as estratégias pedagógicas para atingimento dos objetivos educacionais.

Diante disso, e com o intuito de minimizar a carga operacional junto ao docente no processo de planejamento convencional, foi pensado no desenvolvimento antecipado do Mapa Conceitual do curso/disciplina a ser ministrada *Online*, com a finalidade de que o professor identifique os conceitos centrais e todos os sub-conceitos necessários para o entendimento do assunto, definindo a seqüência e o nível de aprofundamento em cada um dos conceitos e sub-conceitos a serem abordados.

Depois da construção do mapa conceitual completo do curso ou do módulo a ser ministrado, o planejamento dos objetivos educacionais e dos materiais didáticos, com suas atividades, exemplos etc., se torna muito mais prático e rápido para o docente.

5.2 Mapas Conceituais

Um mapa conceitual é um recurso esquemático para representar um conjunto de significados conceituais incluídos em uma estrutura de proposições. Conforme Novak, J. D. e Gowin, D. B. (1999), os mapas conceituais devem ter uma estrutura hierárquica, isto é, conceitos mais gerais e mais inclusivos devem situar-se no topo do mapa, com os conceitos cada vez mais específicos, menos inclusivos colocados sucessivamente debaixo deles.

Os Mapas Conceituais dispõem de uma representação em duas dimensões de um conjunto de conceitos construída de tal forma que as inter-relações entre eles fica evidente. O eixo vertical expressa a estrutura hierárquica dos conceitos. Os conceitos mais gerais se encontram nos níveis mais altos, e os conceitos mais específicos se encontram nos níveis progressivamente mais baixos. No eixo vertical, os mapas conceituais representam a idéia de submissão de Ausubel: A informação nova frequentemente é associada a conceitos mais inclusivos.

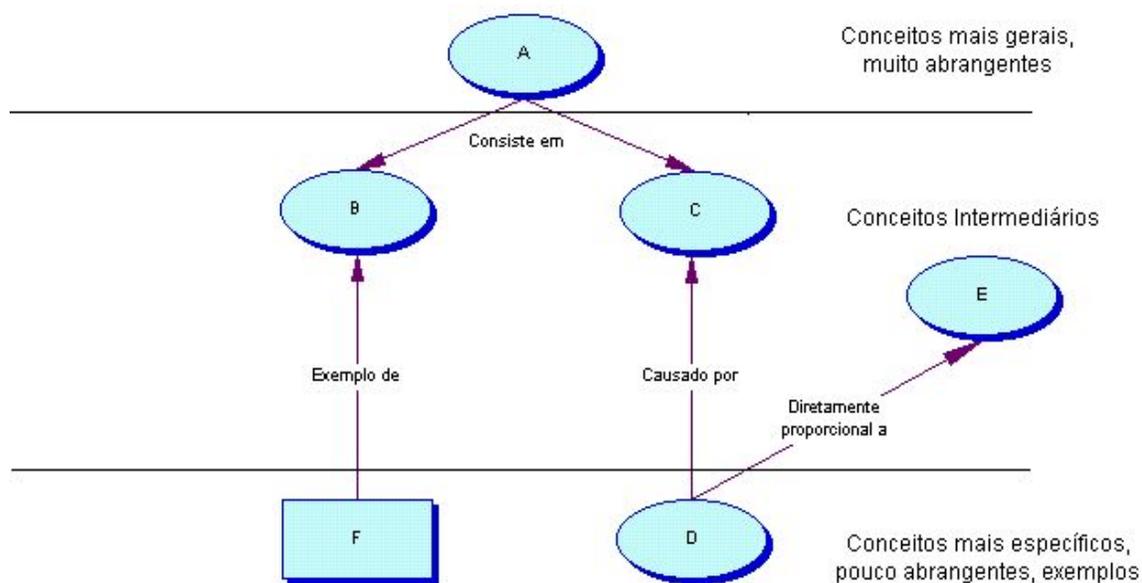


Figura 5.1: Exemplo de estrutura de um Mapa Conceitual (Moreira, 1987).

A Figura 5.1, extraída de Moreira (1987), exemplifica a estrutura geral de Mapa Conceitual. A representação gráfica permite visualizar a distância relativa entre diferentes partes do assunto.

Segundo Gaines e Shaw (1995), os Mapas Conceituais podem ser descritos sob diversas formas, conforme o nível de análise considerado:

- sob uma perspectiva **abstrata**, os mapas conceituais, constituídos por nodos ligados por arcos, podem ser vistos como hipergrafos ordenados. Cada nodo tem um identificador único e um conteúdo, enquanto as ligações entre nodos podem ser direcionadas ou não direcionadas, representados visualmente por linhas entre os nós, com ou sem flechas nas extremidades.
- da perspectiva de **visualização**, os mapas conceituais podem ser vistos como diagramas, construídos através do uso de sinais. Cada tipo de nodo pode determinar (ou ser determinado) pela forma, cor externa ou de preenchimento, enquanto as ligações podem ser identificadas pela espessura da linha, cor ou outras formas de representação.
- sob a perspectiva da **conversação**, os mapas conceituais podem ser considerados como uma forma de representação e comunicação do conhecimento através de linguagens visuais, porque estão sujeitos à interpretação por alguma comunidade de referência. Esta interpretação permite o estabelecimento de um paralelo entre a linguagem natural e a linguagem visual - as estruturas gramaticais e suas estruturas adquirem significado segundo são utilizadas em uma determinada comunidade.

Apresentam-se várias propostas para a elaboração de Mapas Conceituais. Uma delas, porposta por Buchweitz (1984), seguem os seguintes passos:

- Localizam-se conceitos;
- Catalogam-se os conceitos segundo uma ordem hierárquica;
- Distribuem-se os conceitos em duas dimensões;
- Traçam-se as linhas que indicam as relações entre os conceitos;
- Escreve-se a natureza da relação;
- Procede-se à revisão e refaz-se o mapa;
- Prepara-se o mapa final.

Uma outra proposta para construção de Mapas Conceituais, seguindo o princípio da diferenciação progressiva, é dada por Kawasaki (1996), a qual compõem-se dos seguintes passos:

- escrever dentro de um retângulo o conceito principal do conteúdo a ser apresentado em forma de hiperdocumento;
- ao redor do primeiro retângulo, dispor outros retângulos contendo nomes de outros assuntos diretamente relacionados ao conceito principal;
- ligar cada retângulo ao primeiro por meio de setas direcionais ou bidirecionais e escrever junto a cada seta uma palavra de ligação que sugira a relação entre os dois conceitos;
- se houver dois conceitos ou mais, ligados ao conceito principal e que possuam alguma relação entre si, ligá-los entre si através de setas direcionais ou bidirecionais e escrever a relação existente entre os conceitos;
- repetir o procedimento até que todos os conceitos relevantes para o objetivo proposto tenham sido representados.

Seguindo esses passos propostos de Construção de Mapas Conceituais, e tentando exemplificar a Estrutura Conceitual dos Mapas Conceituais mostrado na Figura 5.1, a Figura 5.2 traz um exemplo de Mapa Conceitual dos Tipos de Precipitação Atmosférica, proposto por Buchweitz (1984).

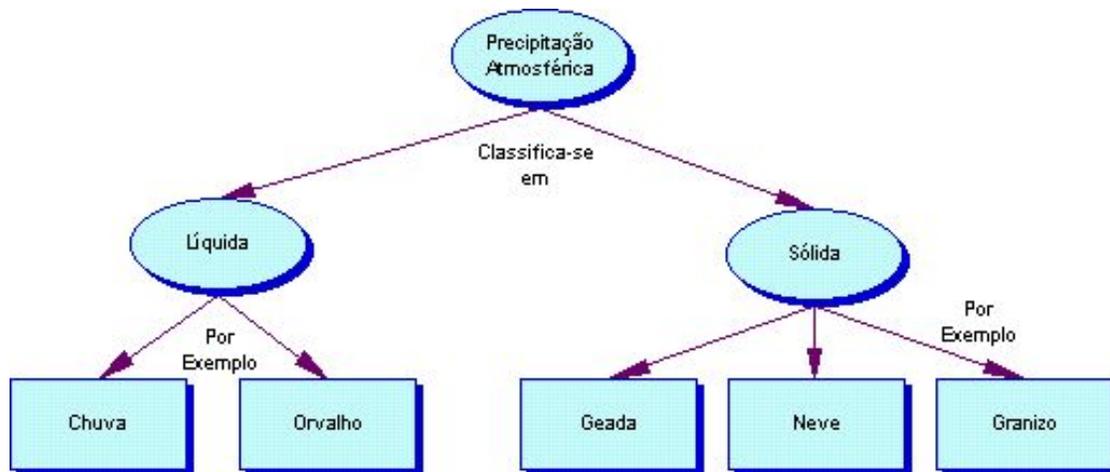


Figura 5.2: Mapa Conceitual dos Tipos de Precipitação Atmosférica (Buchweitz, 1984)

Os mapas conceituais assim construídos ficam com uma estrutura hierárquica. Para distinguir o conceito mais abrangente dos demais, basta procurá-lo no topo da lista. Com isso, e recorrendo a idéia inicial de construção de um curso utilizando-se desta técnica para a modelagem do domínio do conteúdo a ser trabalhado, a construção do Mapa Conceitual deve permitir que a passagem de um bloco de informações para outro só seja possível depois que o aluno tiver assimilado todos os conceitos adequados para seguir em frente, utilizando-se de exercícios que possibilitem medir o nível de aprendizagem do indivíduo, definindo o roteiro principal do programa, isto é, aquilo que o aluno deve realmente estar apto a fazer após estudar aquele roteiro.

Segundo Kawazaki (1996), a escolha de determinadas informações em detrimento de outras, depende de três fatores:

- adequação de uma mídia para apresentar determinado tipo de informação: já que uma mesma informação pode ser apresentada de diversas formas;
- perfil dos aprendizes: alunos não alfabetizados ou deficientes visuais, por exemplo, podem determinar a elaboração de um software totalmente narrado;
- recursos materiais disponíveis para a utilização do programa: a utilização de material muito sofisticado além de necessitar mais tempo e pessoal especializado requer equipamento adequado.

Assim, para Kawazaki (1996), é importante: escolher o tema a ser abordado; definir o objetivo principal a ser perseguido; definir a apresentação dos tópicos, colocando-os numa seqüência hierarquizada com as interligações necessárias; dar conhecimento ao aluno do que se espera quanto ao que ele poderá ser capaz de realizar após a utilização do processo de aprendizagem; permitir sessões de *feedback*, de modo que ao aluno seja possível rever seus conceitos, e ao professor avaliar o instrumento utilizado, de modo a enfatizar sempre os pontos mais relevantes do assunto, mostrando onde houve erro e promovendo recursos de ajuda.

Os mapas conceituais possuem por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição consiste em dois ou mais termos conceituais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica. Em uma forma mais simples, um mapa de conceitos consta apenas de dois conceitos unidos por uma palavra de ligação de modo a formar uma proposição.

Conforme Joseph D. Novak, da Cornell University, existe um crescente escopo de pesquisa que mostra que quando estudantes trabalham em grupos pequenos e existe uma colaboração implícita e explícita na aprendizagem de uma determinada temática ou assunto, resultados cognitivos e afetivos aparecem de forma positiva. Ressalta ainda que a produção significativa de mapas conceituais aparece em seu trabalho com professores e alunos quando esses trabalham em grupos, de forma colaborativa.

Esse mesmo autor define mapas conceituais como ferramentas para organizar e representar o conhecimento. Mapas conceituais incluem conceitos, geralmente envoltos em círculos, caixas, ou outro desenho; e relacionamentos e conexões entre os conceitos ou proposições, indicados com linhas ligando dois ou mais conceitos.

Conceitos são definidos com sendo regularidades percebidas em eventos ou objetos *designados* por uma etiqueta. A etiqueta para a maioria dos conceitos é uma palavra, embora algumas vezes são usados símbolos. Proposições são declarações sobre algum objeto ou evento no universo, ocorridos naturalmente ou construídos. Proposições contém dois ou mais conceitos conectados com outras palavras com o objetivo de formar uma declaração significativa, chamadas unidades semânticas ou unidades de significados.

5.3 - Utilização de Mapas Conceituais no Contexto Educacional

Conforme Novak, J. D. e Gowin, D. B. (1999) a contribuição mais significativa dos mapas conceituais no contexto educacional reside no fato de que propicia a melhoria das técnicas de avaliação, em especial das que se aplicam na investigação e pesquisa. Algumas vezes os diagramas são chamados de unidades semânticas ou unidades de significados, como mostrado na Figura 5.3, que mostra um exemplo que descreve a estrutura dos Mapas Conceituais.

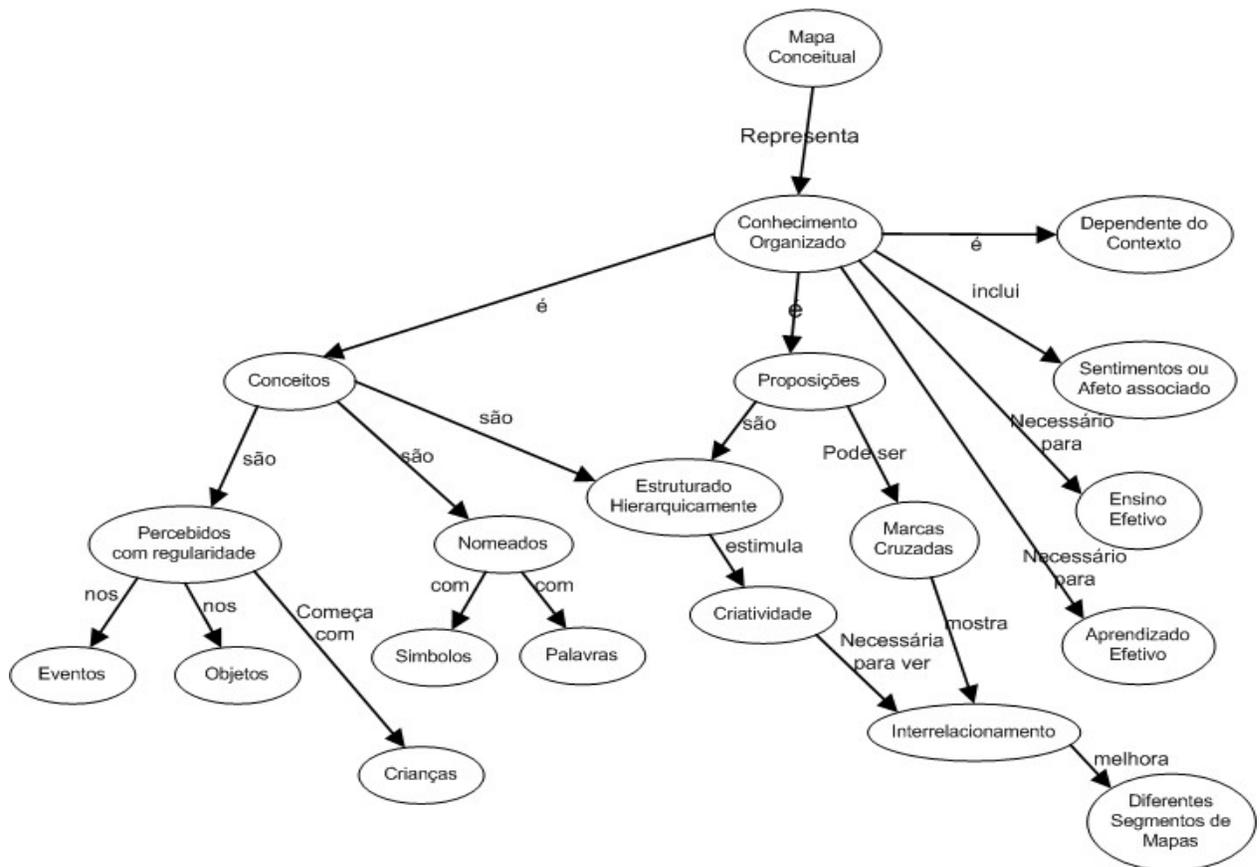


Figura 5.3: Utilização de Mapa Conceitual para Auto-Definição

(adaptado de: <http://cmap.coginst.uwf.edu/info/>)

Como uma ferramenta de aprendizagem, os Mapas Conceituais não são apenas úteis para o professor organizar o conteúdo e selecionar estratégias de ensino associados, mas também, são excelentes recursos, pois permitem: a) fazer anotações; b) resolver problemas; c) planejar o

estudo e/ou a redação de grandes relatórios; d) preparar-se para avaliações; e) identificar a integração dos tópicos.

Considerando ainda os professores, os Mapas Conceituais podem constituir-se poderosos auxiliares em suas tarefas rotineiras, tais como:

- **ensinar um novo tópico:** Na construção de mapas conceituais, os conceitos difíceis são clarificados e podem ser arranjados em uma ordem sistemática. O uso de mapas conceituais pode auxiliar os professores manterem-se mais atentos aos conceitos chaves e relações entre eles. Os mapas podem auxiliá-lo a transferir uma imagem geral e clara dos tópicos e suas relações para seus estudantes. Desta forma torna-se mais fácil para o estudante não perder ou não entender qualquer conceito importante.
- **reforçar a compreensão:** o uso dos Mapas Conceituais reforça a compreensão e aprendizagem por parte dos alunos. Ele permite a visualização dos conceitos chave e resume suas inter-relações.
- **verificar a aprendizagem e identificar conceitos mal compreendidos:** os Mapas Conceituais também podem auxiliar os professores na avaliação do processo de ensino. Eles podem avaliar o alcance dos objetivos pelos alunos através da identificação dos conceitos mal entendidos e os que estão faltando.
- **avaliação:** a aprendizagem do aluno (alcance dos objetivos, compreensão dos conceitos e suas interligações, etc.) podem ser testadas ou examinadas através da construção de mapas conceituais.

5.4. Ferramentas para Construção de Mapas Conceituais

Existem diversas ferramentas utilizadas para a construção de Mapas Conceituais. Dentre as ferramentas aqui citadas, duas delas serão analisadas com mais profundidade pelo fato de terem sido testadas, avaliadas e serem consideradas, pela comunidade acadêmica, como as principais ferramentas para este pressuposto.

