

**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

**PRODUÇÃO FLEXÍVEL**  
**DE MATERIAIS EDUCACIONAIS PERSONALIZADOS:**  
**O CASO DA GEOMETRIA DESCRITIVA**

**Tânia Luisa Koltermann da Silva**

**Tese de doutorado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito parcial para obtenção  
do título de Doutor em  
Engenharia de Produção.**

**Florianópolis**  
**2005**

S586p Silva, Tânia Luisa Koltermann da Silva  
Produção flexível de materiais educacionais  
personalizados : o caso da geometria descritiva /  
Tânia Luisa Koltermann da Silva ; orientação de  
Ricardo Miranda Barcia, co-orientação Harrysson  
Luiz da Silva. — Florianópolis : UFSC, Programa  
de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2005.

183 p.

Tese (doutorado) — Universidade Federal de  
Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em  
Engenharia de Produção. Florianópolis, SC, 2005.

CDU: 658.52:371.691  
658.5:371.3  
514.18

#### DESCRITORES

Tipos de produção : Materiais de ensino : objetos  
658.52 : 371.691  
Engenharia da produção : Métodos e processos de ensino  
658.5 : 371.3  
Geometria descritiva  
514.18

Bibliotecária Responsável

Elenice Avila da Silva - CRB-10/880

**Tânia Luisa Koltermann da Silva**

**PRODUÇÃO FLEXÍVEL  
DE MATERIAIS EDUCACIONAIS PERSONALIZADOS:  
O CASO DA GEOMETRIA DESCRITIVA**

**Esta tese foi julgada e aprovada para a  
obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção  
no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina**

**Florianópolis, 28 de fevereiro de 2005.**

---

**Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.  
Coordenador do Programa.**

**Banca Examinadora**

---

**Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.  
Orientador**

---

**Prof. Fábio Gonçalves Teixeira, Dr.  
Examinador Externo**

---

**Prof. Harrysson Luiz da Silva, Dr.  
Co-Orientador**

---

**Prof. Marcelo Grafulha Vanti, Dr.  
Examinador Externo**

---

**Andréa Valéria Steil, Dra.  
Moderadora**

## **Agradecimentos**

Ao Professor Ricardo Miranda Barcia, pela valiosa orientação e oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Professor Harrysson Luiz da Silva, pela eficiente co-orientação, contribuindo para a construção do conhecimento científico.

Ao professores membros da banca examinadora, pelas contribuições e sugestões que enriqueceram este trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina, em especial aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pelas oportunidades de aprendizagem na busca de novos conhecimentos.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por permitir minha liberação para realização deste trabalho.

À CAPES pelo Programa Institucional de Capacitação Docente e Técnico, pelo apoio financeiro.

Aos meus colegas e amigos que me acompanharam nesta jornada. Em especial ao Fernando Batista Bruno pela colaboração na etapa de programação.

À minha mãe e irmãos, pelo amor, apoio e incentivo.

Ao meu pai, pelo amor, pelos valores ensinados com seu exemplo de vida.

À minha família que tanto amo: meu marido Régio e nossas filhas Juliana e Débora. Agradeço por seu amor, pela dedicação e atenção, pela compreensão em todos os momentos e pela união que nos fortalece a cada dia.

A Deus, que me concedeu a graça de realizar este trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para este trabalho.

## RESUMO

SILVA, Tânia Luisa Koltermann da. **Produção flexível de materiais educacionais personalizados: o caso da Geometria Descritiva**. Florianópolis, 2005. 183 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2005.

Este trabalho tem por objetivo investigar como produzir materiais educacionais de modo que as unidades acadêmicas sejam capazes de atender as demandas diferenciadas e que estes materiais possam ser utilizados tanto no ensino presencial quanto a distância. Para a consecução do trabalho foram investigados: os modelos de produção utilizados na educação convencional e a distância; as mudanças ocorridas no contexto educacional frente à inserção das tecnologias de informação e comunicação; a abordagem que utiliza objetos de aprendizagem visando à produção flexível; e, a personalização dos materiais educacionais através dos estilos de aprendizagem. O processo de intervenção foi realizado em conformidade com a metodologia ADDIE utilizada no *design* instrucional, a partir da qual se estabeleceu uma metodologia para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, que foi integrada no ambiente HyperCAL<sup>GD</sup> *online*. A implementação de um protótipo de objetos de aprendizagem para a Geometria Descritiva demonstrou bons resultados com relação à metodologia desenvolvida, comprovando sua exeqüibilidade. Os objetos de aprendizagem foram gerados de forma dinâmica, oferecendo flexibilidade para se adaptar às características dos alunos.

Palavras-chave: produção flexível, objetos de aprendizagem, estilos de aprendizagem, geometria descritiva.

## ABSTRACT

SILVA, Tânia Luisa Koltermann da. **Produção flexível de materiais educacionais personalizados: o caso da Geometria Descritiva**. Florianópolis, 2005. 183p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2005.

The objective of this work is to investigate how to produce educational materials so as to attend the differentiated needs from academic units and to adapt equally well to in-class and distance learning environments. The research involved: production models used in conventional and distance learning, changes in the educational context due to the appearance of new information and communication technologies, an approach that used learning objects, aiming at flexible production, and the tailoring of educational materials according to different learning styles. The intervention process followed the ADDIE methodology used in instructional design, from which a methodology to develop learning tools was established. The latter methodology was integrated to the HyperCAL<sup>GD</sup> *online environment*. The implementation of a prototype of learning objects for Descriptive Geometry showed good results vis-à-vis the developed methodology, a proof of the methodology's feasibility. Learning objects were generated dynamically, offering flexibility to adapt to different students' characteristics.

Key-words: flexible production, learning objects, learning styles, descriptive geometry.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE QUADROS .....	11
LISTA DE TABELAS .....	12
<b>1. PROCESSO DE DEMARCAÇÃO DO FENÔMENO .....</b>	<b>13</b>
1.1 DESCRIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS OBJETIVAS.....	13
1.2 DEMARCAÇÃO DO NÍVEL DE INVESTIGAÇÃO DO FENÔMENO .....	17
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....	17
1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	17
1.4.1 Objetivo geral .....	17
1.4.2 Objetivos específicos .....	18
1.5 HIPÓTESE DA PESQUISA .....	18
1.6 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.....	18
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA .....</b>	<b>21</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	21
2.2 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO .....	22
2.2.1 As TICs e a educação.....	25
2.3 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA .....	26
2.3.1 Origem e gerações da EaD.....	27
2.3.2 Algumas tendências da EaD .....	33
2.3.3 Modelos de produção de materiais pedagógicos na EaD .....	35
2.4 UM SISTEMA INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO FLEXÍVEL .....	35
2.5 A PRODUÇÃO FLEXÍVEL NA EAD .....	44
2.6 OBJETOS DE APRENDIZAGEM .....	48
2.6.1 Taxonomia de tipos de objetos de aprendizagem .....	54
2.6.2 A utilização de objetos de aprendizagem segundo abordagem construtivista .....	57
2.6.3 Repositórios de objetos de aprendizagem .....	61
2.7 ESTILOS DE APRENDIZAGEM .....	66
2.7.1 Estilos cognitivos e de aprendizagem .....	67
2.7.2 Modelos lógicos de estilos de aprendizagem .....	70

2.7.2.1 Hermann Brain Dominance Instrument .....	73
2.7.2.2 Felder-Silvermann Learning Style Model .....	74
2.7.2.3 Experiential Learning Model .....	75
2.7.2.4 Myers-Briggs Type Indicator .....	81
2.7.2.5 Keirseey Temperament Sorter .....	86
2.7.3 Algumas aplicações dos modelos de estilos de aprendizagem .....	87
2.7.3.1 Planejamento educacional em engenharia .....	87
2.7.3.2 Modelo CAIUS .....	91
2.7.3.2.1 Estrutura para o modelo CAIUS .....	95
2.7.3.3 Sistema multi-agente MAS-PLANG .....	101
2.7.3.4 Sistema Mistral .....	103
2.7.3.5 Sistema educacional multimídia DVJ2 .....	105
2.7.3.6 Modelagem dinâmica de um sistema de ensino-aprendizagem .....	106
2.7.3.7 Investigação dos estilos de aprendizagem dos alunos de engenharia da UFRGS	107
2.8 MODELO CONCEITUAL PARA O USO DAS TICS NO PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM .....	117
<b>3. METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO.....</b>	<b>120</b>
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	121
<b>4. PROCESSO DE INTERVENÇÃO .....</b>	<b>123</b>
4.1 ANÁLISE DOS CONTEÚDOS .....	123
4.2 PROJETO DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM .....	125
4.2.1 Estrutura utilizada no metadados .....	127
4.2.2 Tecnologias utilizadas para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem .....	130
4.3 DESENVOLVIMENTO DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM .....	131
4.4 IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROTÓTIPO .....	144
4.5 AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO E DA METODOLOGIA UTILIZADA .....	155
<b>5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>157</b>
5.1 CONCLUSÕES .....	157
5.2 SUGESTÕES .....	163
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>164</b>



<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>172</b>
ANEXO 1 – DISCIPLINAS DA EXPRESSÃO GRÁFICA – DEG/UFRGS .....	173
ANEXO 2 – KEIRSEY TEMPERAMENT SORTER .....	175
ANEXO 3 – PARES “ATRIBUTO-VALOR” PARA AS DIMENSÕES DO MODELO FSLSM .....	182

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo industrial pós-Fordista na EaD .....	44
Figura 2 – Sistema instrucional .....	53
Figura 3 – Projeto Mentor .....	64
Figura 4 – Trilhas cognitivas dos tipos psicológicos .....	69
Figura 5 – “Nó” e “links” para outros recursos .....	96
Figura 6 – Níveis: lição, episódios de ensino e “nós” .....	97
Figura 7 – Estrutura-exemplo (Sentido) .....	97
Figura 8 – Seqüência fixa de estruturas e seqüência sugerida de estruturas .....	98
Figura 9 – Esquema de comunicação entre os agentes no MAS-PLANG .....	102
Figura 10 – Diagrama da atividade de interação entre o sistema e o aluno .....	104
Figura 11 – Diagrama de setores “16 tipos” .....	109
Figura 12 – Diagrama de setores “cursos de engenharia” .....	111
Figura 13 – Histograma “16 tipos nos cursos de engenharia” .....	112
Figura 14 – Diagrama de setores “estilos de aprendizagem” .....	114
Figura 15 – Histograma “estilos de aprendizagem nos cursos de engenharia” .....	115
Figura 16 – Histograma “tipos (Keirse) x estilos (Kolb)” .....	117
Figura 17 – Modelo conceitual do ensino e aprendizagem <i>online</i> .....	119
Figura 18 – Processos da metodologia ADDIE .....	121
Figura 19 – Mapa conceitual da disciplina ARQ-03320 .....	124
Figura 20 – Mapa conceitual para o protótipo .....	125
Figura 21 – Elementos do objeto de aprendizagem .....	126
Figura 22 – Tela de desenvolvimento dos objetos de aprendizagem .....	132
Figura 23 – Seleção do recurso para o objeto fundamental .....	133
Figura 24 – Cadastro de objetos de aprendizagem .....	134
Figura 25 – Tabela de objetos de aprendizagem .....	135
Figura 26 – Tabela de metadados dos objetos de aprendizagem .....	135
Figura 27 – Construção de objetos de aprendizagem combinado .....	136
Figura 28 – Busca dos objetos de aprendizagem para estabelecer relações .....	137
Figura 29 – Resultado da busca dos objetos de aprendizagem .....	137
Figura 30 – Tabela para a confecção do arquivo XML do objeto combinado .....	139
Figura 31 – Esquema do processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem .....	140
Figura 32 – Arquivo XML gerado para um objeto combinado .....	140
Figura 33 – Busca de objeto de aprendizagem para visualização .....	141
Figura 34 – Resultado da busca de objeto de aprendizagem para visualização .....	142

Figura 35 – Esquema de requisição de objetos de aprendizagem .....	143
Figura 36 – Opções de <i>skins</i> no sistema .....	144
Figura 37 – Planificação das superfícies retilíneas desenvolvíveis .....	147
Figura 38 – Exemplo específico: engenharia civil .....	148
Figura 39 – Exemplo específico: engenharia mecânica .....	148
Figura 40 – Avaliação: planificação das superfícies retilíneas desenvolvíveis .....	149
Figura 41 – Processos de planificação das superfícies retilíneas .....	150
Figura 42 – Construção e transporte de polígonos .....	151
Figura 43 – Planificação das superfícies retilíneas de vértice próprio .....	152
Figura 44 – Planificação das superfícies retilíneas de vértice próprio acessível .....	153
Figura 45 – Avaliação: Planificação das superfícies retilíneas de vértice próprio acessível .....	154

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características dos modelos de industrialismo na EaD .....	36
Quadro 2 – Características dos sistemas de produção Ford e Toyota .....	43
Quadro 3 – Características básicas do STP relacionadas à EaD .....	44
Quadro 4 – Princípios e técnicas do STP relacionados à EaD .....	45
Quadro 5 – Comparação entre os sistemas de controle da produção.....	47
Quadro 6 – Características dos objetos de aprendizagem .....	55
Quadro 7 – Categorias do modelo “Onion” de Curry .....	72
Quadro 8 – Características dos quadrantes do HDBI .....	74
Quadro 9 – Características dos estilos de aprendizagem de Kolb .....	80
Quadro 10 – Características das escalas do MBTI .....	82
Quadro 11 – 16 tipos do MBTI .....	84
Quadro 12 – Efeitos das combinações de preferências pelas funções .....	84
Quadro 13 – Efeitos das combinações de preferências pelos quadrantes .....	85
Quadro 14 – Efeitos das combinações de preferências pelos temperamentos .....	85
Quadro 15 – Processos mentais .....	92
Quadro 16 – Esquema geral de tipos reposicionados .....	92
Quadro 17 – Eixo horizontal para a escala sentido – intuição .....	93
Quadro 18 – Eixo horizontal para a escala julgar – perceber .....	93
Quadro 19 – Eixo vertical para a escala pensar – sentir .....	94
Quadro 20 – Especificações para CAI .....	95
Quadro 21 – Ordem de estrutura-exemplos .....	98
Quadro 22 – Estrutura-exemplo para a escala sentido – intuição .....	99
Quadro 23 – Estrutura-exemplo para a escala pensar – sentir .....	99
Quadro 24 – Caracterização inicial de dois tipos de aprendizes .....	107
Quadro 25 – Distribuição de disciplinas/cursos atendidos pelo DEG/UFRGS .....	173
Quadro 26 – Estratégia instrucional .....	182
Quadro 27 – Materiais instrucionais complementares e elementos de interatividade e de avaliação .....	182
Quadro 28 – Formato do material .....	182
Quadro 29 – Ferramentas de navegação .....	183

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Resultados obtidos nas escalas bipolares .....	110
Tabela 2 – Resultados obtidos nas combinações das escalas bipolares, em % .....	110

## 1. PROCESSO DE DEMARCAÇÃO DO FENÔMENO

### 1.1 DESCRIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS OBJETIVAS

Desde 1966, o sistema de ensino superior brasileiro vem sofrendo uma série de alterações, que visam a economia de recursos (financeiros, materiais e humanos) e sua maior produtividade. Através do Decreto-Lei nº 53, de 18 de novembro de 1966, determinou-se que fossem feitas mudanças de organização nas universidades, a fim de evitar os desperdícios destes recursos oriundos do sistema de cátedras, o qual permitia a multiplicação de órgãos, disciplinas e instrumentos de trabalho didático. Este decreto criou um órgão central com atribuições deliberativas para supervisão do ensino e da pesquisa em toda a universidade, desmantelando a antiga estrutura formada pela simples aglutinação de escolas independentes e autônomas (Romanelli, 2003).