As ferramentas que foram encontradas na pesquisa, destinadas a construção de Mapas Conceituais são:

- *CMap Tools* (<http://www.uwf.com>);
- *Inspiration* (<http://www.Inspiration.com/>);
- SemNet Research Group (<http://apple.sdsu.edu/logan/SemNet.html>);
- MindMan (<http://mindman.com/>);
- VisiMap and InfoMap (<http://www.coco.co.uk/>);
- Activity Map (<http://www.timesystem.com/timesystem/software/AMW/>);
- Mind Mapper (<ftp://ftp.std.com/ftp/vendors/emagic/mindmap/mindmap.zip>);

Das ferramentas acima citadas optou-se por analisar e testar duas delas em virtude do acesso às ferramentas e documentação. As demais não foram testadas, mas contribuíram para formar uma idéia geral das características técnicas disponibilizadas em cada ferramenta. As duas ferramentas analisadas são: ***CMap Tools***, desenvolvida pelo Institute for Human Machine Cognition da University of West Florida e o ***Inspiration*** desenvolvido pela empresa *Inspiration Software*.

Esta análise das ferramentas procura evidenciar as principais características de cada ferramenta, bem como, fazer uma comparação entre elas evidenciando aspectos negativos e positivos que contribuam na sua integração com outras ferramentas. Integração esta, que será necessária, dada a linha de pesquisa sugerida.

5.4.1 *CMap Tools*

O *CMap Tools* é uma ferramenta desenvolvida e distribuída gratuitamente pelo IHMC da University of West Florida. O IHMC, sob a supervisão do Dr. Alberto J. Canas (Canas, 2000), tem disponibilizado o software *CMap Tools* em conjunto com outras ferramentas com o objetivo de proporcionar ambientes colaborativos e prover aos estudantes, meios de colaborar seus conhecimento, permitindo que estudantes naveguem, construam, compartilhem e critiquem Mapas Conceituais como uma ferramenta didática.

A ferramenta computacional possui independência de plataforma e rede, permitindo aos usuários construir e colaborar de qualquer lugar na rede durante a elaboração dos mapas conceituais com colegas, como também, compartilha e navega por outros modelos distribuídos em servidores pela Internet. Através de uma arquitetura flexível, a ferramenta permite ao usuário instalar somente as funcionalidades necessárias, adicionando mais módulos conforme a necessidade, ou na medida que novos módulos com novas funcionalidades sejam desenvolvidas.

O IHMC da University of West Florida, desenvolveu duas ferramentas que se complementam da construção de mapas conceituais:

- *CMap Tools*: é utilizado para fazer a autoria dos mapas conceituais, onde o usuário desenvolverá todo o seu trabalho de elaboração;
- *Cmap Server*: é utilizado para permitir que o usuário compartilhe os mapas conceituais através da internet para trabalhar de forma colaborativa com outros usuários.

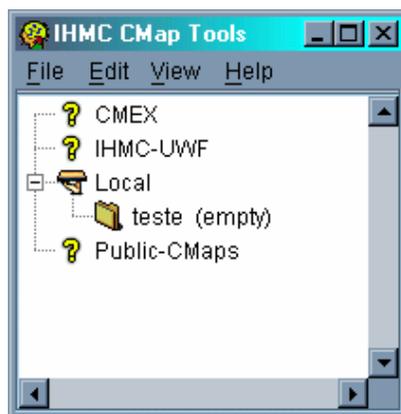


Figura 5.4: Tela de abertura do IHMC CMap Tools

No *CMap Tools* o usuário tem a possibilidade de criar Mapas Conceituais fazendo uso de recursos que lhe permitam estruturar e organizar o domínio de acordo com as premissas já apresentadas anteriormente, onde poderá colocar em prática os conceitos destacados nas teorias de Ausubel e Novak.

Como pode ser observado na Figura 5, onde é apresentada a tela para edição dos mapas, que os conceitos são colocados em retângulos e que por sua vez são interligados por linhas que possuem a descrição desta relação. Nos mapas podem ser inseridos *links* para texto, figuras, vídeos, sons, assim como podem apontar para outros mapas que possuam alguma relação entre os conceitos. Outros recursos também podem ser inseridos, tais como figuras, desenhos etc.

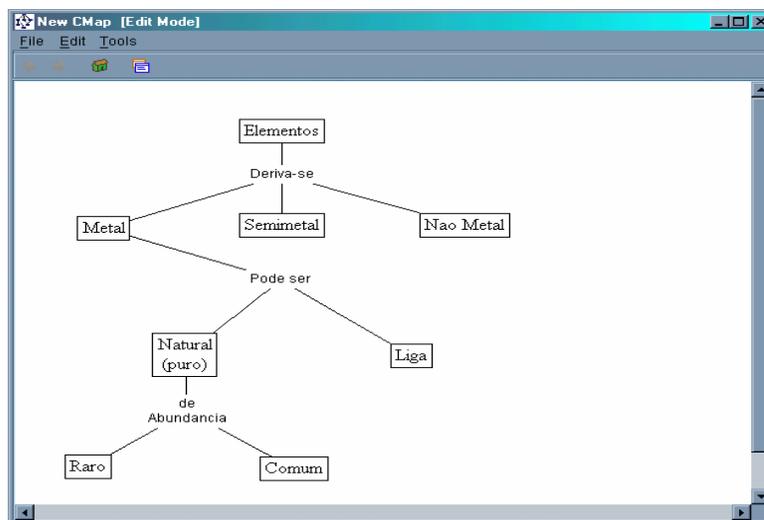


Figura 5.5: Mapa Conceitual sobre metais, utilizando o Cmap Tool

No CMap a construção de mapas é organizada em projetos, que poderão conter vários mapas, relacionados ou não.

Uma das características mais relevantes do *CMap Tools*, é a distribuição e compartilhamento de Mapas Conceituais. Isso é possível devido a sua estrutura Cliente/Servidor.

Uma outra característica positivas no uso do *CMap Tools*, tendo em vista o propósito deste trabalho, é a possibilidade de exportar os mapas em formato html e JavaScript. Esta operação permitirá que uma outra ferramenta, como por exemplo de autoria em hipermídia, utilize os mapas para ajudar a construir o seu mapa de navegação.

5.4.2 *Inspiration*

O *Inspiration* é uma ferramenta da *Inspiration Software Inc.*, que integra ambientes dinâmicos com o intuito de organizar idéias e informações, comum em todos os softwares de autoria de Mapas Conceituais.

A versão analisada do software *Inspiration* foi a 6.0 Trial. O *Inspiration* permite que facilmente sejam criados e modificados Mapas Conceituais. O software apresenta uma interface intuitiva e de fácil manuseio e mantém o foco onde dever ser, nas idéias, e não no processo de desenho. A sua visão de esboço torna simples o ato de priorizar e rearranjar idéias para criar composições claras e concisas.

Diferentemente do CMap Tool, o *Inspiration* não é uma ferramenta voltada totalmente para a construção de Mapas Conceituais em ambiente educacional, seu uso é mais amplo e não apresenta um modelo rígido de Mapas Conceituais, apresentando em seus diagramas outros elementos que não são comuns em Mapas Conceituais tradicionais. Dessa forma, o *Inspiration*, além dos Mapas Conceituais, é utilizado para a criação de outros tipos de organizadores de idéias e conceitos.

Contudo, é possível gerar no *Inspiration* mapas conceituais seguindo as especificações tradicionais, como as utilizadas no *CMap Tools*, como pode ser observado na Figura 5.6, que traz o ambiente de edição de Mapas Conceituais e o Mapa Conceitual de Metais, construído também no *CMap Tools*.

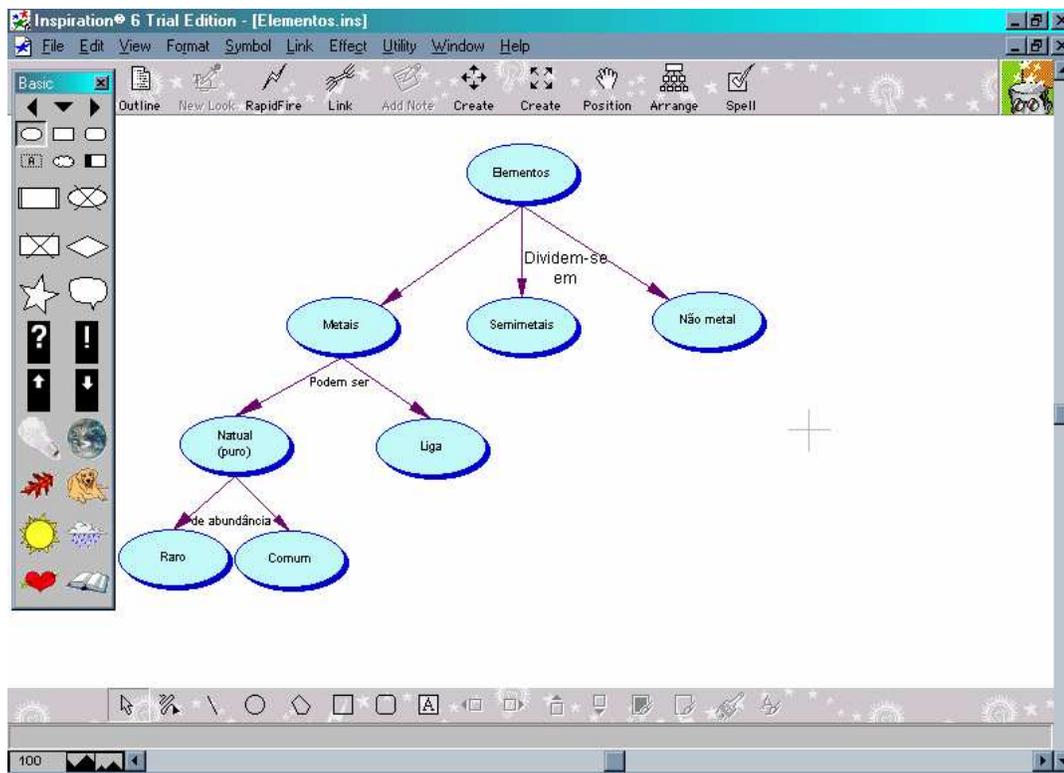


Figura 5.6: Mapa Conceitual sobre metais, utilizando o Inspiration

O *Inspiration* não possui as possibilidades de trabalho cooperativo na autoria de mapas como é previsto no *CMap Tools*. Ficando então a elaboração restrita a um autor e os mapas (diagramas) armazenados em uma base não distribuída.

Uma das características positivas no *Inspiration* são as muitas possibilidades de formatos de exportação dos diagramas gerados pelo mesmo, isto facilitaria, por exemplo, a importação dos diagramas para uma ferramenta hipermídia para gerar os mapas de navegação.

5.5 Análise das Ferramentas: *Cmap Tool* e *Inspiration*

A análise das ferramentas teve como base a facilidade de utilização dos editores de mapas conceituais pelo público alvo: professores, principalmente os que atuam no ensino superior.

A ferramenta para construção de mapas conceituais *CMap Tools* apresenta uma interface simples e de fácil aprendizagem e, também, boas características para o trabalho cooperativo na

construção de mapas e tem esta como uma de suas grandes vantagens. O aspecto mais importante na integração com uma ferramenta de autoria de cursos *Online* seriam os formatos gerados para exportação, e neste caso, o *CMap Tools* possibilita a exportação dos seus mapas em formato GIF e HTML.

A ferramenta *Inspiration*, possui como forte característica a utilização de recursos semióticos em sua interface gráfica. Como descrito anteriormente, esta ferramenta não possui os recursos para trabalho cooperativo. Também não possui uma rigidez na construção dos Mapas, fazendo com que o autor inclua elementos que não são pertinentes a idéia clássica de Mapas Conceituais apresentada por Novak [Ausubel80]. Porém, tem como grande vantagem a variedade de formatos disponíveis para exportação, sendo um destes muito interessante para integração com outras ferramentas, que são os *HTML-Multiple Web Pages*. Este formato gera uma página web para cada conceito relatado no mapa, assim como cria os *links* entre as páginas de acordo com o relacionamento entre os conceitos.

Para tornar mais claro a comparação entre as ferramentas analisadas foi elaborada a Tabela 5.1, que apresenta as principais características destas ferramentas.

Tabela 5.1: Comparativo entre as ferramentas Cmap Tool e Inspiration

Características	CMap Tools	Inspiration
Plataforma	Windows, Unix, Mac (desenvolvida em Java)	Windows
Interface do usuário	Intuitiva e de fácil manuseio para usuários iniciantes	Intuitiva e de fácil manuseio para usuários iniciantes
Cooperação na autoria	sim	não
Suporte a som	sim (wave)	não
Suporte a gráficos	Jpeg, Gif	gif, jpeg, bmp, wmf, pct
Suporte a vídeo	Mpeg, Avi, Quick Time	não
Importação	txt, pdf, html	txt
Exportação	gif, html	rtf, mpf, jpeg, html single web page, html multiple web pages, Mpx, txt
Conectividade com a Internet	disponibiliza mapas conectado através de servidores web	somente detecta url's
Preço	free	69,00 (dólares)
Fabricante	IHMC - University of West Florida	<i>Inspiration</i> Software

Como pode ser evidenciado na Tabela 5.1, as ferramentas são bem semelhantes, não sendo significativas as diferenças encontradas nas avaliações.

Entretanto, levando-se em conta a interface gráfica, a disposição dos recursos e o material disponível, optou-se, para este trabalho, pela utilização da ferramenta *Inspiration*.

A facilidade de utilização da interface da ferramenta *Inspiration* fica clara quando analisa-se o desenvolvimento de uma pesquisa junto a professores e alunos do curso de pós-graduação na Faculdade de Educação, no LAPEMMEC/CEMPEM/FE/UNICAMP². Esta pesquisa tem como pesquisadora responsável a Professora Dra. Rosana G. S. Miskulin, apoiada pela FAPESP, sobre a inserção da TICS³ no contexto educacional, denominada: “Ambientes Computacionais na Exploração e Construção de Conceitos Matemáticos no Contexto da Formação Reflexiva de Professores” que possuía os seguintes objetivos:

- 1- Oferecer pressupostos teórico-metodológicos para uma formação reflexiva e consciente aos futuros professores da área de Educação Matemática a respeito da compreensão e da utilização de ambientes computacionais, possibilitando-lhes, dessa forma, fornecer uma visão crítica de como a tecnologia pode ser incorporada e utilizada no contexto da sala de aula no desenvolvimento de conceitos matemáticos;
- 2- Propiciar subsídios e elementos didático-cognitivos para o *design* de ambientes interativos baseados em ambientes computacionais de Simulação, Tutoriais, Resolução de Problemas, Linguagem de Programação, Animação, Internet, entre outros; e
- 3- Fornecer subsídios teórico-metodológicos para a elaboração de uma metodologia alternativa baseada na utilização consciente da tecnologia no trabalho docente, contribuindo para um possível redimensionamento no processo de formação de professores e no processo de exploração e construção de conceitos matemáticos.

² LAPEMMEC – Laboratório de Pesquisa em Educação Matemática Mediada por Computador/ CEMPEM - Círculo de Estudo, Memória e Pesquisa em Educação Matemática/ FE - Faculdade de Educação/UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas.

³ Tecnologias da Informação e Comunicação – Essa terminologia passa a ter um significado abrangente, popularizado na década de 90, utilizado para referenciar as tecnologias requeridas para o processamento, conversão, armazenamento, transmissão e recebimento de informações, bem como, o estabelecimento de comunicações pelo computador. A terminologia: TICS resulta da fusão das tecnologias de informação, antes referenciadas como Informática e as Tecnologias de Comunicação, referenciadas anteriormente como telecomunicações e mídia eletrônica. As TICS envolvem a aquisição, o armazenamento, o processamento e a distribuição da informação por meios eletrônicos e digitais, como rádio, televisão, telefone e computadores, entre outros. – Essas concepções foram obtidas através de sites sobre o tema na Internet.

5.6 A Utilização de Mapas Conceituais para Planejamento das Disciplinas em Cursos *Online*

De uma forma geral, os conteúdos disponibilizados nos cursos *Online* são apresentados em um formato estático. Geralmente, tais conteúdos são divididos em diversos módulos, com avaliação formal no final de cada um desses módulos, caracterizada como avaliação somativa. A Figura 5.8, ilustra este esquema geral.

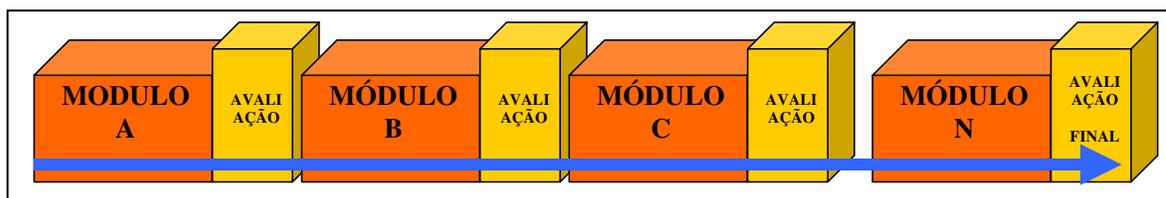


Figura 5.8: Esquema genérico de apresentação de conteúdos em cursos *Online*

Da forma apresentada na Figura 5.8, fica claro que a verificação do aprendizado durante o processo não existe. Assim, as avaliações Formativas não são contempladas neste modelo, cabendo ao docente a implantação, quando possível, de avaliações informais, como por exemplo, observação da participação individual dos alunos, quantidade de perguntas ou respostas em cursos *Online*, entre outras.

A proposta do presente trabalho é aprimorar este esquema genérico, trabalhando os conceitos centrais objetivados em cada um dos módulos. Com isso, objetiva-se contemplar a avaliação formativa no processo de ensino-aprendizado *Online*, potencializando a ação docente e sua efetividade.

Ao isolar e analisar um módulo específico de um curso, conclui-se que tal módulo tem um objetivo geral e para atingi-lo, ao longo do curso, deve ser trabalhado uma gama de conceitos inter-relacionados, cada qual com seus objetivos específicos. É nesse ponto, que a utilização de Mapas Conceituais se faz presente e necessária para que o docente possa, de uma maneira fácil e rápida, planejar a elaboração dos conteúdos pela construção e posterior visualização do Mapa Conceitual, daquele módulo em específico. A Figura 5.9 ilustra este processo de planejamento.

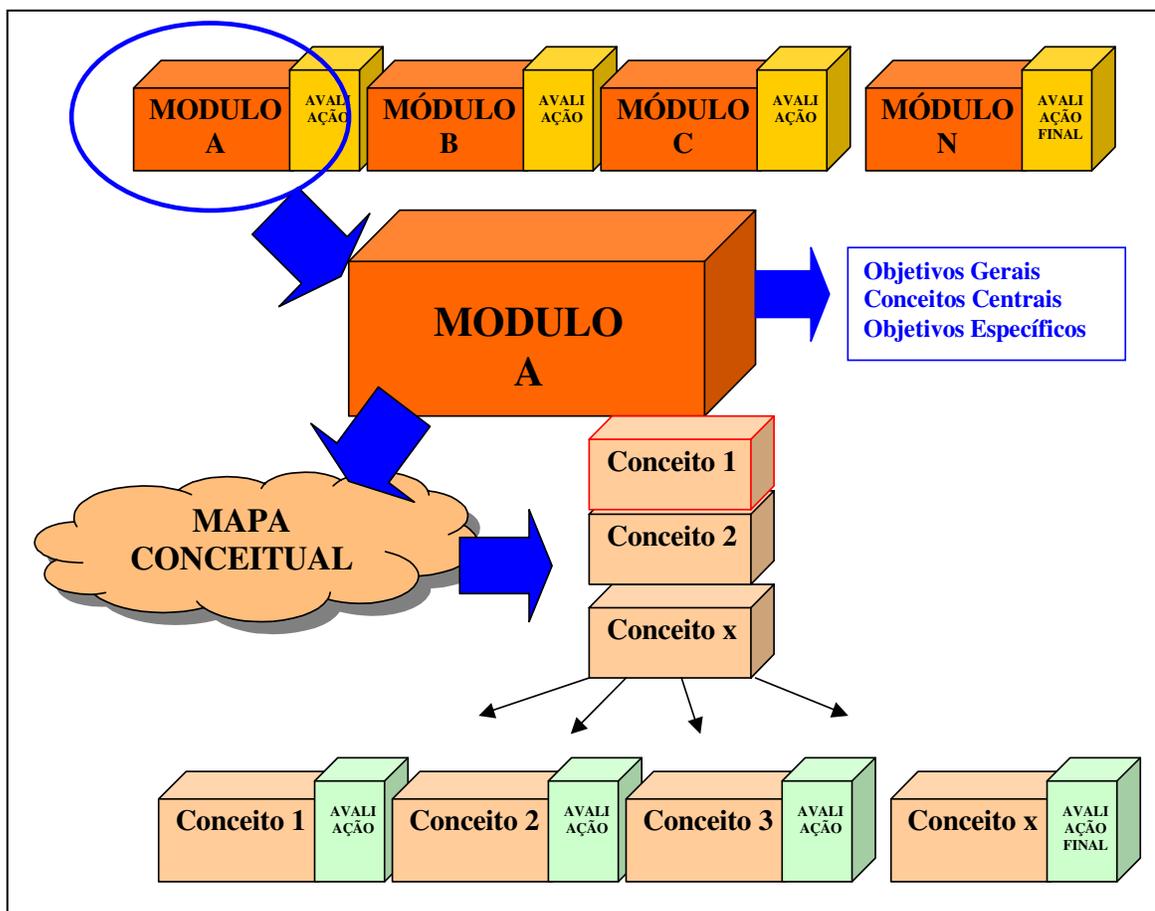


Figura 5.9: Planejamento de um Módulo de um curso *Online* pela utilização de Mapas Conceituais

Para cada conceito, temos os objetivos específicos. Dessa forma, aplicando a Taxonomia dos objetivos educacionais de Bloom, consegue-se mensurar a efetiva assimilação por parte dos alunos deste conceito específico.

Segundo Bloom et al (1976), existem três formas de avaliação: a formativa, a somativa e a diagnóstica.

A avaliação *Formativa* ocorre durante o processo de instrução; inclui todos os conteúdos importantes de uma etapa da instrução; fornece *feedback* ao aluno do que aprendeu e do que precisa aprender; fornece feedback ao professor, identificando as falhas dos alunos e quais os aspectos da instrução que devem ser modificados; busca o atendimento às diferenças individuais dos alunos e a prescrição de medidas alternativas de recuperação das falhas de aprendizagem.

A avaliação *Somativa* ocorre ao final da instrução com a finalidade de verificar o que o aluno efetivamente aprendeu; inclui conteúdos mais relevantes e os objetivos mais amplos do período de instrução; visa à atribuição de notas; fornece *feedback* ao aluno (informa-o quanto ao nível de aprendizagem alcançado), se este for o objetivo central da avaliação formativa; presta-se à comparação de resultados obtidos com diferentes alunos, métodos e materiais de ensino.

A avaliação *Diagnóstica* pode ocorrer em dois momentos diferentes: antes e durante o processo de instrução; no primeiro momento, tem por funções: verificar se o aluno possui determinadas habilidades básicas, determinar que objetivos de um curso já foram dominados pelo aluno, agrupar alunos conforme suas características, encaminhar alunos a estratégias e programas alternativos de ensino; no segundo momento, buscar a identificação das causas não pedagógicas dos repetidos fracassos de aprendizagem, promovendo, inclusive quando necessário, o encaminhamento do aluno a outros especialistas, tais como psicólogos, orientadores educacionais, entre outros. (Bloom et al, 1976, p. 4-26).

Com isso, ao produzir um curso *Online*, utilizando-se de tal metodologia, o professor consegue introduzir no processo, a avaliação Formativa, aplicada no final do desenvolvimento de cada conceito. Com isso, uma avaliação mais efetiva seria possível por parte dos docentes em cursos *Online*.

A Figura 5.10, ilustra como cada módulo ficaria constituído.

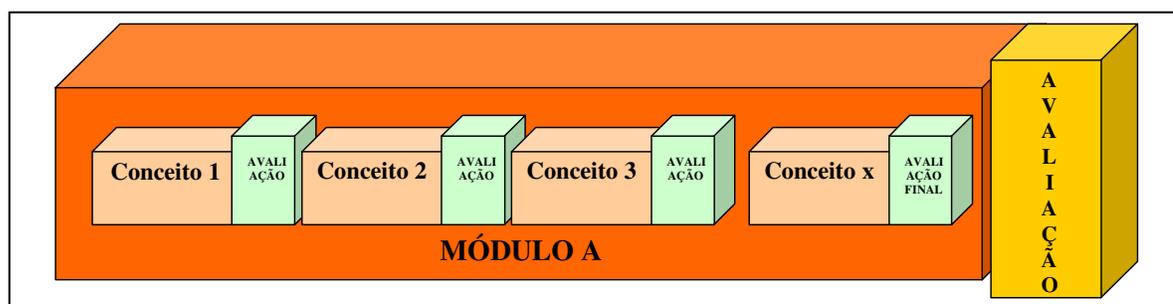


Figura 5.10: Constituição, após planejamento, dos módulos de ensino em cursos *Online*

A partir da Figura 5.10, pode-se identificar dois tipos distintos de avaliação: a Avaliação Formativa, aplicada depois de cada conceito (entretanto, não apenas a avaliação formal com questões e respostas, mas também, e principalmente, o acompanhamento do aluno, através de

informações captadas e armazenadas por um sistema computacional, pelo professor) e a Avaliação Somativa, aplicada no final de cada Módulo. A Figura 5.11 ilustra e ressalta esses dois tipos de avaliação.

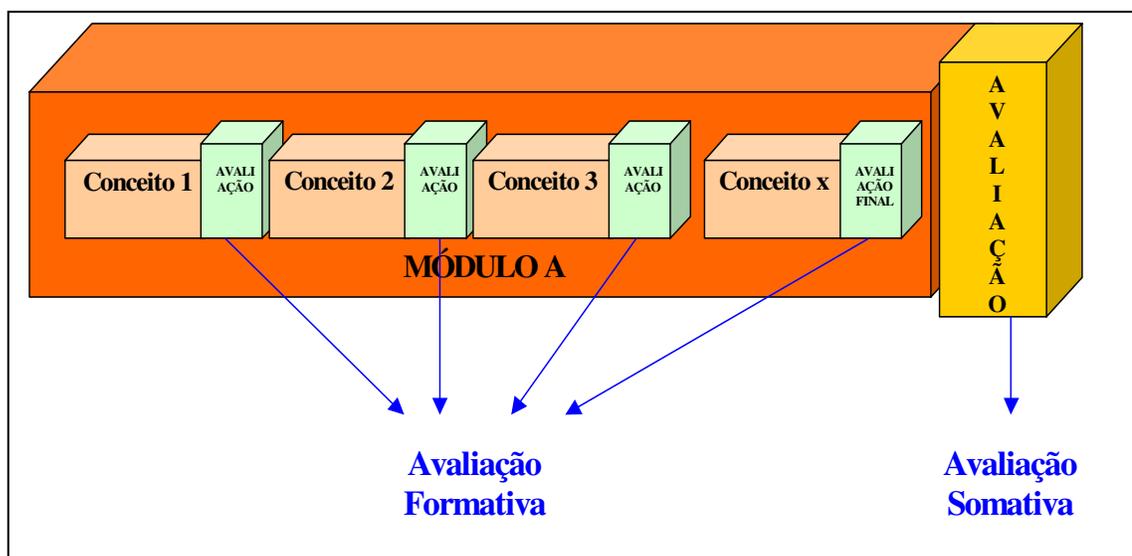


Figura 5.11: Tipos de Avaliação em cursos *Online*, após o planejamento através de Mapas Conceituais.

Com relação ao tipo de avaliação, o que se verifica é que a grande maioria dos professores centraliza o processo avaliativo no resultado das avaliações somativas, realizadas tradicionalmente ao final de determinados períodos de aulas, tais como bimestres ou semestres. Tais práticas se devem, efetivamente, pela dificuldade encontrada pelo professor em reunir informações suficientes dos alunos, ao longo do processo de ensino-aprendizado, que viabilizem sua avaliação formativa. E, além disso, após reunir essa gama de dados significativos o professor deve analisá-los e retornar aos alunos tais resultados em tempo hábil para que estes últimos, também, possam corrigir suas práticas e, assim, potencializar seu aprendizado.

Dessa forma, ao se dividir os módulos de ensino em conceitos e aplicarmos processos avaliativos em maior escala (ao final de cada conceito), conseguir-se-ia, através de ferramentas computacionais adequadas, identificar e armazenar informações comportamentais dos alunos perante os conteúdos e seu aprendizado. Após cruzamento de dados entre o resultado esperado, as informações do comportamento do grupo e as informações de um aluno em particular, o

professor, com base nessas informações, conseguiria atuar de forma pró-ativa junto aos alunos, individualmente, evidenciando assim a função potencializadora da avaliação formativa no processo de ensino-aprendizado.

Com a finalidade exemplificar o processo de planejamento, utilizando Mapas Conceituais na representação de conceitos e sub-conceitos, na Figura 5.12 é ilustrado os sub-conceitos e seus relacionamentos resultantes do conceito central de Força. Trata-se de um Mapa Conceitual para Força (conceito).

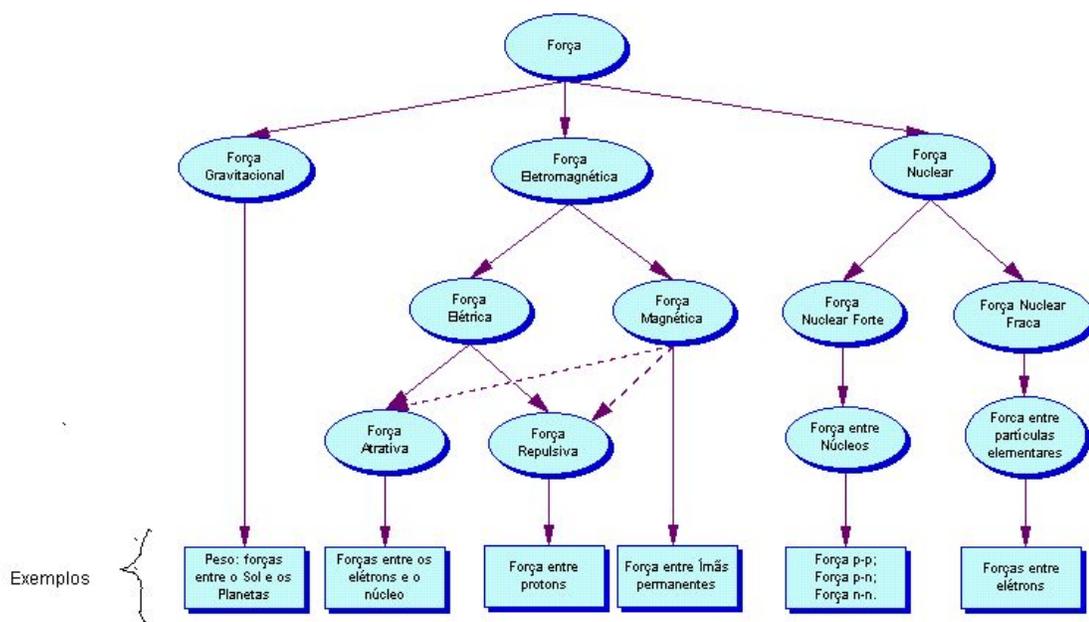


Figura 5.12: Mapa Conceitual para Força (adaptado de Moreira, 1987).

Conforme proposto anteriormente, o mapa conceitual resultante de um determinado conceito, com seus conceitos e sub-conceitos, pode ser encarado como o planejamento da disciplina para *design* instrucional.

Cada sub-conceito pode ser traduzido como uma ou mais páginas web, dependendo da profundidade a ser trabalhada.

Com relação a profundidade, pode-se pensar em vários níveis de apresentação de conteúdos aos alunos, onde o objetivo é fazer com que o aluno percorra o menor caminho possível.

Dessa forma, partindo-se do módulo que chamaremos de Força, poderemos construir um primeiro nível conceitual, formado por três conceitos (ou sub-conceitos): Força Gravitacional, Força Eletromagnética e Força Nuclear. Um maior aprofundamento nestes conceitos poderia resultar em um segundo nível para o caso das Forças Eletromagnética (Força Elétrica e Força Magnética) e Nuclear (Força Nuclear Forte e Força Nuclear Fraca). Adota-se neste trabalho o aprofundamento conceitual em três níveis, pois se acredita que uma interação presencial com o docente após o terceiro nível é mais conveniente e proveitosa do que um outro nível de aprofundamento conceitual *online*. Uma ampliação em mais níveis implicaria na reprogramação da ferramenta computacional, podendo constituir-se de futuros trabalhos.

Dessa forma, o planejamento do *design* instrucional dos conceitos a serem trabalhados no módulo Força é ilustrado na Figura 5.13.

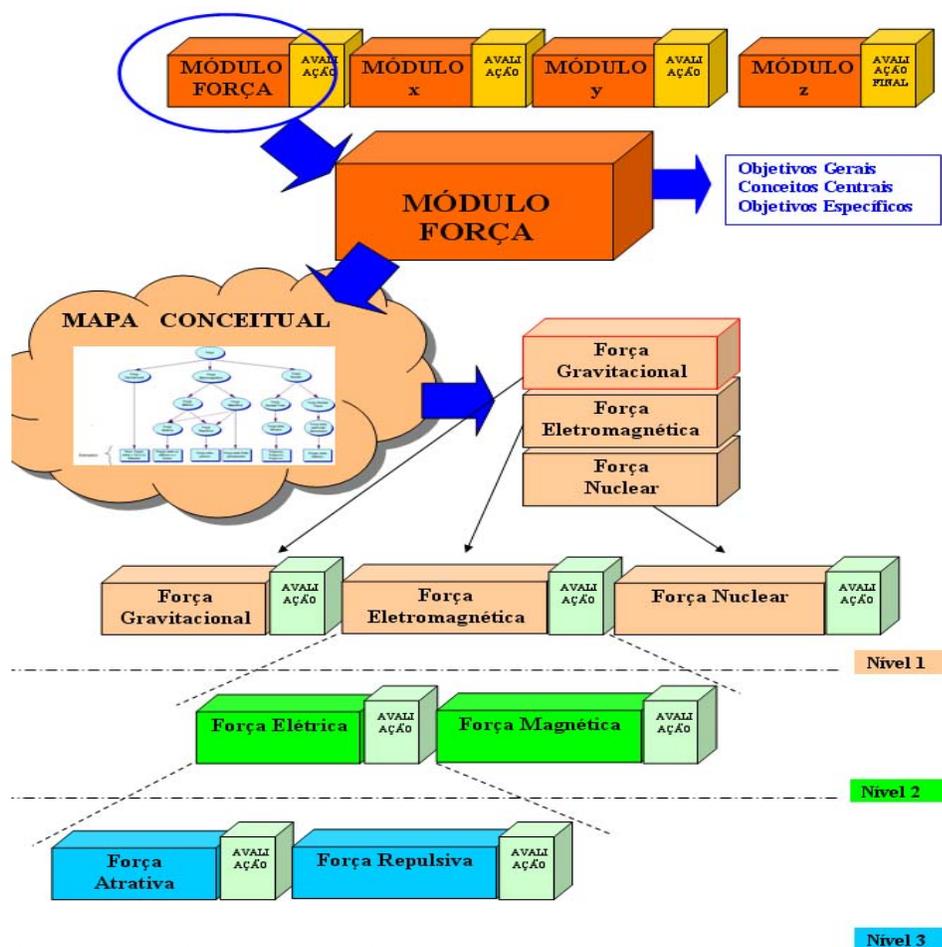


Figura 5.13: Planejamento do *Design* Instrucional para o Módulo Força baseado no M.P.

Depois de realizado tal planejamento do módulo, o professor deverá pensar no conteúdo instrucional que irá colocar em cada uma das páginas web a serem criadas (pelo menos uma para cada sub-conceito). É nesse ponto que uma ferramenta de edição instrucional, específica para esta situação, se faz necessário. O capítulo a seguir apresenta a ferramenta de edição de Cursos *Online* que auxilia os docentes na inclusão de materiais instrucionais, seguindo o planejamento proposto e descrito no Mapa Conceitual.

6

Auxiliar – Construtor : *Uma ferramenta para autoria de conteúdos para cursos Online*

Foi observado que o simples reaproveitamento de conteúdo, previamente construído para a utilização em aulas presenciais, não deve ser implementado nos programas de ensino *Online*. Estudos mostram que a reconstrução dos conteúdos é imprescindível para se conseguir uma maior efetividade do processo de aprendizagem nessa modalidade de ensino.

Nesse contexto, a construção e a reutilização de conteúdos pedagógicos que considerem conceitos semióticos podem potencializar a ação do professor na elaboração e, por conseguinte, na condução de cursos *Online* na área de Engenharia, pois conduzem a processos cognitivos nos estudantes mais complexos e completos.