Esta reestruturação do ensino superior teve continuidade através do Decreto-Lei nº. 252, de 28 de fevereiro de 1967, o qual determinou que cada unidade universitária fosse estruturada em unidades menores, chamadas departamentos, com o objetivo de reunir disciplinas afins. Assim, eliminou-se a possibilidade da coexistência de disciplinas idênticas, multiplicadas por várias seções ou unidades. Sendo que o ensino e a pesquisa de uma mesma área ficaram concentrados nestes departamentos (Romanelli, 2003).

Desta forma, a modernização do ensino superior no Brasil teve início com estes dois decretos, culminando na Reforma Universitária através da Lei 5.540, de 28 de novembro de 1968 e o Decreto-Lei nº. 464, de 11 de fevereiro de 1969. De acordo com Romanelli (2003), as características desta reforma são: a integração de cursos, áreas e disciplinas; a extinção da cátedra; e, a centralização da coordenação administrativa, didática e da pesquisa. Outra característica oriunda da racionalização administrativa e desta modernização se refere à composição curricular, que teoricamente atende a interesses individuais pela presença de disciplinas obrigatórias e optativas e pela matrícula por disciplina.

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), o Departamento de Expressão Gráfica (DEG) está vinculado à Faculdade de Arquitetura. O DEG foi criado para reunir todas as disciplinas relacionadas à expressão gráfica (conforme Anexo 1), de forma a atender todos os cursos desta instituição de ensino que contêm estas disciplinas em seus currículos, sendo estes: Arquitetura; Agronomia; Artes Plásticas; Geologia; Licenciatura em Matemática; Engenharia Cartográfica; Engenharia Civil; Engenharia de Alimentos; Engenharia de Materiais; Engenharia de Minas; Engenharia de Produção; Engenharia Elétrica; Engenharia Mecânica; Engenharia Metalúrgica e Engenharia Química.

Compreendendo a área de conhecimento da Geometria Descritiva, o DEG oferece as seguintes disciplinas, aos respectivos cursos: a Geometria Descritiva Aplicada à Arquitetura (ARQ-03004), para o curso de Arquitetura; a Geometria Descritiva II-A (ARQ-03317), para todos cursos de engenharia já mencionados, com exceção de Engenharia de Alimentos; a Geometria Descritiva III (ARQ-03320), para os cursos de Engenharia Civil, Mecânica, Minas e de Produção; e a disciplina de Desenho Geométrico e Geometria Descritiva (ARQ-03313), para os cursos de Artes Plásticas e Licenciatura em Matemática. Cabe ressaltar que os conteúdos da Geometria Descritiva fornecem o referencial teórico para o desenvolvimento das demais disciplinas da expressão gráfica.

Como visto, a Geometria Descritiva compõe um corpo teórico e conceitual necessário à formação básica dos alunos de diversos cursos, como é o caso da Arquitetura, os diferentes cursos de Engenharia, as Artes plásticas e Licenciatura em Matemática. No caso dos cursos de engenharia, as disciplinas oferecidas, além de apresentarem rigidez quanto a metodologia de ensino utilizada, apóiam-se em materiais educacionais elaborados de forma massificada, dificultando o atendimento das especificidades dos diferentes cursos no que se refere à interdisciplinaridade destes conteúdos nas estruturas curriculares.

Em 1997, a Escola de Engenharia da UFRGS iniciou o projeto “Reengenharia do Ensino de Engenharia” (REENGE) como parte integrante do Programa de Desenvolvimento do Ensino de Engenharia (PRODENGE), que consistia num programa de iniciativa do governo brasileiro e financiado pelo Banco Mundial. O projeto REENGE buscava reestruturar os processos de ensino-aprendizagem dos cursos de graduação em engenharia, com a utilização de recursos computacionais e tecnologias de comunicação e informação (TICs), visando aperfeiçoar a formação dos futuros engenheiros.

O DEG apresentou o subprojeto “Reengenharia do ensino de Expressão Gráfica na Engenharia”, que foi considerado como prioritário por esta Escola de Engenharia, devido à grande demanda de matrículas pelos cursos de engenharia que chegam a somar, aproximadamente, 4000 matrículas/ano. Com os recursos financeiros deste projeto foi implantado um laboratório informatizado para o ensino das disciplinas de expressão gráfica.

Diante das condições técnicas oferecidas por este laboratório, o Núcleo de Computação Gráfica Aplicada (NCA<sup>1</sup>) desenvolveu e implementou um ambiente hipermídia para aprendizagem de Geometria Descritiva (Teixeira; Silva, R. e Silva, T., 1999), atualmente chamado HyperCAL<sup>GD</sup>. Na versão atual (*offline*) do HyperCAL<sup>GD</sup>, a tecnologia

---

<sup>1</sup> O NCA é um grupo de pesquisa constituído por alguns professores do DEG/UFRGS, do qual a autora deste projeto de tese faz parte. O NCA está cadastrado no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq.

utilizada consiste na união de diversas mídias eletrônicas através da linguagem HTML<sup>2</sup>, criando um ambiente de ensino-aprendizagem onde estão integrados hipertexto, ilustrações, animações e modelos em realidade virtual. O ambiente é um aplicativo executável compilado com o *Microsoft HTML Help*®, que consiste num padrão para documentação eletrônica *online* de aplicativos. Sendo que, no decorrer do seu desenvolvimento, vários trabalhos foram apresentados<sup>3</sup>.

O ambiente HyperCAL<sup>GD</sup> vem sendo utilizado no ensino presencial, na maioria das turmas da disciplina ARQ-03320 – Geometria Descritiva III, desde 1999. Atualmente, o NCA trabalha no desenvolvimento deste ambiente para incluir a disciplina ARQ-03317 – Geometria Descritiva II-A, pretendendo abranger todo o bloco conceitual da Geometria Descritiva. Assim, este ambiente poderá ser usado por todos os cursos de engenharia, não somente por aqueles que têm a ARQ-03320 (Engenharia Civil, Mecânica, Minas e de Produção) em seu currículo.

No final do ano de 1999, a autora deste projeto de tese, defendeu dissertação de mestrado, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Nessa dissertação, Silva, T. (1999) procurou conhecer os diferentes estilos de aprendizagem dos alunos dos cursos de engenharia, a partir de uma pesquisa exploratória com a aplicação dos instrumentos<sup>4</sup> *Keirseley Temperament Sorter* e do *Learning Style Inventory* junto aos alunos que estavam cursando a disciplina ARQ-03317 no primeiro semestre do ano de 1999. Nesta pesquisa ficou claro que, apesar de haver certa homogeneidade no grupo de alunos, ocorria diversidade de tipos psicológicos e estilos de aprendizagem. Desta forma, a autora considerou que um ambiente computacional utilizado para o ensino deveria atender os diferentes estilos de aprendizagem do grupo de alunos. Para tanto, investigou a possibilidade de adaptar no ambiente hipermídia para a aprendizagem de Geometria Descritiva (atualmente chamado HyperCAL<sup>GD</sup>), os diferentes estilos de aprendizagem dos alunos dos cursos de engenharia da UFRGS.

---

<sup>2</sup> HTML – *Hypertext Markup Language*.

<sup>3</sup> SILVA, T.; BARCIA e SCHMITT (2000), SILVA, T.; BARCIA e SCHMITT (2001), SILVA, T. *et al* (2003), SILVA, R.; SILVA, T.; TEIXEIRA (2001), SILVA, R. *et al* (2003), TEIXEIRA; SILVA, R.; SILVA, T. (2000), TEIXEIRA; SILVA, R.; SILVA, T. (2001), TEIXEIRA; SILVA, R.; SILVA, T. (2002), TEIXEIRA *et al* (2003).