Por outro lado, o nível de utilização do ensino *Online* está longe de atingir sua máxima potencialidade. Uma série de estudos e pesquisas realizadas ao redor do mundo apontam diversos obstáculos percebidos pelos professores, de ordem pessoal, tecnológica e institucional, como sendo causa de tal limitação. Como já mencionado neste trabalho, em recente pesquisa realizada junto a professores da área de Engenharia, foram constatados cinco grandes obstáculos que impedem um maior desenvolvimento desta forma de ensino.

A partir destas considerações, foi elaborado um planejamento de desenvolvimento de uma ferramenta computacional (AUXILIAR-CONSTRUTOR) que auxilie os professores no planejamento e *design* instrucional de cursos *Online* (Piva Jr. *et al*, 2002b).

Este capítulo tem como objetivo apresentar o processo de desenvolvimento da ferramenta computacional AUXILIAR-CONSTRUTOR, destinada a edição, diagramação e

publicação de cursos *Online*, a partir de um prévio planejamento. Essa aplicação objetiva potencializar uma nova forma de desenvolvimento de módulos de instrução para cursos da área de Engenharia.

6.1 Obstáculos para a Introdução do Ensino *Online*

Para se conseguir sucesso na integração da tecnologia ao ensino, não se deve apenas ater-se à aceitação e efetiva utilização da tecnologia pelos alunos, mas também, e de forma prioritária, do seu entendimento e sua massiva utilização por parte dos professores. No caso do ensino *Online*, estudos relatam uma série de obstáculos (barreiras) que impedem o efetivo uso da tecnologia pelos professores, fazendo surgir um hiato entre o uso atual e o esperado, conforme na evidenciado no capítulo 2, do presente trabalho.

Assim, o desenvolvimento da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR tem por finalidade a potencialização do processo de ensino-aprendizagem, corroborando na minimização dos impactos no processo de *design* instrucional de cursos *Online* ocasionados por alguns dos obstáculos evidenciados na pesquisa descrita no Capítulo 2. Efetivamente, o desenvolvimento desta ferramenta concentrou-se nos seguintes obstáculos: a) o tempo consumido para o desenvolvimento do material didático; b) falta de habilidades técnicas no manuseio e limitações impostas pelas tecnologias; e c) falta de ferramentas específicas para a área de Engenharia.

6.2 Os Modelos Atuais de Cursos *Online*

Os ensaios atuais, utilizando Ambientes Colaborativos de Aprendizagem em cursos oferecidos à Distância pelo canal *Online*, apresentam números que levam a conclusão de que tal tecnologia ainda não passa de uma Utopia Social.

Uma forte limitação é trazida pelo *design* instrucional dos cursos *Online*. Uma grande parcela de professores, por desconhecimento das tecnologias existentes ou pela própria praticidade envolvida no processo, tentam reaproveitar uma série de materiais já desenvolvidos, tais como apresentações de *slides* e textos. Tal reaproveitamento prejudica o ensino, reduzindo a compreensão e a efetividade de todo o processo.

Em estudo recente, Khalifa e Lam (2002) provaram que o ensino através de conteúdos “estáticos”, tais como utilização de arquivos do Word e apresentações em PowerPoint (os autores intitulam tais conteúdos como DPL – *distributed passive learning*), é inferior aos conteúdos distribuídos na forma de hipertexto (os autores classificam tais conteúdos como DIL – *distributed interactive learning*). Pelos resultados encontrados pelos autores, após o processo de avaliação do aprendizado, os grupos que utilizam os cursos distribuídos no formato de hipertextos, conseguiram média de aprovação 27,45% superior aos grupos que utilizaram os cursos no formato “estático”. Em termos humanísticos e de aprendizado, essa percentagem torna-se significativa.

Isto leva à conclusão de que os conteúdos pedagógicos “estáticos”, tais como apresentações e textos previamente construídos para a utilização em aulas presenciais, não devem ser reutilizados nos programas de ensino *Online*. A reconstrução dos conteúdos é imprescindível para se conseguir uma maior efetividade do processo educacional.

Esta reconstrução, principalmente dos textos encontrados no ensino tradicional, deve utilizar o conceito de *Linguagem Dialógica Instrucional*⁴. Entende-se que um texto seja reconstruído utilizando a *linguagem dialógica instrucional* quando se escolhe o eixo paradigmático mais apropriado (para um determinado público alvo), refletindo uma maior clareza no eixo sintagmático (melhoria na organização e linearidade da frase).

Para se conseguir este intuito, o professor ao reconstruir o texto, utilizando a *Linguagem Dialógica Instrucional*, deve seguir o seguinte estilo:

- Usar sentenças curtas e evitar sentenças compostas;
- Evitar excesso de informações na sentença;
- Usar voz ativa e pronomes pessoais;
- Manter itens iguais ou equivalentes em paralelo e listar as condições separadamente;
- Usar exemplos familiares ao público alvo;

⁴ *Linguagem Dialógica Instrucional*: Este conceito foi elaborado pelo autor desta pesquisa, apoiado em Freire (1992, 1995 e 1998) e Bakhtin (1992 e 1999). Conceito este que será aprofundado em trabalhos futuros.

- Escrever o mais próximo possível de como se fala;
- Evitar jargões e palavras difíceis e desnecessárias;
- Utilizar termos técnicos somente quando necessários e sempre que possível devem vir acompanhados de explicações;
- Colocar as sentenças e parágrafos em uma seqüência lógica: primeiro as coisas que sensibilizam ou são contextualizadas por muitos e depois as coisas com baixa sensibilização e contextualização; primeiro o geral, depois o específico; primeiro os conceitos permanentes, depois os temporários.

Neste contexto, a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR foi desenvolvida objetivando justamente incorporar características que permitam uma maior adequação da organização do conteúdo.

6.3 O Modelo de Ensino Proposto

Além da reconstrução dos conteúdos, utilizando técnicas inerentes à Internet e ao processo de ensino à distância (tais como hipertexto, linguagem dialógica, semiótica e conceitos de interação homem-máquina), a formatação do conteúdo é imprescindível.

Entende-se que, dentro de um curso oferecido à distância, cada conceito tem a sua forma de avaliação e exposição de materiais instrucionais e mídias particulares. Portanto, na implementação computacional de tal conceito, é necessário que se torne possível a utilização, pelo professor, desses quesitos.

Um modelo simplificado de arranjo de conteúdo de cada conceito é mostrado na Figura 6.1. Nela é apresentada uma visão sintética de como o núcleo de inferências do sistema conduz o processo de avaliação em torno dos conceitos estudados. Como pode ser identificado, um Conceito é composto por três partes básicas: Proposta Pedagógica; Conteúdos Pedagógicos e Mídias, e Questões para Verificação do Aprendizado.

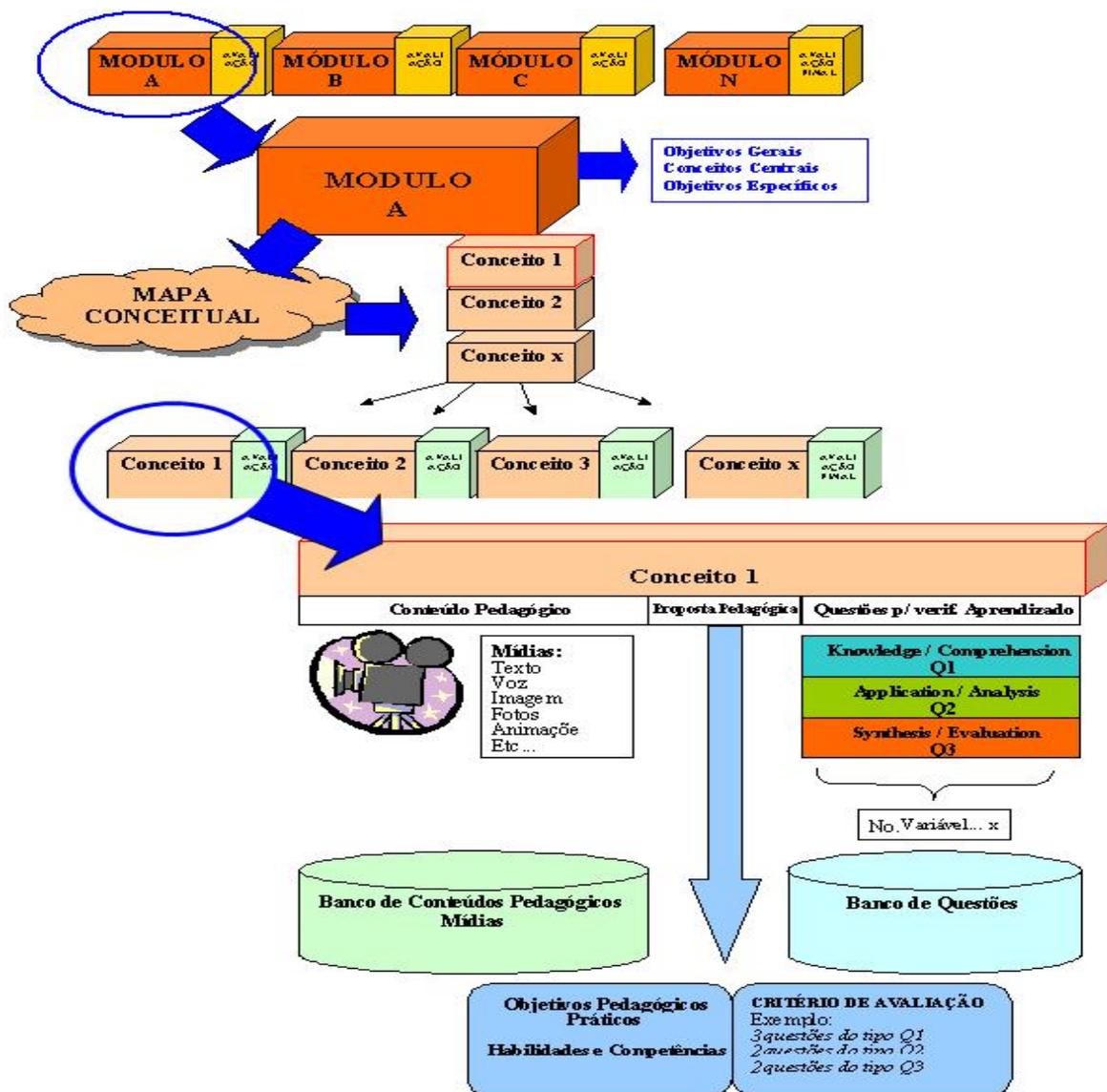


Figura 6.1: Arranjo dos conteúdos pedagógicos e questões de cada conceito

Todos esses conteúdos são armazenados em Bases de Dados específicas, o que facilita a sua manutenção e posterior e constante recuperação.

A ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR também possibilitará a montagem automática da avaliação. Para tanto, o professor deverá fornecer o critério mais adequado de avaliação daquele determinado conteúdo. Existindo compatibilidade entre a base de questões e o critério de avaliação, a ferramenta montará, automaticamente, a avaliação.

6.4 A Ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR

A ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR foi desenvolvida na plataforma Windows. Isto se deve ao fato de a maioria dos professores entrevistados trabalhar com tal sistema operacional. Isto não inviabiliza uma migração futura para outras plataformas (sistemas operacionais).

Então, por entender-se aqui que a maioria dos cursos a serem desenvolvidos será feita de forma individual, a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR foi desenvolvida para o funcionamento isolado (*stand alone*). Dessa forma, o docente deverá instalar o *software* no computador em que irá desenvolver os cursos, e *a posteriori*, fazer a migração dos conteúdos para o ambiente de disponibilização/gerenciamento de cursos.

Em virtude da forma de utilização da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR pelos professores, descrita acima, optou-se em armazenar as informações do curso (instituição, professores, módulos de ensino, configuração entre outras) em bases de dados locais, utilizando o gerenciador MS-ACCESS para criá-las.

Como a ferramenta em questão não utilizaria uma complexidade elevada nas construções de seus algoritmos, e também, era de fundamental importância a adequação ao ambiente operacional (plataforma Windows), as interfaces tinham que ser adequadas à realidade vivenciada pela maioria dos professores e a curva de aprendizado de uma nova linguagem tinha que ser a menor possível, optou-se por desenvolver a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR utilizando-se da linguagem MS-VISUAL-BASIC.

Para facilitar a operacionalização da ferramenta pelos professores, foi gerado um módulo de instalação automática da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR.

Após instalada, a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR criará uma entrada no grupo de programas do botão iniciar. Após executar o programa, a tela inicial do sistema é apresentada na Figura 6.2.



Figura 6.2: Tela inicial do módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR

A partir desse ponto, o Professor deverá seguir uma determinada seqüência de ações para publicar o curso desejado no formato hipertextual. A primeira ação que se deve tomar será verificar as configurações ou definições gerais do sistema, tais como: o diretório em que será armazenado o curso, o caminho do *software* de gravação de som e o diretório do banco de dados. Tais informações são definidas na opção **Informações Gerais**, na barra de ferramentas. A Figura 6.3 ilustra o cadastro destas informações.



Figura 6.3: Cadastro das Informações Gerais no módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR

Uma vez definidas tais informações, o próximo passo será a definição da formatação das páginas. Para tanto, o professor deverá escolher a opção **Formatação** na barra de ferramentas do módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR. A Figura 6.4 ilustra tal opção. A determinação desta formatação se fundamenta em dois princípios: o primeiro é a segurança de uma identidade visual para todo o curso, fazendo com que o professor não tenha que perder tempo com tais configurações ao longo do desenvolvimento.

O segundo princípio é a linguagem semiótica, implícita no processo de ensino *Online*. Existem inúmeras definições de semiótica. Este trabalho adota apenas a linha de Charles Sanders Peirce [1839-1914], por entendermos ser a mais abrangente e direcionada ao objetivo do estudo aqui proposto. Para Peirce a Semiótica é a doutrina formal dos signos e signo é qualquer coisa que representa algo a alguém sob determinados aspectos ou capacidades (Santaella, 1998). Como conhecedor e conhecimento são inseparáveis, a Semiótica procura explicar como o ser humano constrói significado por meio de sua interação com os signos disponíveis no mundo. A necessidade de construir significado é inerente a todo ser humano. O homem aprende pela interação com o mundo (ou seja, pela interação com os signos, Nöth, 1995).

Em uma tentativa de analisar a comunicação fundamental presente em todos os fenômenos naturais, Peirce desenvolveu uma teoria de signos, baseada em três propriedades universais: primeiridade, secundidade e terceiridade. Primeiridade é o objeto primário e existe independentemente de qualquer outra coisa. Secundidade envolve uma relação entre o objeto e algum de seu signo ou símbolo. E terceiridade é a interpretação do signo ou símbolo, chamado de interpretante.

Portanto, quanto mais próximo o professor conseguir chegar da terceiridade, ao representar os conteúdos instrucionais, maior será a efetividade e a eficácia de seu material instrucional.

Entende-se que os conceitos nas outras modalidades sógnicas (imagem, som, gestos, entonação e outras manifestações não verbais) são de fundamental importância na educação *Online*, porque são, também, construtores das funções mentais superiores ou culturais.

Assim, quando da utilização da Semiótica para o *design* de interfaces instrucionais para os alunos, estas passam a ser consideradas um artefato de metacomunicação, através da qual o

professor envia para os alunos uma mensagem expressa através da interface (instrução). A mensagem do professor tem uma natureza dinâmica e interativa, pois a instrução é formada por um conjunto de signos – palavras, gráficos, figuras, vídeos, sons etc. – trocados entre o aluno e o sistema (instrução) durante o processo de aprendizado. Portanto, entende-se que os conceitos nas outras modalidades sógnicas (imagem, som, gestos, entonação e outras manifestações não verbais) são de fundamental importância na educação *Online*, porque são, também, construtores das funções mentais superiores ou culturais.

Para Pierre Lévy (1993) “*a interface contribui para definir o modo de captura da informação oferecido aos atores da comunicação. Ela abre, fecha e orienta os domínios da significação, de utilizações possíveis de uma mídia*” (p.180). Dessa forma, uma mensagem ou estrutura bem “codificada” possibilitaria uma leitura do conteúdo eficiente e eficaz, uma vez prevendo o comportamento, fruição, proficiência e objetivos do usuário. Segundo Nojima (1999), “*a leitura do mundo é antes de tudo visual e não-verbal. O signo exerce a mediação entre o pensamento e o mundo em que o homem está inserido. Os signos podem ser intermediários entre a nossa consciência subjetiva e o mundo dos fenômenos. Pensamos com signos e em signos. O pensamento existe na mente como signo, mas para ser conhecido precisa ser extrojetado pela linguagem. A expressão do pensamento é circunscrita pela linguagem*” (p. 15).