<sup>4</sup> O *Keirseley Temperament Sorter* e o *Learning Style Inventory* são instrumentos dos modelos que avaliam estilos de aprendizagem, conforme será apresentado no item 2.7.2.



O protótipo foi desenvolvido para um conteúdo do programa da disciplina Geometria Descritiva III (planificação de superfícies geométricas). Sendo que as estruturas-exemplos foram desenvolvidas em HTML e compiladas no *Microsoft HTML Help*®, contendo hipertextos relativos ao conteúdo explorado, imagens, animações e modelos em realidade virtual no formato VRML (*Virtual Reality Modeling Language*). Estas estruturas-exemplos se referem às escalas centrais que fazem parte dos tipos psicológicos do instrumento utilizado para a avaliação.

No entanto, apesar da linguagem HTML permitir a integração de diferentes tipos de mídias, possibilitando adequar a apresentação das informações às preferências dos alunos, ela utiliza *links* previamente definidos, que só tem sentido em seu contexto. Sendo uma linguagem orientada para a apresentação com a utilização de palavras-chave, ela oferece uma estrutura rígida, pré-formatada, havendo necessidade de programar cada unidade da disciplina de forma única. Com isso, necessita-se de grandes investimentos em tempo e recursos (financeiros e humanos) para desenvolver um ambiente hipermídia que envolva todo o conteúdo programático da disciplina, atenda as especificidades de todos os cursos envolvidos e os diferentes estilos de aprendizagem.

Assim, tornou-se necessário investigar outras tecnologias e metodologias que ofereçam alternativas viáveis para a produção de materiais a serem utilizados de forma mais flexível no ambiente educacional. Neste sentido, estas constatações motivaram a autora a desenvolver seu trabalho de doutorado, que teve início em 2001, junto ao PPGE da UFSC.

Em 2002, a UFRGS criou a Secretaria de Educação a Distância (SEAD), com a missão de “promover institucionalmente o desenvolvimento e implementação de atividades de educação a distância, bem como o aperfeiçoamento pedagógico através da utilização das novas tecnologias de comunicação e informação no ensino”. Na concepção adotada por esta instituição, investir em educação a distância (EaD) não consistiria em criar um centro ou núcleo específico, mas em apoiar as iniciativas existentes nas diversas unidades acadêmicas (faculdades, institutos e escolas). Apoiando, também, o movimento que vinha acontecendo desde 1999, no qual os grupos interessados na temática EaD e nestas novas tecnologias se reuniam para trocar idéias e experiências. (UFRGS, 2002).

Em 2003, atendendo ao edital UFRGS-EAD 03/2003 lançado pela SEAD, o NCA apresentou o projeto de pesquisa “HyperCAL<sup>GD</sup> online – Ambiente de Aprendizagem Hipermídia para Geometria Descritiva”, que foi aprovado e considerado como um dos projetos de primeira prioridade pela SEAD. Este projeto tem por objetivo desenvolver um ambiente de ensino-aprendizagem para a Geometria Descritiva a ser utilizado tanto no ensino presencial, quanto na modalidade de ensino a distância, pelos cursos de graduação

atendidos pelo DEG. Um dos objetivos deste projeto se refere à produção de materiais educacionais que possam ser utilizados de forma flexível para atender a estas demandas diferenciadas, incluindo a possibilidade de personalização na apresentação dos conteúdos em função dos estilos de aprendizagem dos alunos.

## 1.2 DEMARCAÇÃO DO NÍVEL DE INVESTIGAÇÃO DO FENÔMENO<sup>5</sup>

A partir da descrição das ocorrências objetivas, a perspectiva analítica se circunscreve na investigação de como produzir materiais educacionais que possam ser utilizados em ambas modalidades de ensino (presencial e a distância), visando atender as diferentes demandas de ensino do DEG da UFRGS, com relação a área de conhecimento da Geometria Descritiva. Uma vez que, estas demandas se diferenciam em termos de especificidade dos cursos de graduação e em estilos de aprendizagem dos alunos.

## 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Se os materiais educacionais utilizados nas disciplinas de Geometria Descritiva fossem produzidos e organizados numa perspectiva de flexibilização, poderiam se adaptar às demandas diferenciadas e serem utilizados nas modalidades de ensino presencial e a distância?

## 1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

### 1.4.1 Objetivo geral

Investigar como produzir materiais educacionais referentes a Geometria Descritiva, de modo que se possa atender as demandas diferenciadas e que possam ser utilizados tanto no ensino presencial quanto a distância.

---

<sup>5</sup> O fenômeno corresponde ao conjunto de ocorrências objetivas transcendentais ao sujeito que investiga, numa perspectiva fenomenológica existencialista.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Desenvolver a fundamentação teórica pertinente ao esclarecimento do objeto da pesquisa para estruturar a correspondente metodologia de intervenção;
- Verificar as mudanças decorrentes da inserção das tecnologias de informação e comunicação nos modos de operar da sociedade, em especial no contexto educacional;
- Apresentar o processo histórico da educação a distância, identificando as características e tendências durante sua evolução, bem como os modelos de produção utilizados nesta modalidade;
- Apresentar um sistema industrial de produção flexível que, através de seus princípios e técnicas, forneça uma orientação para a produção de materiais educacionais que possam ser utilizados numa perspectiva de flexibilização no ensino presencial ou a distância;
- Introduzir a conceituação de objetos de aprendizagem, sua classificação e requisitos necessários para o seu armazenamento em repositório destes objetos, com vistas a sua reutilização;
- Identificar os modelos de estilos de aprendizagem para fins de utilização na produção de materiais educacionais personalizados;
- Desenvolver uma metodologia de intervenção fundamentada na utilização de objetos de aprendizagem com a finalidade de criar um repositório destes objetos, a serem empregados na produção de materiais educacionais personalizados;
- Implementar um protótipo de objetos de aprendizagem para a disciplina Geometria Descritiva, para fins de avaliação do processo de intervenção.

### 1.5 HIPÓTESE DA PESQUISA

A produção e organização de objetos de aprendizagem em Geometria Descritiva permitiriam utilizá-los, de forma flexível, em materiais educacionais visando atender as demandas diferenciadas?

### 1.6 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Esta pesquisa se insere num contexto de transformações no sistema educacional impulsionadas pela sociedade que, também, vem sofrendo mudanças em vários aspectos:

no processo econômico, na organização e gestão do trabalho, no acesso ao mercado de trabalho e na cultura que se torna cada vez mais mediatizada e mundializada pelas tecnologias de informação e comunicação. Neste contexto, as transformações no sistema educacional se referem tanto à formação inicial que visa à inserção do profissional no mercado de trabalho, quanto à formação ao longo da vida que permite a sua permanência neste mercado (Belloni, 2001).

Desta forma, as mudanças no sistema educacional se referem a concepção de cursos, estratégias e metodologias mais adequadas para atender uma demanda diversificada. Neste sentido, a educação a distância com sua experiência utilizando metodologias de ensino não presenciais, vem contribuindo para a transformação dos métodos de ensino e da organização do trabalho nos sistemas convencionais de educação, visando aumentar a flexibilidade de acesso (com relação a currículos, metodologias e materiais educacionais), através da modificação de estratégias, principalmente com a integração das tecnologias de informação e de comunicação (Belloni, 2001).

No Brasil, as bases legais da educação a distância foram estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei nº. 9394, de 20 de dezembro de 1996, pelo Decreto nº 2494 de 10 de fevereiro de 1998, pelo Decreto nº 2561 de 27 de abril de 1998 e pela Portaria Ministerial nº 301 de 7 de abril de 1998. Através da Portaria nº. 2253, de 18 de outubro de 2001 as instituições de ensino superior do sistema federal de ensino ficam autorizadas a introduzir, na organização pedagógica e curricular de seus cursos superiores reconhecidos, a oferta de disciplinas que, em todo ou em parte, utilizem modalidade de ensino não presencial. Estas disciplinas deverão incluir métodos e práticas de ensino-aprendizagem que incorporem o uso integrado de tecnologias de informação e comunicação para a realização dos objetivos pedagógicos (Brasil, 2001).