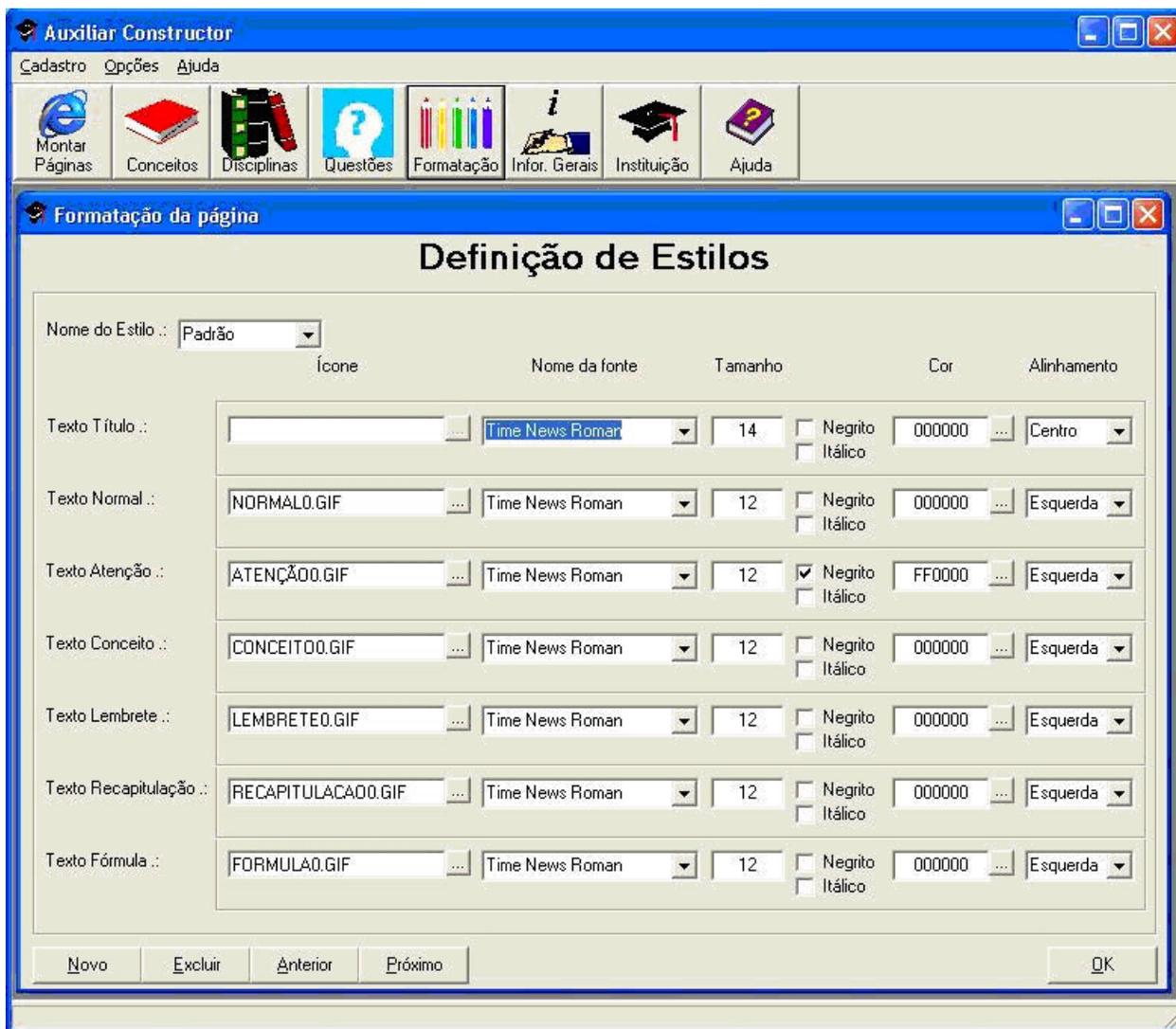


Figura 6.4: Definição de Estilos das páginas a serem montadas pelo módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR

A Figura 6.4 apresenta a opção de Definição de Estilos, onde o professor poderá redefinir o estilo padrão a seu próprio critério. Nesta figura, observa-se que cada linha corresponde a um estilo de exibição específica de um determinado tipo de texto. Os tipos possíveis são os seguintes: Título, Normal, Conceito, Atenção, Lembrete, Recapitulação e Fórmula.

Usando os conceitos de semiótica descritos anteriormente, esta definição de tipos se destina a sensibilização nos estudantes de processos cognitivos mais complexos, promovendo a ação pela percepção. Assim, o professor ao expressar um texto, ligado a uma imagem significativa (que tenha um significado para a pessoa que a perceberá), conseguirá não só

promover a primeiridade (percepção) nos estudantes, mas sobretudo, a terceiridade (entendimento da ação que deve ser realizada para aquela percepção). Tal fato tem como consequência a maior eficiência e efetividade do processo de ensino promovido por aquela expressão.

A Figura 6.5 ilustra esta relação de terceiridade expressa nos estilos pré-definidos na ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR.

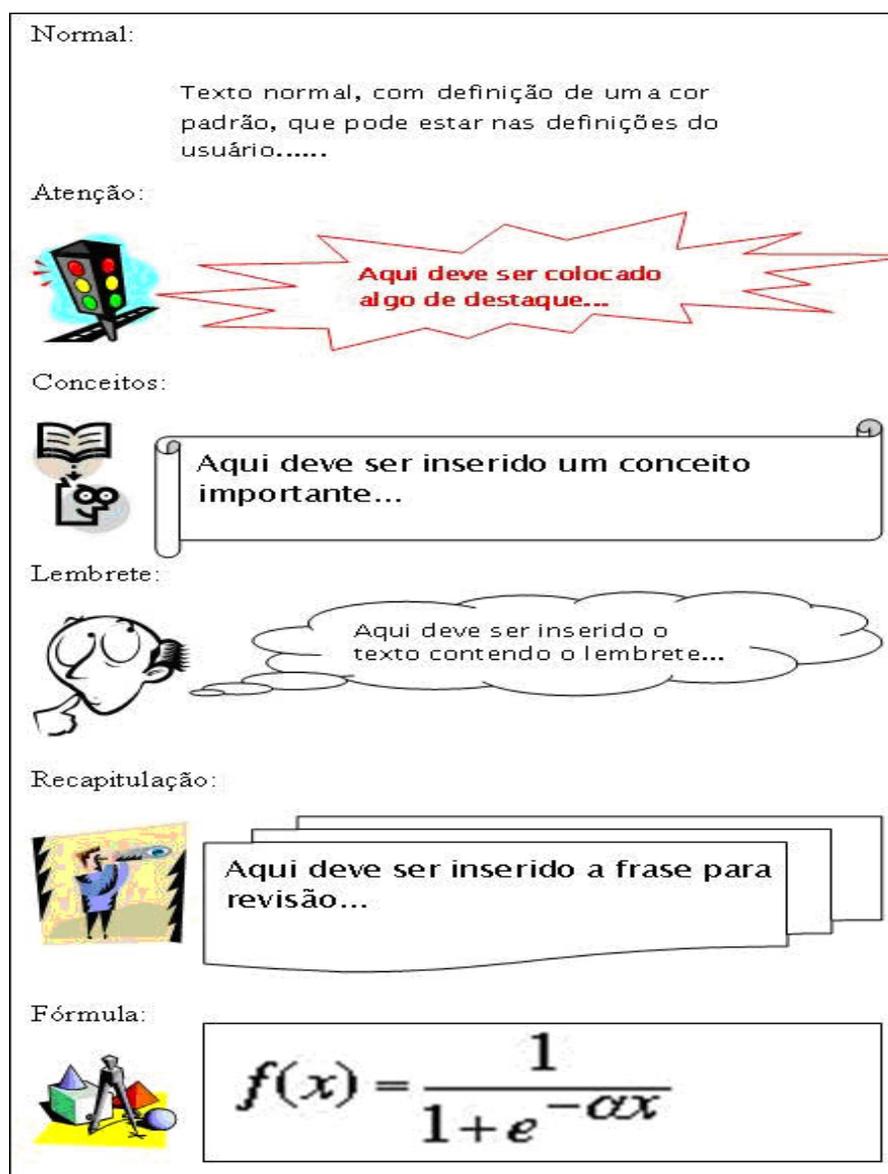


Figura 6.5: Expressão da terceiridade semiótica através de estilos pré-formatados na ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR.

Uma vez definidos os parâmetros de formatação do curso, o docente deve proceder ao cadastro da instituição (Figura 6.6) e da disciplina (Figura 6.7).

The screenshot shows the 'Auxiliar Constructor' application window. The title bar reads 'Auxiliar Constructor'. The menu bar contains 'Cadastro', 'Opções', and 'Ajuda'. The toolbar includes icons for 'Montar Páginas', 'Conceitos', 'Disciplinas', 'Questões', 'Formatação', 'Infor. Gerais', 'Instituição', and 'Ajuda'. The main window is titled 'Cadastro da Instituição' and contains the following fields:

Informações sobre a Instituição	
Nome da Instituição ::	Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
CNPJ da Instituição ::	
Faculdade ::	FEEC - Faculdade de Engenharia Elétrica e da Comp.
Endereço ::	
Diretor / Responsável ::	
Telefone ::	
E-mail ::	feec@feec.unicamp.br
Arquivo com logotipo ::	C:\E digital\piva\doutorado\logo_feec.gif

Buttons at the bottom: Novo, Excluir, Anterior, Próximo, OK.

Figura 6.6: Cadastro da Instituição

The screenshot shows the 'Auxiliar Constructor' application window. The title bar reads 'Auxiliar Constructor'. The menu bar contains 'Cadastro', 'Opções', and 'Ajuda'. The toolbar includes icons for 'Montar Páginas', 'Conceitos', 'Disciplinas', 'Questões', 'Formatação', 'Infor. Gerais', and 'Instituição'. The main window is titled 'Cadastro de Disciplinas' and contains the following fields:

Dados da Disciplina	
Código da Disciplina ::	EE001
Nome da Disciplina ::	Introdução à Engenharia Elétrica
Código do Departamento ::	DSIF
Carga Horária Total ::	40
Carga Horária Prática ::	0
Carga Horária Teórica ::	40
Emenda ::	Uma introdução a área da Engenharia Elétrica
Objetivos ::	Ter uma noção geral da área de atuação
Programa ::	Estudos de Caso
Cronograma ::	
Bibliografia Básica ::	Apostila
Bibliografia Complementar ::	

Buttons at the bottom: Novo, Excluir, Anterior, Próximo, OK.

Figura 6.7: Cadastro da disciplina

Após a realização das configurações básicas de formatação e de cadastro da instituição e disciplinas, o docente poderá passar para a fase de inclusão efetiva do material didático. Seguindo a proposta de Metodologia de Ensino para Cursos *Online* (Piva Jr. *et al*, 2002a), o conteúdo do curso deverá ser dividido em Módulos. Cada módulo terá uma série de conceitos. Ao final de cada conceito, haverá uma avaliação, para verificar o aprendizado. A Figura 6.8 ilustra a tela de inclusão dos conceitos pelo docente.



Figura 6.8: Cadastro dos Conceitos do módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR

Uma vez cadastrado o conceito, o docente deverá realizar o cadastro das questões de avaliação daquele determinado conceito. A Figura 6.9 ilustra o cadastro das questões.

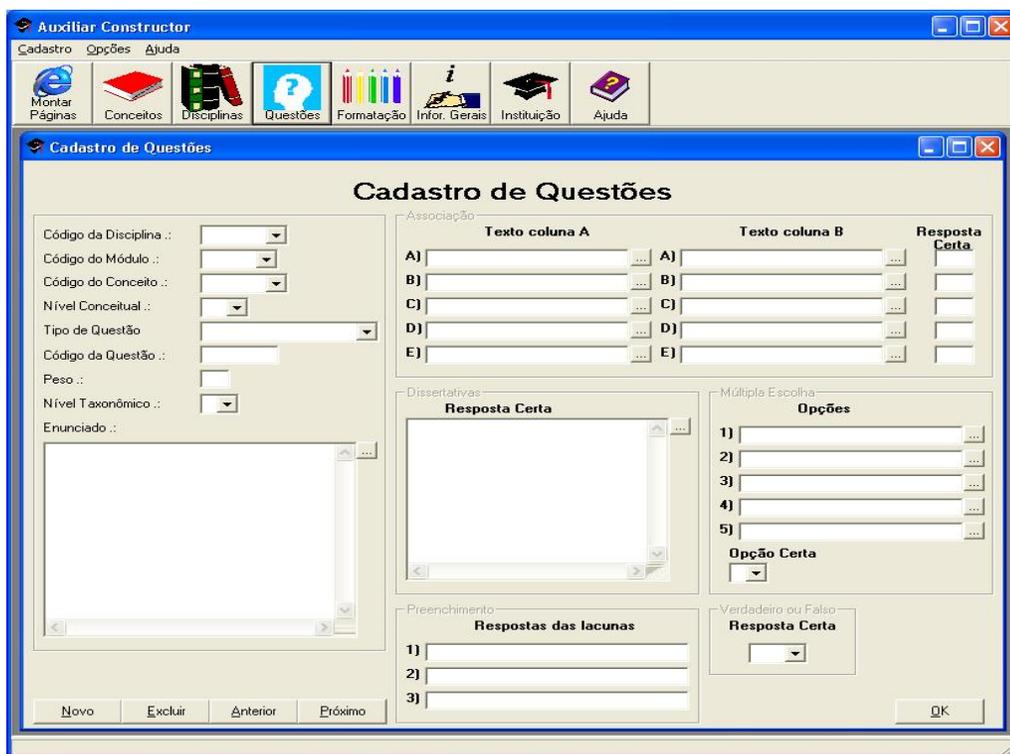


Figura 6.9: Cadastro das Questões do módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR

Após realizada toda a inclusão do material didático e das questões de avaliação, o docente, para finalizar a produção do curso, deverá gerar as páginas para Internet. Para tanto, o docente tem na barra de ferramentas a opção **Monta Páginas**. Ao escolher essa opção, será exibida uma página com a relação dos conceitos e avaliações. O docente deverá selecionar os conceitos desejados e proceder à geração das páginas. A Figura 6.10 ilustra tal processo.

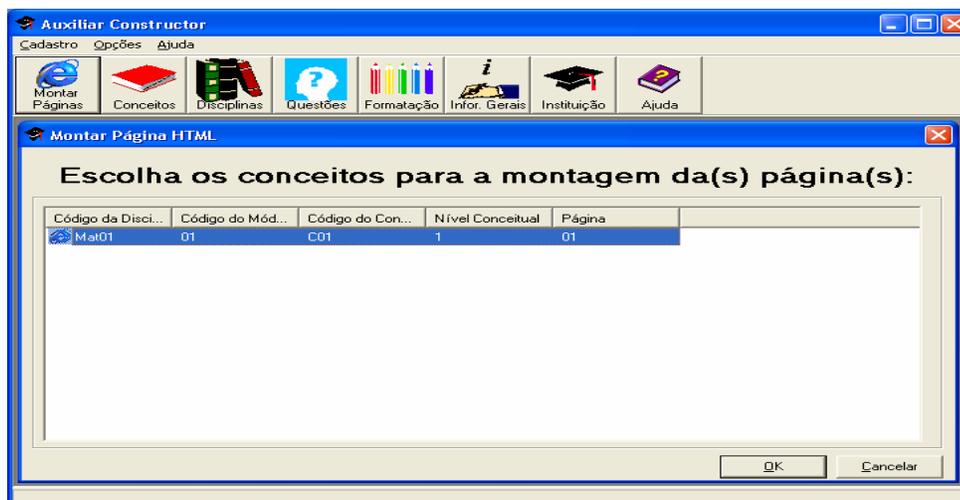


Figura 6.10: Geração das Páginas do módulo AUXILIAR-CONSTRUTOR

Esta última etapa encerra o ciclo de edição do curso pelo docente. A ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR gera as páginas do curso em um determinado diretório (definido em informações gerais pelo próprio professor). Para publicar o conteúdo, o professor deverá copiar os conteúdos desse diretório para o local de disponibilização dos conteúdos *Online*.

As páginas geradas estão no formato HTML. Cada página de conceito cadastrada na ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR, gerará uma página HTML. Elas são geradas em uma ordem seqüencial, distinguindo-se entre si pelas informações de: Disciplina / Módulo / Conceito / Nível Conceitual. Como ilustração, a página HTML gerada a partir das informações inseridas e ilustradas através da Figura 6.8 teria o nome EE001001001101.html (EE001 corresponde ao código da disciplina, 001 diz respeito ao código do módulo, o próximo código 001 corresponde ao conceito, o próximo código é o 1 que corresponde ao nível conceitual e o último código, 01, corresponde ao número da página, daquele determinado conceito no correspondente nível conceitual). A Figura 6.11 ilustra essa relação de códigos com o nome da página HTML.

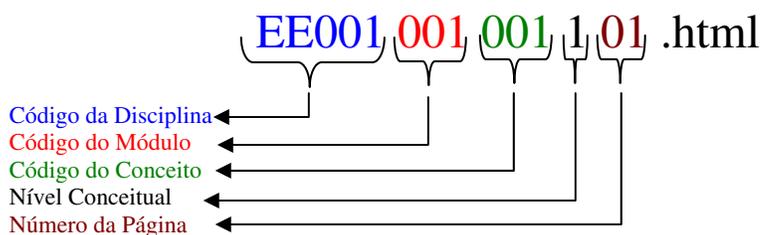


Figura 6.11: Relação dos Códigos com o nome da página HTML

Esta mesma página, **EE001001001101.html**, teria o formato de exibição ilustrado na Figura 6.12.

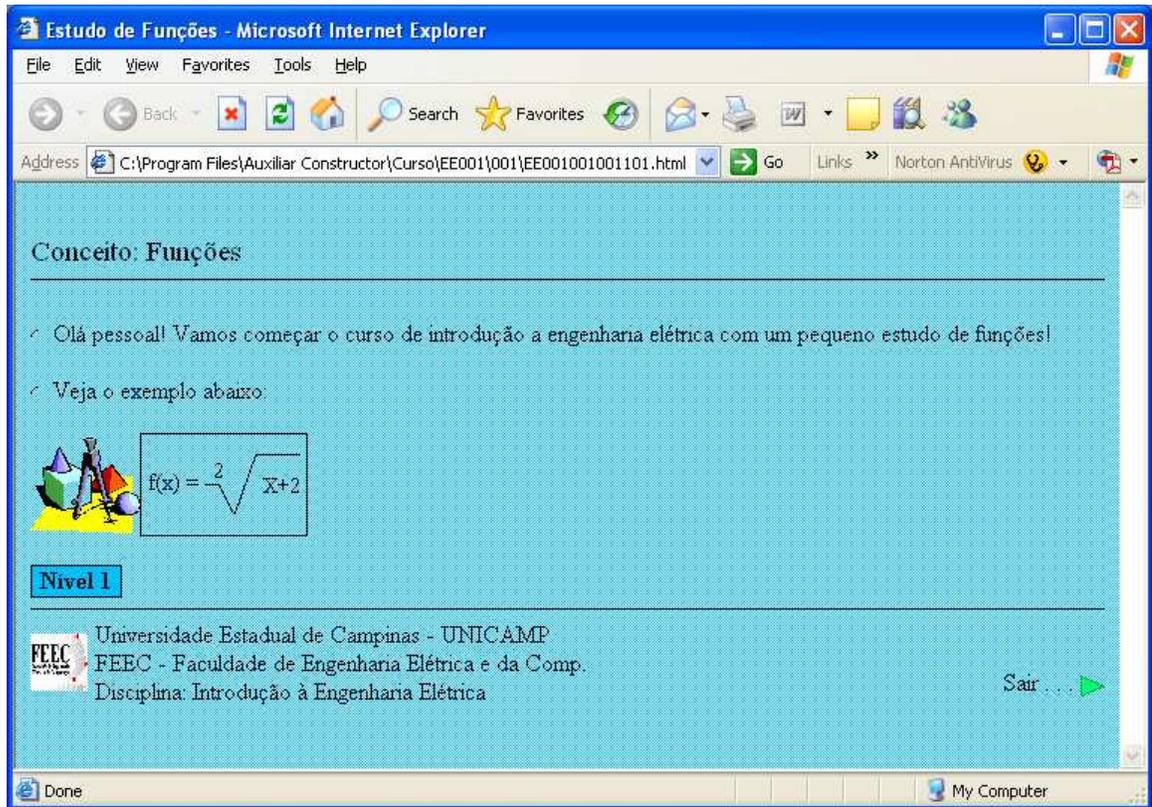


Figura 6.12: Página HTML gerada a partir da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR

O próximo capítulo apresenta como foi realizada e os resultados da utilização da ferramenta computacional AUXILIAR-CONSTRUTOR por 23 professores do ensino superior das áreas de Engenharia, Educação, Matemática e Administração, no desenvolvimento de pequenos módulos de ensino *Online*, com sugestões de melhorias e aprimoramentos da ferramenta para uma maior efetividade de seu uso.