Assim, mediante a concepção adotada pela UFRGS ao criar a SEAD para apoiar as iniciativas voltadas a EaD existentes nas diversas unidades acadêmicas (faculdades, institutos e escolas), a presente pesquisa se insere como uma necessidade, tendo em vista que o departamento (no caso, o DEG), como menor fração da estrutura universitária que congrega disciplinas afins, deve estar preparado para as mudanças necessárias neste contexto.

Conforme apresentado no conjunto de ocorrências objetivas, alguns projetos já possibilitaram introduzir as tecnologias de informação e comunicação no ensino da Geometria Descritiva. Como é o caso do ambiente hipermídia HyperCAL<sup>GD</sup>, que vem sendo utilizado no ensino presencial na maioria das turmas da disciplina ARQ-03320, desde 1999, sendo também utilizado pelos alunos no estudo em casa. E, o projeto apresentado pelo

NCA e aprovado pela SEAD, em 2003, que visa implementar este ambiente hipermídia em sua versão *online*, para que possa ser utilizado em ambas modalidades de ensino presencial e a distância, conforme previsto na legislação anteriormente apresentada.

O ambiente hipermídia HyperCAL<sup>GD</sup> foi desenvolvido de forma abrangente, apresentando todo o conteúdo programático da disciplina ARQ-03320, não havendo diferenciação quanto aos cursos de graduação que o utiliza. No entanto, apesar de não haver diferenciação com relação aos conteúdos a serem trabalhados, deve-se considerar que cada curso apresenta sua especificidade quanto a aplicação destes conhecimentos. Como, também, considerar que os alunos têm diferentes preferências quanto a forma de apresentação destes conteúdos, conforme verificado no trabalho de mestrado da autora deste projeto. Onde se constatou, também, a rigidez deste ambiente quanto a implementar diferentes estratégias de ensino, dificultando o atendimento diferenciado da demanda.

Neste sentido, a produção e a organização de objetos de aprendizagem em Geometria Descritiva poderão contribuir para criar um repositório destes objetos de aprendizagem. Permitindo que o DEG possa atender de forma flexível sua demanda diversificada, como também possibilitará a reutilização destes objetos de aprendizagem em outros cursos, que, posteriormente, possam ser oferecidos em qualquer modalidade de ensino. Além de outros cursos, as demais disciplinas que tem base conceitual na Geometria Descritiva poderão acessar este repositório e utilizar os objetos de aprendizagem como recursos de ensino.

Finalmente, apesar desta pesquisa ter sua demarcação espaço-temporal no DEG/UFRGS, há de se considerar que este conjunto de regularidades (relacionadas às ocorrências objetivas) insere o fenômeno investigado num universal. Conforme pode ser comprovado em estudos recentes: de Moraes (2001) que verificou o estado da arte e principais tendências da expressão gráfica em cursos de engenharia no Brasil; e, de Vidal (2002), que analisou a influência das novas tecnologias de informação e comunicação na aprendizagem das técnicas de expressão gráfica na engenharia industrial, na *Universitat Politècnica de Catalunya*, na Espanha.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

### 2.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo apresentar o referencial teórico-metodológico que fundamenta o presente trabalho.

Inicialmente, a fundamentação traz à tona a convergência de tecnologias de setores distintos, a informática e as telecomunicações, que culminou em uma nova área de conhecimentos, a telemática. Busca reconhecer como as tecnologias de informação e comunicação (TICs) vêm sendo introduzidas na vida e atividades das pessoas, e de que forma se pode considerar e explorar as potencialidades oferecidas por estas tecnologias. Especialmente, se atém na relação trabalho/educação e nas conseqüências trazidas pelas TICs, bem como nas exigências impostas aos sistemas educacionais em decorrência das novas condições sócio-econômicas.

A seguir, a fundamentação trata sobre a modalidade de ensino a distância (EaD) que vem se integrando ao sistema educativo e que tem se beneficiado das potencialidades oferecidas pelas TICs. Desta forma, apresenta a origem e desenvolvimento da EaD, que se deu em gerações bem caracterizadas pelas tecnologias utilizadas para a entrega das mensagens e dos materiais, relacionando as mudanças ocorridas nos modos de ensinar e aprender em conseqüência da introdução de tecnologias. Também são apresentadas algumas tendências observadas nesta modalidade, principalmente com relação ao desenvolvimento de materiais, meios utilizados para a transmissão e para interação, e os modelos de produção de materiais educacionais. Estes modelos relacionam diferentes resultados sociais, econômicos, políticos e educacionais. E, apesar de serem oriundos da economia e da sociologia industrial, revelam sua relação com diferentes concepções pedagógicas.

O modelo de produção fordista tem sido usado, muitas vezes, para orientar as estratégias utilizadas na produção de materiais educacionais em EaD. Segundo este modelo, os cursos são programados, desenvolvidos e entregues aos aprendizes, adotando uma abordagem mais passiva para a aprendizagem. Neste caso, a EaD é produto de um *design* instrucional baseado na concepção empirista (behaviorista), com um controle de produção do tipo “empurrar”. Por sua vez, o modelo de produção pós-fordista está relacionado a concepção construtivista, que adota uma postura mais ativa para o aprendiz. Segundo este modelo, a EaD deve ser sensível e se manter flexível às necessidades dos aprendizes, havendo necessidade de um controle de produção do tipo “puxar”.

Sendo assim, um sistema de produção que segue princípios pós-fordistas é apresentado. Trata-se do Sistema Toyota de Produção (STP), que é então revisado em suas características principais, como a produção *just-in-time*, o sistema de controle do tipo “puxar” e a produção nivelada para atender a demanda diversificada, entre outras. Este sistema pode contribuir com subsídios teóricos que podem orientar as estratégias utilizadas na produção de materiais educacionais na EaD.

Considerando que no STP a produção deve ser realizada em pequenos lotes e é orientada para atender as necessidades da clientela (que é diferenciada), a fundamentação apresenta recursos tecnológicos alternativos para adaptar características do STP para o sistema educacional. Diante das potencialidades oferecidas pelas TICs, o modo como os materiais educacionais são projetados, desenvolvidos e entregues, sofre mudanças. Neste sentido, são tratados os objetos de aprendizagem.

E, finalmente, apresentam-se os modelos de estilos de aprendizagem, que relacionam importantes características a serem consideradas no *design* instrucional quando se trabalha em uma abordagem centrada no aprendiz.

## 2.2 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

As tecnologias de informação e comunicação se originaram a partir do desenvolvimento simultâneo de duas áreas, a microeletrônica e as telecomunicações. De acordo com Bianchetti (2001), no processo de desenvolvimento tecnológico dos computadores, observa-se, inicialmente, a revolução na microeletrônica provocada pela invenção do transistor em substituição às válvulas, seguida do surgimento e implementação dos circuitos integrados, permitindo o armazenamento de maior quantidade de dados na memória, e resultando em menos espaço ocupado, menos consumo de energia, menos interligações e maior velocidade na transferência de informações entre elementos fisicamente próximos. Por sua vez, o desenvolvimento na tecnologia das telecomunicações possibilitou, também, o aumento substancial da velocidade e da capacidade dos meios de transmissão e conseqüente redução dos custos, especialmente com os sistemas de fibras óticas, filamentos de menor espessura, que permitem substituir os fios de cobre.

Esta convergência é vista por Bianchetti (2001), como uma diluição de fronteira entre tecnologias e setores que se integraram, possibilitando a plena realização da informática e das telecomunicações. Desta integração surgiu a telemática, que possibilitou uma nova concepção quanto ao tratamento da informação, principalmente da constatação de que os recursos proporcionados pelo processamento eletrônico de dados poderiam ser integrados com os oriundos do transporte quase que instantâneo da informação.

Essa nova concepção quanto ao tratamento da informação se deu através da digitalização do sistema teleinformático e do desenvolvimento tecnológico, inicialmente com computador-modem-telefone. O que possibilitou criar as condições necessárias para uma nova maneira de coletar, armazenar e processar informações, como também, possibilitou o transporte da voz, dados e imagens. Através destas condições oferecidas pela telemática, surgiram novos serviços e aplicações, provocando conseqüências na vida e trabalho de pessoas, nações e blocos econômicos. Sendo assim, Bianchetti (2001) ressalta que em quaisquer atividades das pessoas, sejam de lazer, trabalho ou estudo, os meios e os equipamentos utilizados, bem como as interfaces e seus próprios conteúdos, vêm sendo gradativamente digitalizados. Portanto, as TICs oferecem a possibilidade de tratar em um mesmo suporte informático o som, os textos, os dados, os gráficos e as imagens.

De acordo com Bianchetti (2001), a necessidade de redimensionar as noções de espaço e tempo faz parte da história da humanidade e se reflete na base de todas as inovações, que sempre buscaram vencer distâncias e ganhar tempo. Porém, a noção não é uma definição. Pois, o espaço e o tempo são os mesmos, o que mudou foram as práticas, que resultaram em diferentes formas de organização sobre o espaço e o tempo nas relações sociais.

Contudo, o espaço dos *bits* vem acompanhado de utopias e realidades. Segundo Begag, Claisse e Moreau (1990), as telecomunicações, que veiculam uma nova concepção de espaço e de tempo (espaço sem distância e tempo real), são cada vez mais o centro das preocupações dos planejadores. Pois, supõe-se que estas tecnologias permitem simultaneamente a manutenção das inter-relações econômicas e sociais, independentemente da proximidade física e o desenvolvimento dessas inter-relações, sem criar conflitos.

Conforme Begag, Claisse e Moreau (1990), o desenvolvimento da telemática fez renascer os debates sobre homogeneização e hierarquização espacial, centralização e descentralização ocasionados pelo desenvolvimento das infra-estruturas de transporte. Estes debates concentram-se em torno de investigar as incidências de novas infra-estruturas de comunicação sobre a localização das atividades econômicas, uma vez que, os transportes e as telecomunicações, como tecnologias de comunicação e de circulação de bens, dos homens e das informações, tomam parte da infra-estrutura do espaço. No entanto, estes autores afirmam que enquanto existe uma literatura abundante sobre os efeitos estruturantes dos transportes sobre a organização do espaço econômico e social, a própria impressão de alguns mitos (que não são objetivos, são criados), a incidência das telecomunicações sobre o espaço permanecem, ainda, amplamente inexplorada.



Segundo Begag, Claisse e Moreau (1990), a reflexão em torno das incidências das telecomunicações sobre o espaço, até o início dos anos 80, foi impregnada pelo “mutismo analítico” e pelo “delírio analítico”, dando origem a dois mitos que repousam em uma mesma base: a “indiferenciação espacial”. O mutismo analítico provém da aparente não-materialidade e da transparência espacial das redes de telecomunicações, que não possuem os efeitos visíveis das redes de transporte (travessia, interrupções e nós). A invisibilidade da rede conduz ao mito de sua “neutralidade espacial”. Por sua vez, os delírios analíticos surgem da crença de que os novos sistemas de comunicação correspondem ao advento de uma nova organização do espaço liberado dos constrangimentos da distância e do tempo, é o mito da “revolução espacial”.

Os mitos da “neutralidade espacial” e da “revolução espacial” são criados pela presumida indiferenciação espacial das TICs, devido ao fato desta noção ser pensada dentro do quadro de uma tripla redução analítica do espaço e da mudança econômica e social que, segundo Begag, Claisse e Moreau (1990), são:

- a “métrica do espaço”, uma vez que o espaço é reduzido a noção de distância, o desenvolvimento de tecnologias que permitem libertar-se das distâncias conduz seja para a neutralidade, seja para a revolução espacial;
- a “instantaneidade do tempo”, uma vez que os tempos são reduzidos à noção de tempo real, os efeitos de tecnologias sobre o espaço são instantâneos e estas tecnologias se desenvolveram dentro de um espaço do qual a história (tempo passado) e a organização atual (tempo presente) são escotomizadas; e
- a redução tecnicista da mudança econômica e social, a mudança técnica afasta o motor da mudança econômica e social, as características técnicas das TICs são transferidas sem precaução para a sociedade que as utiliza e que passa, então, a ser chamada de sociedade da informação, sociedade em tempo real, ou sociedade sem distância.

Frente a estes dois mitos e a esta tripla redução analítica, Begag, Claisse e Moreau (1990) alertam que “antes de modificar a organização do espaço, as TICs se inscrevem dentro de uma organização espacial pré-existente e dentro de um espaço diferenciado”<sup>6</sup>. Os autores consideram que estas tecnologias podem oferecer novos graus de liberdade, em

---

<sup>6</sup> Através da análise da arquitetura e distribuição espacial das redes e dos equipamentos de telecomunicações, pode-se verificar a organização espacial pré-existente e diferenciada na qual as TICs se inscrevem. Begag, Claisse e Moreau (1990) consideram que a geografia das telecomunicações constitui uma excelente ferramenta de geografia econômica, referenciando-se aos trabalhos de Pautrat (1978) e Bakis (1984).

presença do espaço e do tempo, que poderão ser valorizados segundo aspectos econômicos, simbólicos, sociais, educacionais, organizacionais e até espaciais. Pois, as tecnologias são uma produção social, elas são integradas pela sociedade que as utiliza, que as adapta e, então, evolui com elas. A organização do espaço, como a organização econômica e social é estruturada pela diferenciação. E, as mudanças econômicas e sociais ligadas às mudanças técnicas, não são nem imediatas, nem instantâneas, nem completas, convidam, no entanto, a dar conta dos “pesos” temporais (tempo de resposta, de adaptação e história do espaço).

Por fim, Begag, Claisse e Moreau (1990) consideram que deve haver uma substituição da teoria dos efeitos estruturantes das infra-estruturas de comunicação sobre o espaço (como no caso da infra-estrutura de transportes) pela valorização econômica, organizacional e espacial das potencialidades, ou dos novos graus de liberdade oferecidos pelo desenvolvimento das TICs. Antes de ser espacial, as incidências do desenvolvimento conjunto da informática e das telecomunicações são organizacionais e econômicas. Essas tecnologias modificam não somente as habilidades técnicas, mas permitem também a valorização de novas formas de organização do trabalho, que anulam as restrições de proximidade física.

### **2.2.1 As TICs e a educação**

De acordo com Giddens (1997 apud Belloni, 2001), as TICs são consideradas como pilares da globalização, entendida não apenas como um fenômeno econômico, de surgimento de um ‘sistema-mundo’, mas como a transformação das relações do espaço e do tempo. A interconexão global, intensificada pelos meios de comunicação e de transporte em escala planetária, gera mudanças das relações tempo/espaço que têm conseqüências nos modos de operar da sociedade.

A velocidade com que os avanços científicos e tecnológicos vêm sendo produzidos e incorporados à vida pessoal e social acarreta em desafios a serem superados e enfrentados por todos os setores. As empresas, que buscam incorporar inovações organizacionais, demandam por novas qualificações dos trabalhadores e tendem, segundo Bianchetti (2001), “à valorização de uma educação ‘customizada’, que responda às suas necessidades específicas, transmudadas, com apoio na própria literatura educacional, em necessidades universais para um mundo em mudança”.

Neste contexto, novos desafios são impostos aos sistemas educacionais, em função das mudanças ocorridas no processo econômico, na organização e gestão do trabalho, no acesso ao mercado de trabalho, e na cultura cada vez mais mediatizada e mundializada

pelas novas tecnologias de informação e comunicação. Belloni (2001) considera que o papel da educação na sociedade (a definição de suas finalidades maiores) está se transformando e que novas estratégias vêm sendo implementadas no sentido de responder às demandas emergentes, principalmente com a introdução de meios técnicos e de uma maior flexibilidade quanto às condições de acesso a currículos, metodologias e materiais de ensino. De acordo com Belloni os desafios provocados por estas mudanças na estrutura das demandas sociais de educação pós-secundária, estão relacionados: à formação inicial, referindo-se a reformulação de currículos e metodologias de ensino, que devem enfatizar a aquisição de habilidades de aprendizagem e interdisciplinaridade; e, ao atendimento das demandas crescentes de formação ao longo da vida.