7

Aplicação do Sistema AUXILIAR-CONSTRUTOR na produção de conteúdos educacionais

Este capítulo apresenta os resultados da utilização do Sistema AUXILIAR-CONSTRUTOR por 23 professores do ensino superior divididos em quatro áreas distintas. O objetivo da avaliação da ferramenta baseou-se nos três obstáculos que visava-se reduzir: o tempo consumido para o desenvolvimento de material didático; a falta de habilidades técnicas no manuseio e limitações impostas pelas tecnologias; e falta de ferramentas específicas para a área de Engenharia. Por fim, são sugeridas modificações do sistema AUXILIAR-CONSTRUTOR pelos professores e, seguindo tais sugestões e princípios de ergonomia de software, é proposta, ao final deste capítulo, a reconstrução da ferramenta.

7.1 A Utilização da Ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR

Como dito anteriormente, o desenvolvimento da ferramenta computacional AUXILIAR-CONSTRUTOR tem por finalidade a potencialização do processo de ensino-aprendizagem, corroborando na minimização dos impactos no processo de ensino *Online* ocasionados pelos obstáculos evidenciados no Capítulo 2.

Como já mencionado, o desenvolvimento da ferramenta computacional AUXILIAR-CONSTRUTOR concentrou-se na minimização dos seguintes obstáculos:

- a) o tempo consumido para o desenvolvimento do material didático;
- b) falta de habilidades técnicas no manuseio e limitações impostas pelas tecnologias; e
- c) falta de ferramentas específicas para a área de Engenharia.

Após construída, a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR foi utilizada e testada por 23 professores do ensino superior, das áreas de Engenharia-Computação (74,2%), Matemática (4,3%), Educação (12,9%) e Administração (8,6%). A Figura 7.1 ilustra tal distribuição.

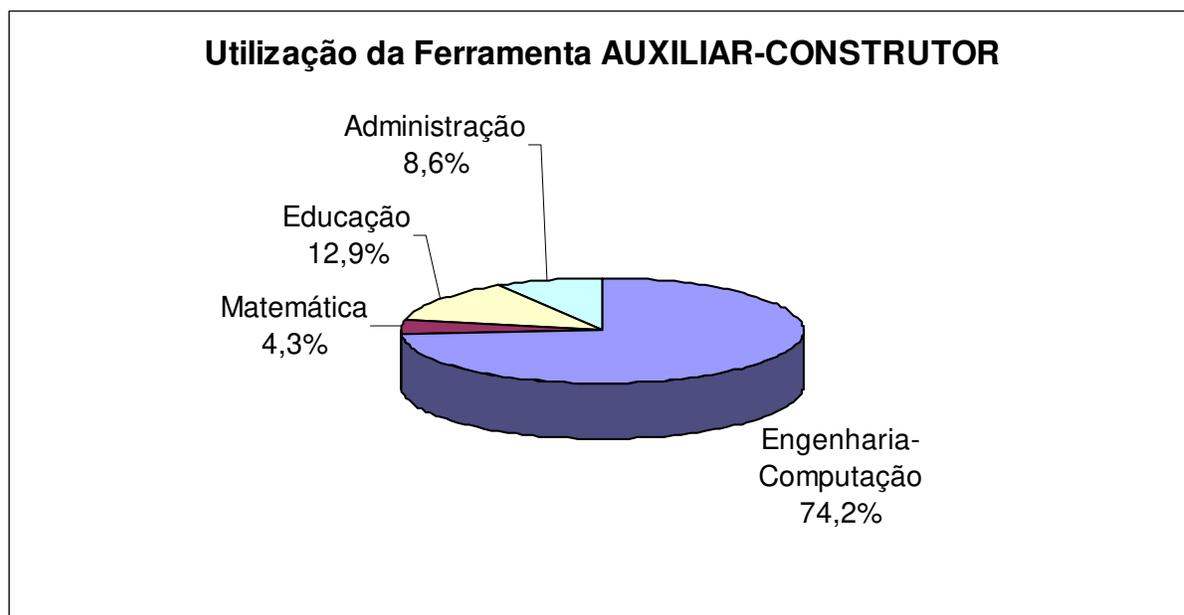


Figura 7.1: Distribuição dos professores que utilizaram a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR por área de atuação.

Os professores envolvidos no processo utilizaram a ferramenta, desde sua instalação, passando pela configuração da ferramenta, edição e diagramação de cursos e finalizando na geração das páginas web dos cursos criados.

Ao final de um período de, aproximadamente, 2 meses, os professores envolvidos no processo responderam um questionário sobre a qualidade do sistema e foram convidados a darem sugestões para melhoria do sistema.

Em termos gerais, a aceitação do sistema foi boa, com índices bons e ótimos nos itens software, operabilidade e documentação.

Em relação aos obstáculos que o sistema AUXILIAR-CONSTRUTOR objetivava minimizar, seguindo as conclusões dos professores que utilizaram tal ferramenta, os resultados foram os que se seguem.

7.1.1 O tempo consumido para o desenvolvimento do material didático.

Com relação a este item, a ferramenta minimizou a carga operacional necessária para edição e diagramação de cursos *Online*, que em média, conforme relatos dos professores participantes da pesquisa, requereu para cada página web (ou seja, para cada conceito / sub-conceito) um total de 2 horas, 38 minutos e 30 segundos, envolvendo o planejamento da instrução (utilizando mapas conceituais) e o desenvolvimento do design da instrução (entrada de dados - texto, voz, imagens etc.). A maioria dos professores que testou a ferramenta, informou o total de páginas desenvolvidas e o tempo total gasto para o seu desenvolvimento. O valor descrito anteriormente foi obtido pelo cálculo do valor médio informado pelos professores.

As etapas do *design* instrucional verificadas na avaliação da ferramenta por parte dos professores foram divididas em dois grandes grupos: Planejamento da Instrução e Desenvolvimento do Design da Instrução. Em cada um desses grupos foram executadas uma série de tarefas. Estas tarefas foram norteadas por um conjunto de questões. A Tabela 7.1 descreve e ilustra esta relação.

Tabela 7.1 – Grupos e Tarefas do Design Instrucional verificados na Análise da Ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR.

Grupos	Tarefas Realizadas	Questões norteadoras das tarefas.
Planejamento da Instrução	Definição dos objetivos instrucionais	<ol style="list-style-type: none">1. Que conhecimentos, habilidades e atitudes precisam ser ensinados?2. Qual e quanto conteúdo é necessário para a instrução?3. Em quanto tempo (máximo) este conteúdo deve ser ensinado?4. Em que módulos / conceitos / sub-conceitos o conteúdo pode ou deve ser dividido?5. De que forma a aprendizagem será avaliada?
	Definição dos instrumentos e técnicas instrucionais	<ol style="list-style-type: none">6. Como os objetivos instrucionais serão alcançados?7. Que métodos e técnicas instrucionais melhor se ajustam a esses objetivos?8. Como o conteúdo é mapeado, estruturado e seqüenciado (mapa conceitual)?9. Quais as possíveis seqüências e níveis conceituais que a instrução pode ser apresentada?10. Quais são as mídias mais apropriadas para a apresentação do conteúdo?

Grupos	Tarefas Realizadas	Questões norteadoras das tarefas.
Desenvolvimento do Design da Instrução	Definições gerais do Design	11. Qual é o grau de interação entre os alunos, e entre os alunos e professores, possibilitado pelas atividades instrucionais propostas? 12. Qual é o design gráfico dos produtos instrucionais? 13. Qual é o grau de interatividade (interação com o material) proporcionado por esses produtos? 14. Quais os mecanismos de atualização dos materiais? 15. Que nível de suporte instrucional e tecnológico são oferecidos?
	Desenvolvimento do conteúdo	16. Quais conteúdos serão digitados, importados, gravados e produzidos? 17. O que poderá ser aproveitado (sem interferir na qualidade do material – linguagem dialógica)?

Como pode ser evidenciado, as questões norteadoras devem ser respondidas para que se consiga um mínimo de coesão no desenvolvimento do material instrucional. Entretanto, observou-se que ao utilizar a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR, se tornava evidente que algumas delas não tomavam tempo do professor para sua consecução (Questões: 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15).

Também, como pode ser observado, existem questões que o seu desenvolvimento independe da utilização da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR. Dessa forma, tais questões não impactaram no tempo total do desenvolvimento dos módulos de instrução realizado pelos professores que analisaram a metodologia de planejamento e a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR (Questões: 1, 2, 3, 5 e 6).

Finalmente, o desenvolvimento de algumas das questões descritas na Tabela 7.1, impactaram substancialmente o tempo total do desenvolvimento do curso por parte dos professores que analisaram a ferramenta e a metodologia (Questões: 4, 8, 16 e 17).

Utilizando-se da média do tempo de visualização de cada página por parte dos alunos, chegou-se ao tempo aproximado de 2 minutos e 30 segundos de exibição / visualização por parte dos alunos de cada uma das páginas.

Prevendo um curso de 1 hora e 30 minutos, teríamos, em média, um total de 36 páginas de conteúdo instrucional, que demandaria um trabalho operacional por parte do docente de, aproximadamente, 95 horas e 6 minutos (2 horas e 38 minutos para desenvolvimento de cada uma das páginas).

Isso resulta na média de, para cada minuto de curso, é preciso, em média 40 minutos de trabalho operacional de planejamento (utilizando Mapas Conceituais), edição e diagramação (utilizando a ferramenta computacional AUXILIAR-CONSTRUTOR) por parte do docente responsável.

Estudos evidenciaram que para essa mesma quantidade de horas de curso (1 hora e 30 minutos) foram necessárias, em média, 4 horas e 28 minutos de trabalho para planejamento e desenvolvimento de cada uma das páginas do curso. (Hulls et al, 2005), (Renshaw, et al, 2000), (Horton, 2000), (Hsi, et al., 1997) e (Wallace e Mutooni, 1997).

A Figura 7.2 indica uma comparação do tempo médio necessário para construção (planejamento, edição e diagramação) de cada uma das páginas utilizando a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR e a média de outros estudos realizados, indicados anteriormente.

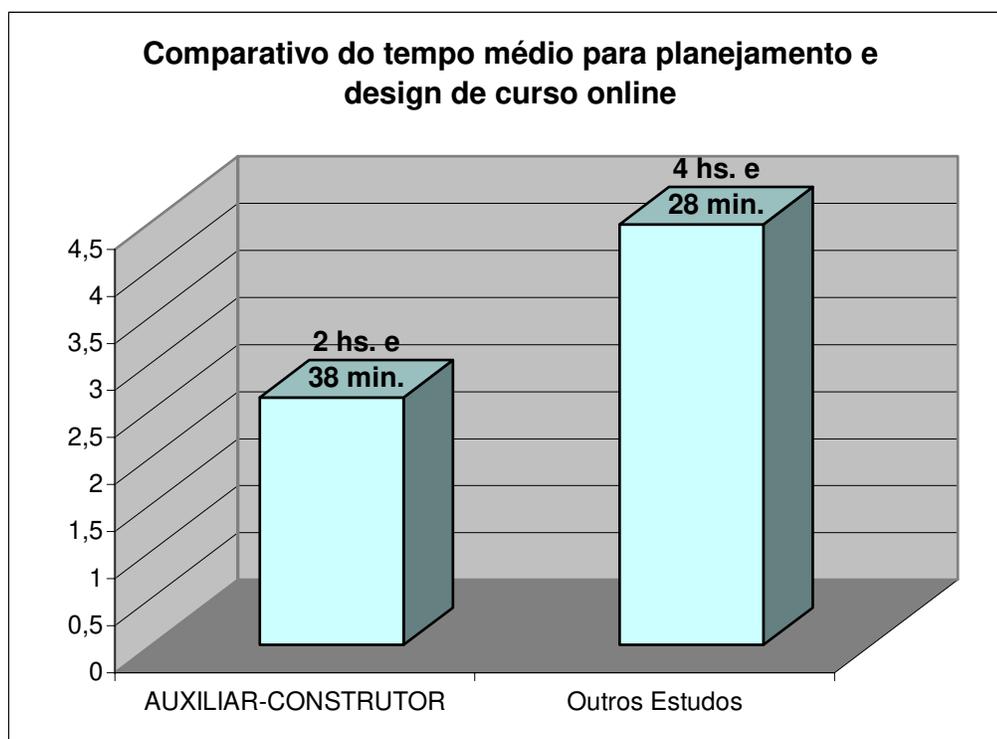


Figura 7.2: Gráfico comparativo do tempo necessário para planejamento, edição e diagramação de curso *Online*

Isto indica uma redução no tempo necessário para planejamento, edição e diagramação de conteúdos didáticos para cursos *Online*.

7.1.2 Falta de habilidades técnicas no manuseio e limitações impostas pelas tecnologias

Pela natureza subjetiva deste obstáculo, não foi possível uma mensuração quantitativa junto aos professores envolvidos no processo. Dessa forma, a averiguação se deu a partir das opiniões expressas nos questionários e sugestões de melhorias da ferramenta.

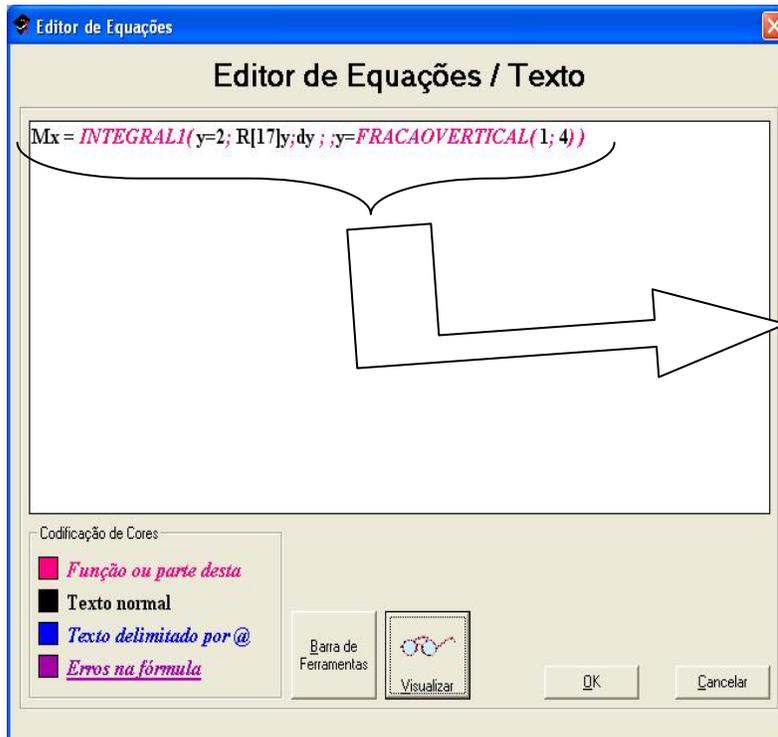
De uma forma geral, todos os professores conseguiram instalar e utilizar a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR, resultando em uma constatação positiva da ferramenta.

Entretanto, em sua utilização, uma série de pontos de melhoria foram indicados pelos professores, os quais são descritos no item 7.2, deste capítulo.

7.1.3 Falta de ferramentas específicas para a área de Engenharia

No estudo realizado e descrito no capítulo 2 deste trabalho, foi evidenciado que deveria constar em sistemas que suportem a edição de cursos *Online* na área de Engenharia uma ferramenta que suportasse a edição de fórmulas matemáticas.

Como a grande preocupação dos docentes que se utilizavam de ferramentas de edição de fórmulas matemáticas era o tempo despendido, foi criado um editor de formulas que simulava a digitação de um texto. As fórmulas matemáticas eram interpretadas por funções, digitadas de forma linear. A Figura 7.3 ilustra a forma de digitação e o resultado obtido, através do editor de equações da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR.



$$Mx = \int_{y=\frac{1}{4}}^{y=2} R[17]y \, dy$$

Figura 7.3 Editor de Fórmulas Matemáticas no AUXILIAR-CONSTRUTOR e o resultado obtido da introdução a partir de uma fórmula textual.

Para os professores acostumados com os editores de fórmulas convencionais, baseados em ícones relativos aos resultados de exibição da fórmula, a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR também contempla esta possibilidade, podendo o professor, inserir a equação / fórmula da maneira que mais lhe convier. A Figura 7.4 ilustra o editor de fórmulas da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR com a barra de ferramentas das funções.