Belloni (2001) afirma que a expansão e as mudanças dos sistemas educacionais, exigidas pelas novas condições sócio-econômicas, são muito significativas para serem baseadas apenas na expansão de sua força de trabalho. Sendo necessário criar outros processos e métodos de trabalho que possibilitem aumentar a produtividade dos sistemas educacionais, o que significa investir também nas TICs. Conforme a autora salienta, as novas tecnologias de informação e comunicação vêm sendo integradas nos sistemas educacionais, como meios de melhorar a eficiência (aumento da adequação e da produtividade) e, principalmente, como ferramentas pedagógicas.

Sendo assim, neste quadro de mudanças na sociedade e no campo da educação, a educação a distância tende a ser um elemento regular dos sistemas educacionais, necessário para atender a demandas e/ou grupos específicos, e assumindo funções de crescente importância, especialmente no ensino pós-secundário (ensino superior regular e a grande e variada demanda de formação contínua). Para Belloni (2001), no contexto das sociedades contemporâneas, a educação a distância surge como uma modalidade de educação adequada e desejável para atender às novas demandas educacionais decorrentes das mudanças na nova ordem econômica mundial.

### 2.3 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A educação a distância (EaD) tem uma longa história sustentada pelas experiências e eventos ocorridos desde o final do século XVIII e com grande desenvolvimento a partir dos meados do século XIX, em nível internacional. Estas experiências deram origem às primeiras concepções e técnicas usadas nesta modalidade que, de certa forma, prevalecem até os dias de hoje.

### 2.3.1 Origem e gerações da EaD

Uma breve passagem por estes eventos em nível mundial foi apresentada por Landim (1997), que observou o aparecimento de material de ensino e tutoria por correspondência, em 1728, num anúncio em “A gazeta de Boston”. Já na busca de regularização aparece a primeira instituição de ensino por correspondência em Berlim, em 1856, com o ensino do idioma francês. A certificação para os alunos do ensino por correspondência começou a ser concedida pela Universidade de Londres, em 1858.

Conforme Moore (1996), a educação a distância nos Estados Unidos da América (EUA) teve como marco a iniciativa de Anna Eliot Ticknor, que criou em 1873 e dirigiu até 1896 a Sociedade para a Promoção do Estudo em Casa, em Boston. E em 1883, em Ithaca no Estado de Nova York quando começou a funcionar a Universidade por Correspondência.

De acordo com Landim (1997), outras experiências ocorreram ao longo dos anos, em diversos países, como França, Inglaterra, Espanha, EUA, Austrália, Noruega, Alemanha, Canadá, antiga URSS, Nova Zelândia, entre outros. O ensino por correspondência foi expandindo-se e consolidando-se através destas experiências, que buscaram atender pessoas (adultos e crianças), que não podiam freqüentar as aulas convencionais impedidos por alguma limitação (distância, trabalho, etc.).

Assim, o ensino por correspondência fortaleceu-se através da oferta de educação aberta, continuada e formal (primária, secundária e pós-secundária). Segundo Landim (1997), a partir de 1940, diversos países europeus do centro e do leste iniciaram-se nesta modalidade de ensino. Desde então, os avanços técnicos possibilitaram outras oportunidades a serem exploradas no ensino, já não meramente por correspondência, uma vez que o rádio e a televisão começaram a ser utilizados para este fim. Do início do século XX, até a Segunda Guerra Mundial, várias experiências foram adotadas buscando desenvolver melhor as metodologias aplicadas ao ensino por correspondência, que após foram influenciadas pela introdução dos meios de comunicação em massa, principalmente o rádio, com importante participação em projetos que alcançaram o meio rural.

De acordo com Landim (1997), após a criação, em 1969, da *British Open University* direcionada à educação superior a distância, começaram a surgir instituições de nível universitário e não universitário, assim como associações e redes de educação a distância em vários outros países. A autora observa que esta expansão foi fortemente influenciada pelo aperfeiçoamento dos serviços de correios, a agilização dos processos de transporte e, principalmente, o desenvolvimento tecnológico aplicado ao campo da comunicação e da informação.

No Brasil, o ensino a distância tem como marco a fundação do Instituto Rádio-Monitor, em 1939, seguido da criação do Instituto Universal Brasileiro, em 1941. Desde então, várias experiências foram iniciadas. A criação do Movimento de Educação de Base (MEB) destacou-se pela importância na ação de alfabetizar e apoiar a educação de jovens e adultos, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, através de “escolas radiofônicas” (Nunes, 1994).

Conforme relata Nunes (1994), no Brasil foram muitas as experiências, governamentais, não-governamentais e privadas, que nas décadas de 1970 e 1980 mobilizaram grandes contingentes técnicos e recursos financeiros. No entanto, os resultados obtidos, neste período, não se mostraram suficientes para gerar um processo de irreversibilidade na aceitação governamental e social da modalidade de educação a distância no país. O autor considera que isto se deve à descontinuidade de projetos, a falta de memória administrativa pública e, certo receio em adotar procedimentos rigorosos e científicos de avaliação dos programas e projetos.

Atualmente, de acordo com Belloni (2001), surge uma tendência para integrar as modalidades de educação a distância e presencial dando origem a modelos institucionais mistos, através dos quais as instituições tradicionais de ensino superior seriam capazes de diversificar suas ofertas complementando suas atividades presenciais com atividades mediatizadas, em currículos e disciplinas. Neste sentido, os investimentos tecnológicos necessários se referem tanto a equipamentos quanto a pesquisa em metodologias adequadas, acompanhados da formação para o uso destas tecnologias como ferramenta pedagógica. Porém, no Brasil a restrição de recursos públicos destinados à educação superior e à pesquisa científica contraria a tendência social de crescimento da demanda do ensino superior, dificultando um projeto institucional de mudanças.

Com relação à educação a distância nos EUA, Moore (1996) considera que além da história desta modalidade ter iniciado com cursos entregues pelo correio, também suas raízes filosóficas e metodológicas são encontradas nas práticas e conceitos da educação por correspondência, principalmente fundamentadas no conceito de estudo independente. De acordo com Moore (1996), em 1968, buscando se diferenciar das escolas privadas de “estudo em casa”, os educadores por correspondência das universidades americanas denominaram seu método de “estudo independente”. Este se fundamenta no estudo independente do instrutor em tempo e lugar (ou seja, a distância) e na independência do estudante ao tomar decisões que concernem ao seu aprendizado. Uma autonomia imposta ao estudante como resultado de sua independência geográfica, mas que significa professores e alunos tendo suas próprias tarefas e responsabilidades, independentemente, comunicando-se de várias formas.

Segundo Moore (1996), enquanto a maioria dos países europeus considerava a EaD um mecanismo de entrega com cursos altamente estruturados, com pouca ou nenhuma fundamentação filosófica, os EUA empenhavam-se em considerar o controle e participação do estudante individual na condução do seu processo de EaD, além do contato dos estudantes com o instrutor através da mídia. Esta concepção segue as idéias de Wedemeyer que têm fundamentação nas teorias da comunicação e da andragogia.

Com base em Moore (1996), a educação a distância teve seu desenvolvimento mapeado através de três gerações caracterizadas, principalmente, pelas tecnologias utilizadas para a entrega das mensagens, conforme será apresentado a seguir.