Barra de Ferramentas de Funções

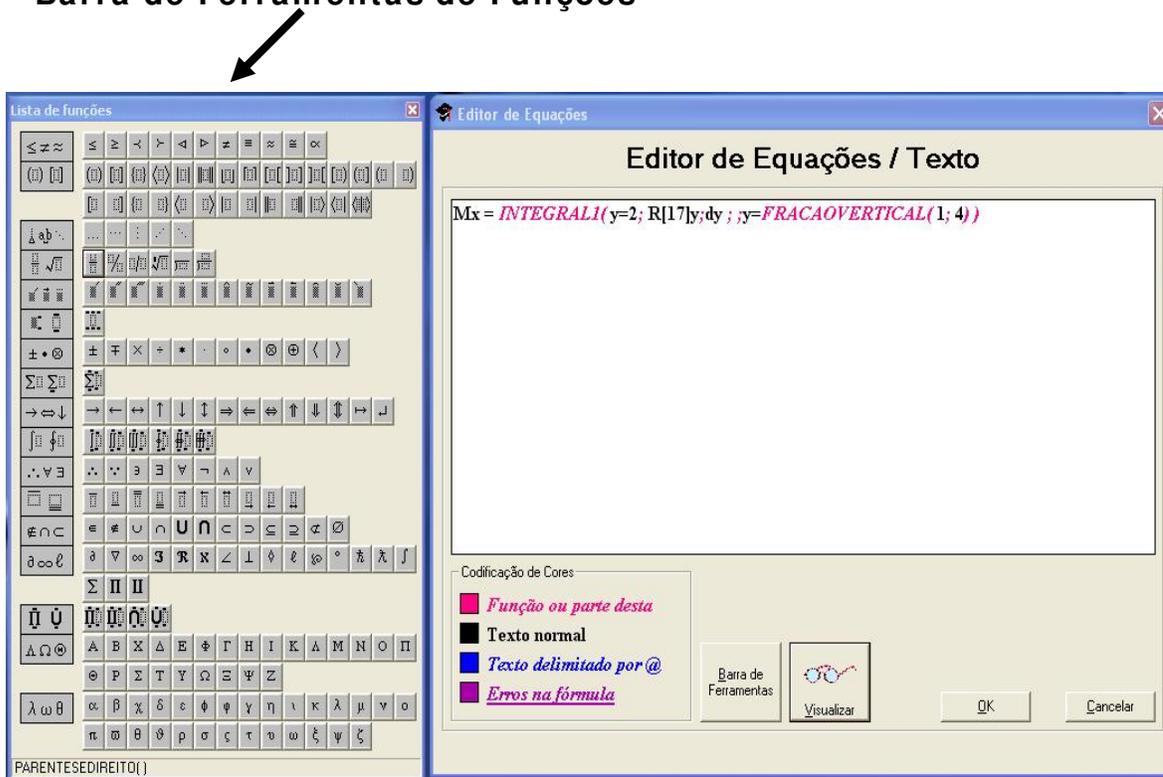


Figura 7.4: Barra de Ferramentas do Editor de Fórmulas e Texto da Ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR.

Pelas respostas obtidas dos professores que participaram da avaliação da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR, este obstáculo foi superado com os recursos disponibilizados e ilustrados anteriormente.

7.2 Sugestões e Melhorias propostas pelos professores para a Ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR

Após a análise dos dados coletados junto a estes professores, os principais pontos indicados para melhoria são (em ordem decrescente de repetições nas respostas dos professores):

1. Parte visual poluída e inexistência de um direcionamento (seqüência dos passos necessários para montagem dos conteúdos pedagógicos);

2. Repetição de informações em várias telas;
3. Estabelecimento de uma seqüência: Planejamento didático → módulos → conceitos → telas;
4. Não garantia, na montagem das páginas, de “um clique por página” ou “ausência da barra de rolagem”;
5. Não dá noção de como está ficando a página (possibilitar a inserção de objetos: clicar e arrastar);
6. Falta permitir a inclusão de objetos / arquivos em flash;
7. Não é clara a noção de níveis de informação (uma idéia sugerida é perguntar a cada página se deseja fazer o nível complementar);
8. Na geração / inclusão das questões, o sistema deve possibilitar a recuperação de informações sobre o contexto;
9. Melhorar o processo de instalação (na instalação ocorreram alguns conflitos de DLL's, não impossibilitando sua operação);

O desenvolvimento de uma ferramenta computacional é sempre trabalhoso e, em quase sua totalidade, não se chega a uma versão final na primeira tentativa. Um ponto fundamental a ser considerado em uma ferramenta computacional que remeta a uma intensa interação com usuários, são os princípios de ergonomia de software. Shneiderman (1998) propõe os seguintes princípios a serem considerados para maximizar a ergonomia da interface: esforço mínimo do usuário, memória mínima do usuário, frustração mínima, maximizar o uso de padrões e hábitos, máxima tolerância para diferenças humanas, máxima tolerância para mudanças ambientais, notificação imediata de problemas, controle máximo de tarefas pelo usuário.

Levando em consideração as sugestões e melhorias propostas pelos professores que avaliaram a ferramenta computacional e seguindo os princípios de ergonomia de software descritos anteriormente, a ferramenta computacional deve ser submetida a melhorias, a ser implementada em uma futura versão, possibilitando uma maior potencialização da ação docente no processo de edição e diagramação de cursos *Online*.

Dessa forma, apenas a título de exemplificação, em uma nova versão da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR, o professor deverá contar com um assistente, que será responsável em direcioná-lo nos diversos passos da entrada de valores de configuração e padronização do curso. Assim como também, nesta nova versão, a quantidade de telas deve ser reduzida para apenas uma interface de comunicação com o professor, possibilitando a redução da carga cognitiva necessária para interação e criação dos conteúdos instrucionais.

7.3 Considerações Finais

Ao concluir uma pesquisa desta magnitude, deve-se avaliar se os objetivos inicialmente proposto foram atingidos e em que nível se estabeleceu as conclusões obtidas. Na crença de que se mostrou viável a consecução das proposições do estudo, é possível concluir sobre a possibilidade da construção de ferramentas computacionais que minimizem os obstáculos já identificados para a concepção e estruturação de cursos *Online* e na área de Engenharia.

A ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR, mesmo em seu estágio inicial de desenvolvimento, mostrou ser capaz de proporcionar:

- ✓ Auxílio e direcionamento no desenvolvimento de materiais pedagógicos, reduzindo o tempo e facilitando o processo para criação e publicação de cursos *Online*;
- ✓ Adequação a edição de conteúdos da área de Engenharia, com seu editor de fórmulas matemáticas; e
- ✓ Utilização de metodologia adequada para planejamento de conteúdos didático-pedagógicos para cursos *Online*.

Mesmo os testes iniciais realizados já demonstraram todo o potencial da ferramenta computacional na capacidade de estabelecer um meio para fornecer ao professor um sistema capaz de auxiliá-los no processo de desenvolvimento de Módulos de Aprendizado em Cursos *Online*, aumentando assim a sua efetividade no processo de *design* e publicação do curso.

É certo que o desafio da implantação em larga escala do ensino *Online* não será superado apenas pelo desenvolvimento de ferramentas que auxiliem e suportem o seu desenvolvimento.

Muito mais há que se pesquisar sobre a profundidade de um tema que envolve não apenas aspectos tecnológicos como também questões relacionadas ao comportamento humano no processo ensino-aprendizagem.

O presente trabalho enfatizou alguns aspectos educacionais importantes, pois abordou a interdisciplinaridade englobando a Engenharia no contexto da Computação e da Educação. Neste contexto, a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR apresenta a potencialidade pedagógica de um instrumento computacional que auxilia o professor no desenvolvimento de suas aulas e ao mesmo tempo propicia um processo dinâmico de ensino/aprendizagem em Engenharia.

O estudo realizado demonstrou, em todas as suas dimensões, que o aporte tecnológico facilitará a ação do professor. Mas também deixa clara a necessidade cada vez maior deste agente de educação buscar atualização constante sobre as novas possibilidades que a tecnologia disponibiliza para que possa cumprir seu papel nas Universidades.

O AUXILIAR-CONSTRUTOR se coloca, neste sentido, como um instrumento poderoso que poderá trazer, junto com o ganho de produtividade no desenvolvimento de cursos *Online*, a necessidade de o docente reestruturar a forma como pretende que seus alunos atinjam os objetivos pedagógicos propostos para cada conteúdo. Torna possível, também, ir além da repetição pura e simples de conteúdos apresentados de forma cartesiana em sala de aula, inserindo a possibilidade da exploração individual em níveis diferenciados de profundidade em função das suas dificuldades ou deficiências nos conhecimentos conexos.

Antes de mecanizar o processo, o AUXILIAR-CONSTRUTOR se prestará, em última análise, para uma maior consciência de como deverão ser tratadas as individualidades dos alunos em todo o movimento da aprendizagem e sobre a necessidade de que sejam estabelecidas estruturas paralelas capazes de favorecer a apreensão dos conteúdos apresentados.

7.4 Sugestões para próximos trabalhos

Ao final deste trabalho, mesmo tendo sido atingidos os objetivos propostos, verifica-se um novo espectro de oportunidade de desenvolvimento de novas pesquisas cujos resultados poderão tornar ainda mais efetiva as ferramentas desenvolvidas para suportar o desenvolvimento

de cursos *Online*, complementando o que mostrou ser possível atingir através da implantação do AUXILIAR-CONSTRUTOR.

Dentre estas possibilidades merecem destaque as seguintes, fruto de uma análise prospectiva do cenário tecnológico aplicado à área de educação:

- ✓ Desenvolvimento de uma nova versão do sistema AUXILIAR-CONSTRUTOR para operar em diversas plataformas computacionais;
- ✓ Incremento do uso da linguagem dialógica e dos conceitos semióticos em todo o sistema, favorecendo a interface homem-máquina e potencializando o processo ensino-aprendizagem pela melhor adequação dos conteúdos propostos às características de aprendizagem do aluno;
- ✓ Integração da ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR a um ambiente de gestão de cursos a distância, como o TELEDUC, AULANET e o WEBCT;
- ✓ Ampliação do módulo de estruturação de conteúdo, pela inserção de uma estrutura de agentes inteligentes baseado em Raciocínio Baseado em Caso, ampliando o potencial de individualização na apresentação do conteúdo;
- ✓ Melhoria do processo geral de avaliação formativa, pela inserção de agentes inteligentes, permitindo um melhor diagnóstico do nível de aprendizagem em que se encontra o aluno, favorecendo o redirecionamento dos conteúdos a serem apresentados e permitindo assim, que o aluno se transforme em um agente ativo no processo de ensino/aprendizagem.

Destas possibilidades de pesquisa, percebe-se que antes de ser vista como um produto acabado, a ferramenta AUXILIAR-CONSTRUTOR se apresenta como um conjunto de oportunidades a ser explorado.

8

Referências Bibliográficas

- ABET – Accreditation Board for Engineering and Technology (1998). **ABET Accreditation Yearbook**. Baltimore, MD: ABET.
- ABET (2002). **Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)**. [On-line]. Disponível: <http://www.abet.org>
- ALVES, L.; NOVA, C. (org.) (2003). **Educação à Distância: uma nova concepção de aprendizado e interatividade**. São Paulo:Futura, 2003.
- ANDERSON, J.R.; CORBETT, A.T.; KOEDINGER, K.; PELLETIER, R. (1995). *Cognitive tutors: Lessons learned*. **The Journal of the Learning Sciences** v. 4, n. 2, p. 167-207, 1995.
- ANDRADE, L.; CASTRO, R.; PEREIRA, L.; BAZZO, W. (2002). *A Influência da Velocidade do Desenvolvimento Científico-Tecnológico na Formação do Engenheiro*. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2002**, Anais em CD ROM.
- ANWAR, S.; FORD, P. (2001). *Use of a Case Study Approach to Teach Engineering Technology to the Students*. **International Journal of Electrical Engineering Education**, v. 38, n. 1, p. 1-10.
- AUSUBEL, D. (1963). **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York: Grune & Stratton.
- AUSUBEL, D. (1978). *In defense of advance organizers: A reply to the critics*. **Review of Educational Research**, v. 48, p. 251-257.
- AUSUBEL, D.; HANESIAN, H.; NOVAK, J. (1980). **Psicologia Educacional**. Editora Interamericana: New York.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. (1978). **Educational Psychology: A Cognitive View** (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- BAKER, F. (2001). *The Basics of Item Response Theory*. **ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation**, Second Edition Boston, USA. [On-line]. Disponível em: <http://edresearch.org/irt/baker/final.pdf>.
- BAKHTIN, M. (1992). **Estética da criação verbal**. São Paulo: Livraria Martins Fontes.

- BAKHTIN, M. (1999). **Marxismo e Filosofia da Linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. 9ª. Ed., São Paulo:Hucitec.
- BATES, A.W. (1997) *The impact of technological change on open and distance learning*. **Distance Education**, v. 18, n. 1, p. 93-109.
- BAZZO, W. et al (1999). **Formação do Engenheiro**. Florianópolis, SC: Ed. UFSC, 1999.
- BAZZO, W.; CRUZ, R.; BIASSOTO, E.; PEREIRA, L. (2002). *Formação Acadêmica do Engenheiro Mecânico: uma análise da grade curricular*. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2002**, Anais Eletrônicos em CD-ROM.
- BERRY, F.; DIPIAZZA, P.; SAUER, S. (2003). *The Future of Electrical and Computer Engineering Education*. **IEEE Transactions on Education**, v. 46, n. 4, p. 467-476, November.
- BLOOM, B.S. et al. (1976). **Taxonomia dos objetivos educacionais - domínio cognitivo**. Porto Alegre:Globo.
- BORDOGNA, J. (1997). *Next generation engineering: inovacion through integration*. (Keynote Address). presented at **NSF Engineering Education Innovator's Conference**, 8 de abril de 1997. [On-line]. Disponível em: <http://www.nsf.gov/od/lpa/forum/bordogna/jb-eeic.htm>.
- BRANSFORD, J. et al (2001). **How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School**. Expanded ed., Washington, DC:National Academy Press.
- BRANSFORD, J.; et al (1990). *Anchored Instruction: Why we need it and how technology can help*. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), **Cognition, education and Multimedia**. Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- BRANSFORD, J.D.; STEIN, B.S. (1993). **The Ideal Problem Solver** (2nd Ed). New York: Freeman.
- BROWN, J.; COLLINS, A.; DUGUID, P. (1989). *Situated cognition and the course development*. **Higher Education**, v. 2, p. 81-94.
- BRUNER, J. (1960). **The Process of Education**. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- BUCCIARELLI, L. et al (2000). *ECSEL/MIT Engineering Education Workshop'99: A report with recommendations*. **Journal of Engineering Education**, v. 89, n. 2, p. 141-150.
- CAÑAS, A.J. (2000) **Mapas Conceituais**. [On-line]. Acessado em Abril de 2000. Disponível em: <http://www.cedi.g12.br/mapas.htm> .
- CHALMERS, D.; FULLER, A. (1995). **Teaching for Learning at University: Teory and Practice**. Edith Cowan University, Perth.
- CLARK, J. M.; PAIVIO, A. (1991). *Dual coding theory and education*. **Educational Psychology Review**, v. 3, n. 3, p. 149-170.

- CRAIK, F.; LOCKHART, R. (1972). *Levels of processing: A framework for memory research*. **Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior**, v. 11, p. 671-684.
- CROSS, K.P. (1981). **Adults as Learners**. San Francisco: Jossey-Bass.
- D'AGOSTINO, P. R.; O'NEILL, B. J.; PAIVIO, A. (1977). *Memory for pictures and words as a function of level of processing: Depth or dual coding?* **Memory & Cognition**, v. 5, p. 252-256.
- DAUGHERTY, M.; FUNKE, B.L. (1998). *University Faculty and Student Perceptions of Web-Based Instruction*. **Journal of Distance Education**, v. 13, n.1, p. 21-39.
- DENNING, P. (1992). *Educating a new engineer*. **Communications of the ACM**, v. 35, n.12, p 83-97.
- DITCHER, A. (2001). *Effective teaching and learning in higher education, with particular reference to the undergraduate education of professional engineers*. **Internal Journal of Engineering Education**, v. 17, n. 1, p. 24-29.
- DOCHY, F.; MACDOWELL, L. (1997). *Assessment as a tool for learning*. **Studies in Educational Evaluation**. v. 23, n. 4, p. 279-298.
- ENGLISH, R.E.; REIGELUTH, C.M. (1996). *Formative research on sequencing instruction with the elaboration theory*. **Educational Technology Research & Development**, v. 44, n.1, p. 23-42.
- EVANS, D.; GOODNICK, S.; ROEDEL, R. (2003). *ECE Curriculum in 2013 and Beyond: vision for a Metropolitan Public Research University*. **IEEE Transactions on Education**, v. 46, n. 4, p. 420-428, November.
- EVERETT, L. et al (2000). *Integrated Curricula: Purpose and Design*. **Journal of Engineering Education**, v. 89, n. 2, p. 167-175.
- FARIAS, C.V. (2000). **O Cognitivismo de David Ausubel**. [On-line]. Capturado em Abril de 2000. Disponível em: <http://www.ufv.br/dpe/edu660/resteoausubel.html>.
- FERNANDEZ, G. (2003). *Cognitive Scaffolding for a Web-Based Adaptive Learning Environment*. In W. Zhou et al. (Eds.): **ICWL 2003, LNCS 2783**, p. 12-20, Springer-Verlag Berling Heidelberg.
- FERNANDEZ, G.; JOHN, S.; NETHERWOOD, G. (2001). *Objective-Based Teaching of Science and Engineering with an On-Line Student-Centered Environment*. **Proceedings of the 12th. AAEE Conference**. QUT, Brisbane, Australia, p. 332-337.
- FERNÁNDEZ, J.J.; GARCÍA, I.; GARZÓN, E.M. (2003). *Educational Issues on Number Representation and Arithmetic in Computers: an undergraduate laboratory*. **IEEE Transactions on Education**, v. 46, n. 4, p. 477-485, November.

- FERREIRA, D. (1997). **O Ensino de Engenharia e os Avanços Tecnológicos**. Tese de Doutorado em Educação – Faculdade de Filosofia e Ciências da UNESP, Campus Marília.
- FERREIRA, L.F. (2000). **Mapas Conceituais**. [On-line]. Capturado em Abril de 2000. Disponível em: <http://penta.ufrgs.br/~luis/Ativ2/mapas2.html> .
- FESTINGER, L. & CARLSMITH, J.M. (1959). *Cognitive Consequences of Forced Compliance*. **Journal of Abnormal and Social Psychology**, v. 58, p. 203-210. [On-line]. Disponível em: <http://psychclassics.yorku.ca/Festinger/> .
- FESTINGER, L. (1957). **A Theory of Cognitive Dissonance**. Stanford, CA: Stanford University Press.
- FLORMAN, S.C. (1976). **The Existential Pleasures of Engineering**. New York: St. Martins Press.
- FONTES, C. (2004). **Métodos Pedagógicos**. [On-line]. Disponível em: <http://formar.do.sapo.pt/page4.html>.
- FREIRE, P. (1992). **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra.
- FREIRE, P. (1995). **À sombra desta mangueira**. São Paulo: Livraria Nova Sede.
- FREIRE, P. (1998). **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática Educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- GAGNE, R. (1985). **The Conditions of Learning**. (4th ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- GAGNE, R.; BRIGGS, L.; WAGER, W. (1992). **Principles of Instructional Design** (4th Ed.). Fort Worth, TX: HBJ College Publishers.
- GAINES, B.; SHAW, M. (2000). **Collaboration through Concept Maps**. [On-line]. Capturado em maio de 2000. Disponível em: <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/articles/CSCL95CM/>.
- GARDNER, H. (1983). **Frames of Mind**. New York: Basic Books.
- GARDNER, H. (1993). **Multiple Intelligences: The Theory in Practice**. NY: Basic Books.
- GEOFFROY, F.; AIMEUR, E.; GILLET, D. (2002). *A Virtual Assistant for Web-Based Training in Engineering Education*. In: CERRI, S.A.; GOUARDÈRES, G.; PARAGUACÚ, F. (Eds.). **ITS 2002, LNCS 2363**, p. 301-310, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.
- GIBSON, J.J. (1966). **The Senses Considered as Perceptual Systems**. Boston: Houghton Mifflin.
- GIBSON, J.J. (1977). *The theory of affordances*. In R. Shaw & J. Bransford (eds.), **Perceiving, Acting and Knowing**.

- GICK, M.; HOLYOAK, K. (1980). *Analogical problem solving*. **Cognitive Psychology**, 12, p. 306-355.
- GLACE, L.J.; SMITH, P.J. (2001). *Flexible delivery in the Australian vocational education and training sector: Barriers to success identified in case studies of four adult learners*. **Distance Education**, v. 22, n. 2, p. 196-211.
- GOGUELIN, Pierre (1970). **A Formação Contínua dos Adultos**. Lisboa. Publicações Europa-América.
- GOLLUB, J.; SPITAL, R. (2002). *Advanced physics in the high schools*. **Phys. Today**, v. 55, p. 48.
- HACK, L.E.; GELLER, M.; TAROUÇO, L.M.R. (2000). *O processo de avaliação na Educação à distância*. **Anais do 4º Workshop de Informática na Educação**. UFRGS: Porto Alegre.
- HARE, C.; MCCARTAN, A. (1996). *Maximising resources in search of quality: Identifying factors to enable the integrative use of IT in teaching and learning*. **Innovations in Education and Training International**, v. 33, n. 4, p. 178-184.
- HENRY, N. (1975). *Objectives of laboratory work*. In P. Gardner (ed.) **The structure of science education**. Hawthorne, Vic:Longman, p. 61-75.
- HIS, S. et al. (1997). *The role of spatial reasoning in engineering and the design of spatial instruction*. **Journal of Engineering Education**., v. 86, p. 151-159, April 1997.
- HOFFMAN, S. (1997). *Elaboration theory and hypermedia: Is there a link? Educational Technology*, v. 37, n. 1, p. 57-64. In Reigeluth, C. & Stein, F. (1983). **The elaboration theory of instruction**.
- HOFSTEIN, A. (1988). *Practical work and science education*. In Fensham, P. (ed.) **Development and dilemmas in science education**. London: The Falmer Press.
- HOFSTEIN, A; LUNETTA, V. (1982). *The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research*. **Review of Educational Research**, v. 53, n. 2, p. 201-217.
- HOLMBERG, R.; BAKSHI, T. (1982). *Laboratory work in distance education*. **Distance Education**, n. 3, p.198.
- HORTON, W. (2000). **Designing Web-Based Training**. Wiley.
- HU, Ji; MEINEL, C. (2004). *Tele-Lab IT Security: A Means to Build Security Laboratories on the Web*. **18th. International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA '04)**, Vol 2, Mar-29, Fukioka, Japan, p. 285.
- HU, S. (2003). *A Wholesome ECE Education*. **IEEE Transactions on Education**, v. 46, n. 4, p. 444-451, November.

- HULL, C. (1943). **Principles of Behavior**. New York: Appleton-Century-Crofts.
- HULL, C. et al. (1940). **Mathematico-Deductive Theory of Rote Learning**. New Haven, NJ: Yale University Press.
- HULLS, C.C.W. et al (2005). *Interactive Online Tutorial Assistance for a First Programming Course*. **Submitted to IEEE Transactions on Education**, August 2004, Revised and resubmitted March 2005. [On-line]. Capturado em maio de 2005. <http://www.eng.uwaterloo.ca/~chulls/publications/edu05.pdf> .
- HUXHAM, M.; LAND, R. (2000). *Assigning Students in Group Work Projects. Can be do better than random?* **Innovations in Education and Training International**, v. 37, n. 1, p.17-22.
- IDE. **Innovations in Distance Education**. The report of two policy symposia. [On-line]. Disponível em: <http://www.cde.psu.edu/de/ide/policy.default.html> .
- INGLIS, A. (1999). *Is Online delivery less costly than print and is it meaningful to ask?* **Distance Education**, v. 20, n. 2, p. 220-239.
- JAMES, Richard and BEATTIE, Kate. (1996). *Postgraduate coursework beyond the classroom: Issues in implementing flexible delivery*. **Distance Education**, v. 17, n. 2, p. 355-368.
- JOHN, S; NETHERWOOD, G.; SUDARMO, G; FERNANDEZ, G. (2002). *Learning Taxonomy Analyses of Student-Based Activities Using the Lego Mindstorms System*. **Proceedings of the 13th. AAEE Conference**. Canberra, ACT, Australia, September.
- JONES, R. (1986). **Educational Technology for Quality Engineering Education**. Washington, DC: American Society for Engineering Education.
- KAWASAKI, E.I. (1996). **Modelo e Metodologia para Projeto de Cursos Hipermídia**. Dissertação de Mestrado. Área de Informática. Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA.
- KEARSLEY, G.(2003). **Theory into Practice (TIP) database**. [On-line]. Acessado em 21 de dezembro de 2003. Disponível em : <http://tip.psychology.org/>.
- KEARSLEY, G.; SCHNEIDERMAN, B. (1998). *Engagement Theory*. **Educational Technology**, 38(3).
- KEMBER, D. (1982). *External science courses: the practicals problem*. **Distance Education**, n. 3, p. 207-225.
- KEMPER, J.D. (1982). **Engineers and Their Profession** (3rd Ed). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- KHALIFA, M.; LAM, R. (2002). *Web-Based Learning: effects on learning process and outcomes*. **IEEE Transactions on Education**. v. 45, n. 4, November.

- KNOWLES, M. (1984a). **The Adult Learner: A Neglected Species** (3rd Ed.). Houston, TX: Gulf Publishing.
- KNOWLES, M. (1984b). **Andragogy in Action**. San Francisco: Jossey-Bass.
- KULACKI, F.; KRUEGER, E. (1998). *Trends in engineering education – an international perspective*. Presented at **Proceedings of International Conference in Engineering Education**. [On-line]. Disponível em: <http://www.ineer.org/Events/ICEE1998/ICEE/index.htm>.
- LAURILLARD, D. (1993). **Rethinking University Teaching: A Framework for the Effective use of Educational Technology**. Routledge, London.
- LAVE, J. (1988). **Cognition in Practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life**. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- LAVE, J.; WENGER, E. (1990). **Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation**. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- LÈVY, P. (1993) **As tecnologias da inteligência : o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. 34.
- LI, Z.; MERRILL, M.D. (1991). *ID Expert 2.0: Design theory and process*. **Educational Technology Research & Development**, v. 39, n.2, p. 53-69.
- MERRILL, M.D. (1983). *Component Display Theory*. In C. Reigeluth (ed.), **Instructional Design Theories and Models**. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- MERRILL, M.D. (1994). **Instructional Design Theory**. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- MERRILL, M.D.; LI, Z.; JONES, M. (1991). *Instructional transaction theory: An introduction*. **Educational Technology**, v. 31, n.6, p. 7-12.
- METCALF, T. *Distance education: the issue of faculty time*. **5th Annual Distance Education Conference: 1997 Conference Proceedings**. Texas A&M, Center for Distance Education Research.
- MICKLEBOROUGH, N.; WAREHAM, D. (1993). *Motivational aspects associated with learning in engineering*. In **Proc. AEESEAP/FEISEAP/IACEE Int. Conf. Engineering Education, 1993**, p. 67-72.
- MISKULIN, R. G. S. (1999). **Concepções Teórico- Metodológicas sobre a Introdução e a Utilização de Computadores no Processo Ensino/Aprendizagem da Geometria**. Tese de Doutorado em Educação Matemática. Campinas: FE – UNICAMP.
- MOORE, D.; WOLTMER, D. (2003). *Curriculum for an Engineering Renaissance*. **IEEE Transactions on Education**, v. 46, n. 4, p.452-455, November.

- MORAES, M. C. (1999). *O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In LINSIGEN, I; et al (1999). Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares, questões contemporâneas da educação tecnológica, Florianópolis, SC: Editora da UFSC, p. 53-63.*
- MOREIRA, M.; BUCHWEITZ, B. (1987). **Mapas Conceituais: Instrumentos Didáticos, de Avaliação e de Análise de Currículo.** 1ª Ed., São Paulo: Moraes.
- MOREIRA, M.; MASINI, E.S. (1982). **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Paul Ausubel.** São Paulo.
- MOROZOV, M. et al. (2004). *Virtual Chemistry Laboratory for School Education. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'04).* Joensuu, Finland, Aug. 30-Set. 01, p. 606-608.
- NISKIER, Arnaldo (1993). **Educação à Distância: a tecnologia da esperança.** São Paulo:Loyola.
- NOJIMA, Vera; et al (1999). **Formas do Design – Por uma metodologia interdisciplinar.** Rio de Janeiro, RJ: 2AB.
- NORBIS, G. (1971). **Didáctica y Estructura de los Médios Audiovisuales.** Kapelusz: Buenos Aires.
- NÖTH, W. (1998) **Panorama da Semiótica de Platão a Peirce.** 2ª. Ed., São Paulo:Annablumme, p. 149.
- NOVAK, J. D.; Gowin, D. B. (1984). **Aprender a Aprender – Tradução: Carla Valadares.** 2ª. Edição. Editora: Plátano Edições Técnicas.
- NOVEMBER, A. (2001). **Beyond technology: the end of the job and the beginning of digital work.** TechLearning. [On-line]. Acessado em julho de 2001. Disponível em: <http://www.techlearning.com/> .
- OLIVER, R. (1999). *Exploring strategies for Online teaching and learning. Distance Education,* 20(2), p. 240-254.
- PAIVIO, A. (1986). **Mental Representations.** New York: Oxford University Press.
- PAJO, K.; WALLACE, C. (2001). *Barriers to the uptake of web-based technology by university teachers. Journal of Distance Education,* v.16, n.1, p. 70-84.
- PATTERSON, C.H. (1973). **Humanistic Education.** Engelwood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- PIVA JR., D.; FREITAS, R.L (2002c). *AUXILIAR: Uma aplicação de inteligência artificial que possibilita a potencialização da aprendizagem. Workshop de Informática na Educação - WIE, Congresso da Sociedade Brasileira de Computação,* Florianópolis, p. 217-221.

- PIVA JR., D.; MISKULIN, M.S.; GONÇALVES JR., G.(2002b). *Obstáculos encontrados pelos professores da área de engenharia na condução de processos de ensino Online*, **Revista de Informática**, vol. 5, no. 6, p.78-83.
- PIVA JR., D.; MISKULIN, M.S.; GUNAWARDENA, C.N.; GONÇALVES JR., G.; MISKULIN, R.S. (2002a). *An Artificial Intelligence-Based Application for Facilitating Interaction and Learning Assessment in On-line Engineering Courses*, Section 1496, **Proceedings of ASEE 2002 - Annual Conference and Exposition**, Montréal, Quebec Canadá, June 16-19.
- PIVA JR., Dilermando; MISKULIN, Mauro S.; GONÇALVES JR., Geraldo (2002). *Obstáculos encontrados pelos Professores da Área de Engenharia na Condução de Processos de Ensino Online*. **Revista de Informática**, v. 5, n. 6, outubro.
- POSSER, M.; TRIGWELL, K. (1998). **Teaching for Learning in Higher Education**, Open University Press. Buckingham.
- POWELL, M. J. (1994). **Cooperative learning**. Classroom Compass, Associate editor: Mary Jo Powell, Southwest Educational Development Laboratory (SEDL), Fall issue, 1994. [*On-line*]. Disponível em: <http://www.sedl.org/scimath/compass/v01n02/1.html> .
- REIGELUTH, C. (1992). *Elaborating the elaboration theory*. **Educational Technology Research & Development**, v. 40, n.3, p. 80-86.
- REIGELUTH, C.M; MOORE, J. (1999). *Cognitive Education and the Cognitive Domain*. In: **REIGELUTH, C.M. ed. (1999). Instructional-Design Theories and Models: a new paradigm of instructional theory. Vol. II**, p. 51 a 68., New Jersey, USA: LEA.
- RENSHAW, A.A.; et al (2000). *On-line Engineering Design Problem Presentation Strategies*. **IEEE Transactions on Education**, v. 43, n. 2, May, 2000.
- ROGERS, C.R. (1969). **Freedom to Learn**. Columbus, OH: Merrill.
- ROMPELMAN, O. (2000). *Assessment of student learning: evolution of objectives in engineering education and the consequences for assessment*. **European Journal of Engineering Education**, v. 25, n. 4, p. 339-350.
- ROZENBLIT, J. et al. (2004). *Network Virtual Laboratory for External Devices Programming*. **11th. IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer-Based Systems (ECBS'04)**. Brno, Czech Republic, May 24, p. 293.
- SALOMON, G. (1979). **Interaction of Media, Cognition, and Learning**. San Francisco: Jossey-Bass.
- SALOMON, G. (1981). **Communication and Education**. Beverly Hills, CA: Sage.

- SALOMON, G., PERKINS, D., & GLOBERSON, T. (1991). *Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies*. **Educational Researcher**, 20(4), p. 2-9.
- SANTAELLA, L. (1998). **O que é Semiótica**. 1^a. ed., São Paulo: Brasiliense.
- SCHOPLER, J.; ABELL, M.; GALINSKY, M. (1998). *Technology-Based Groups: A Review and Conceptual Frameworks for Practice*. **Social Work**, May, v. 4, n. 3, p. 254-269.
- SEAT, E.; LORD, S. (1999). *Enabling Effective Engineering Teams: A Program for Teaching Interaction Skills*. **Journal of Engineering Education**, v. 88, n. 4, p. 385-390, 1999.
- SHNEIDERMAN, B. (1998). **Designing the user interface**. Ed. Addison Wesley. 3a. ed.
- SIMON, F. et al (2002). *Algumas Tendências sobre Habilidades e Competências Exigidas nos Cursos de Graduação em Engenharia*, **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2002**, Anais Eletrônicos em CD-ROM.
- SKINNER, B.F. (1950). *Are theories of learning necessary?* **Psychological Review**, v. 57, n. 4, p. 193-216.
- SKINNER, B.F. (1953). **Science and Human Behavior**. New York: Macmillan.
- SKINNER, B.F. (1957). **Verbal Learning**. New York: Appleton-Century-Crofts.
- SKINNER, B.F. (1971). **Beyond Freedom and Dignity**. New York: Knopf.
- SOUZA, Telma R. P. (2000). *A avaliação como prática pedagógica*. Disponível em <http://www.abed.org.br/artigos.htm> .
- SPIRO, R.J., FELTOVICH, P.J., JACOBSON, M.J., & COULSON, R.L. (1992). *Cognitive flexibility, constructivism and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains*. In T. Duffy & D. Jonassen (Eds.), **Constructivism and the Technology of Instruction**. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- SPIRO, R.J.; COULSON, R.L.; FELTOVICH, P.J.; ANDERSON, D. (1988). *Cognitive flexibility theory: Advanced knowledge acquisition in ill-structured domains*. In V. Patel (ed.), **Proceedings of the 10th Annual Conference of the Cognitive Science Society**. Hillsdale, NJ: Erlbaum. [Online]. Disponível em: <http://www.ilt.columbia.edu/ilt/papers/Spiro.html> .
- SPIRO, R.J.; JEHNG, J. (1990). *Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the non-linear and multidimensional traversal of complex subject matter*. D. Nix & R. Spiro (eds.), **Cognition, Education, and Multimedia**. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- SVAJGER, J.; VALENCIC, V. (2003). *Discovering Electricity by Computer-Based Experiments*. **IEEE Transactions on Education**, v. 46, n. 4, November, p. 502-507.

- THOMPSON, D.J.; HOLT, D.M. (1996). *Tertiary pedagogy encounters the technological imperative*. **Distance Education**, v. 17, n. 2, p. 335-354.
- THORNDIKE, E. (1913). **Educational Psychology: The Psychology of Learning**. New York: Teachers College Press.
- THORNDIKE, E. (1932). **The Fundamentals of Learning**. New York: Teachers College Press.
- THORNDIKE, E. et al. (1928). **Adult Learning**. New York: Macmillan
- TRAYLOR, R.; HEER, D.; FIEZ, T. (2003). *Using an Integrated Platform for Learning to Reinvent Engineering Education*. **IEEE Transactions on Education**, Vol. 46, n. 4, p. 409-419, November.
- UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas (2001). **Anuário Estatístico da Unicamp 2001. Pró-reitoria de Desenvolvimento Universitário**. [On-line]. Acessado em junho de 2001. Disponível em: http://www.prdu.unicamp.br/anuario_estatistico_2001/ .
- VALETT, R.E. (1977). **Humanistic Education**. St Louis, MO: Mosby.
- VYGOTSKY, L.S. (1962). **Thought and Language**. Cambridge, MA: MIT Press.
- VYGOTSKY, L.S. (1978). **Mind in Society**. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- WALKINGTON, J.; PEMBERTON, P.; EASTWELL, J. (1994). *Practical work in engineering: a challenge for distance education*. **Distance Education**, v. 15, n. 1, p. 160-17.
- WALLACE, D.R.; MUTTONI, P. (1997). *A comparative evaluation of world wide web-based and classroom teaching*. **Journal of Engineering Education**, v. 86, p. 211-220, July.
- WEISS, S.M.; KULIKOWSKI, A. (1990). **Computer Systems That Learn: Classification and Prediction Methods from Statistics, Neural, Machine Learning and Expert Systems**. USA, San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 1990.
- WERTHEIMER, M. (1923). *Laws of organization in perceptual forms*. **First published as Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II, in Psychologische Forschung**, 4, 301-350. Translation published in Ellis, W. (1938). *A source book of Gestalt psychology* (pp. 71-88). London: Routledge & Kegan Paul. [On-line]. Disponível em: <http://psy.ed.asu.edu/~classics/Wertheimer/Forms/forms.htm>
- WERTHEIMER, M. (1959). **Productive Thinking** (Enlarged Ed.). New York:Harper & Row.
- YONG, Y.; WANG, S. (1996). *Faculty perceptions on a new approach to distance learning: Teletchnet*. **Journal of Instructional Delivery Systems**, v. 10, n. 2, p.3-5.