### **A primeira geração de EaD**

A partir de 1880 surgiu a primeira geração de EaD, conhecida como “estudo por correspondência”. A principal mídia de comunicação era o material impresso, geralmente, na forma de um guia de estudo, com conteúdos escritos e tarefas a serem executadas pelos estudantes. A entrega e distribuição de materiais dos cursos se davam através dos serviços de correio e do sistema de transporte, primordialmente as estradas de ferro. Os custos de produção e entrega dos materiais eram baixos, mas a rapidez com que estes materiais chegavam até os estudantes e também a comunicação estabelecida entre os estudantes e os instrutores dependia dos sistemas de gerenciamento dos correios e de transporte.

A separação entre o professor e o estudante e a interação que ocorre de modo indireto no espaço (a distância, descontígua) e no tempo (comunicação diferida, não simultânea), basicamente, é o que caracteriza a EaD. Mas, conforme salienta Belloni (2001), a ênfase nas conceituações de EaD, muitas vezes, negligencia o aspecto temporal. Pois, os problemas gerados pela comunicação diferida são mais difíceis de serem superados (dificuldade de acesso aos materiais, demora nas respostas sobre dúvidas ou avaliações, etc.), quando comparados aos problemas enfrentados pela separação no espaço, e afetam tanto as condições de estudo do aluno, quanto as condições de trabalho do professor.

Segundo Belloni (2001), o ensino por correspondência ficou claramente caracterizado pela assimetria tanto com relação à flexibilidade entre as dimensões de espaço e tempo, como com relação à autonomia do estudante. Uma vez que, manifestava-se a flexibilidade referente ao lugar de estudo, mas permanecia uma grande rigidez com relação aos prazos (inscrição, avaliação, etc.) e escolha de currículos ou meios, com enfoque de controle concebido a partir da sala de aula convencional.

## A segunda geração de EaD

Esta geração de EaD aparece nos finais dos anos de 1960, início dos anos de 1970, caracterizando-se pela utilização de “multimeios”, que se manifestou através de experimentações integrando várias mídias de comunicação e novas técnicas de instrução. Os dois maiores desenvolvimentos foram o Projeto Articulado de Mídia Instrucional (AIM) da *University of Wisconsin* dirigido por Charles Wedemeyer e a criação da *British Open University*, considerados como marcos na aplicação de um sistema de abordagem total à elaboração e implementação do aprendizado a distância.

O projeto AIM previa além da instrução por correspondência, alguns programas distribuídos por rádio, televisão e fitas de áudio, utilizando mídia de transmissão e mídia gravada. Este projeto, também, possibilitou testar a viabilidade de dividir as funções do professor: as instruções seriam preparadas por um grupo de especialistas; e, então, entregues através da mídia. Com relação ao auto-direcionamento dos aprendizes dois fatores foram considerados importantes: a força de apresentação da mídia de transmissão; e a interação possibilitada pelos meios de comunicação (correspondência e telefone). Além disso, aconselhamento pessoal, discussões em grupos de estudo e o uso de laboratórios da universidade integraram este projeto.

A criação da *British Open University*, no Reino Unido em 1969, trouxe como inovações: a adoção de uma equipe para o desenvolvimento de programas e produção de materiais com grande qualidade científica e pedagógica; o uso de multimeios na distribuição dos cursos, envolvendo uma série de tecnologias (textos impressos, áudio, vídeo tape, rádio e televisão); e tutorias face-a-face em centros de estudos locais.

O uso da mídia de transmissão (rádio e televisão) foi considerado o terceiro maior desenvolvimento na história da educação a distância e abriu caminho para a teleconferência. Assim, a segunda geração caracterizada pelo enfoque multimeios acrescentou à tecnologia da primeira geração, os dispositivos das telecomunicações (rádio, televisão e satélites), dando início a utilização da eletrônica na educação a distância.

Também nesta geração surge o consórcio, o dispositivo organizacional criado para o uso de transmissões via satélite, que consiste numa associação voluntária de instituições independentes que dividem os custos, o trabalho e os resultados da elaboração, entrega e ensino de cursos educacionais.

Na década de 1980, cresce a disponibilidade de transmissões através do ITFS, TV a cabo e canais de satélites, surgindo a Rede de Teleconferência Nacional das Universidades (NUTN), com objetivo de cooperação no planejamento e entrega de programas educacionais via-satélite, de forma a reduzir custos e servir mais pessoas. E, a Universidade

Tecnológica Nacional (NTU) que oferecia cursos para educação continuada de engenharia, distribuídos via satélite.

Segundo Moore (1996), tanto a NUTN como a NTU apresentam alguns dos elementos-chave do consórcio de tele-conferência e uma nova forma de educação à distância direcionada pelo mercado (as necessidades dos clientes ditam que cursos estão em demanda) que surge em todos os países. Sendo representada por um grande número de universidades, elas estão aptas a oferecer uma variada seleção de cursos para prováveis clientes (indivíduos ou organizações).

De acordo com Belloni (2001) o modelo da segunda geração se desenvolveu a partir das orientações behavioristas e industrialistas típicas da época, caracterizando-se pela oferta de pacotes instrucionais integrando as inovações tecnológicas de comunicação e informação, para um público em massa, tendo como objetivo obter economia de escala.

A entrega dos materiais de curso através de transmissão de televisão ou fitas de vídeo, com interação por telefone, ou ambos entrega e interação por telefone, satélite, cabo ou linhas ISDN (Rede Digital de Serviços Integrados) representam a transição para a terceira geração de EaD, que surge a partir dos anos de 1990, com o desenvolvimento e disseminação das TICs. (Moore, 1996).

### **A terceira geração de EaD**

Esta geração de EaD é caracterizada pela utilização das redes de conferência por computador e estações de trabalho multimídia baseadas em computadores, integrando ainda os meios de comunicação das gerações anteriores.

As redes de computadores são formadas pela conexão de computadores pessoais através de telecomunicações, proporcionando interação síncrona e/ou assíncrona, alcançando indivíduos ou grupos (áudio-gráfica). O sistema áudio-gráfico é um tipo de conferência em tempo real que contém uma quantidade de informações visuais ou gráficas, permitindo a interação entre instrutor e estudantes e destes entre si, através de mensagens de áudio.

A videoconferência é uma aplicação do sistema de teleconferência, sendo de dois tipos: comunicação de mão-única no vídeo com mão-dupla no áudio e comunicação mão-dupla no vídeo e no áudio. Este sistema permite que estudantes e instrutores se vejam de diferentes localidades.

Belloni (2001) considera que a terceira geração implica em mudanças nos modos de ensinar e aprender, devido principalmente a concepção das unidades de curso sob a forma



de programas interativos informatizados (tendendo a substituir as unidades de curso impressas) e a utilização das potencialidades das redes telemáticas (bancos de dados, e-mail, listas de discussão, sites, etc.), *CD-ROMs* didáticos, entre outros. Há uma forte tendência de diminuir o uso de materiais divulgados através dos meios de comunicação em massa (*broadcasting*) e aumentar a utilização de materiais de uso pessoal (*self media*), como fitas cassetes, *CD-ROMs*, disquetes, etc.

De acordo com Belloni (2001), as duas primeiras gerações de EaD são caracterizadas por uma menor interação entre o professor e o aprendiz, mesmo quando são oferecidos serviços de apoio aos estudantes tais como tutoria e aconselhamento por telefone ou ainda encontros presenciais. Caracterizando-se pela produção e distribuição de materiais e com o sancionamento e validação dos resultados da aprendizagem, segundo os princípios do behaviorismo, nos quais os materiais são considerados como estímulos.

Na terceira geração, as TICs além de proporcionar a interatividade com materiais de boa qualidade e grande variedade, oferecem novas possibilidades de interação envolvendo professor/aluno e também entre alunos. As técnicas de interação mediatizada criadas pelas redes telemáticas (*e-mail*, listas ou grupos de discussão, *webs sites*, etc.) permitem combinar a flexibilidade da interação humana com a independência no tempo e no espaço, de forma mais rápida (Belloni, 2001).

#### **A quarta geração de EaD**

De acordo com Taylor (2000), a quarta geração de EaD corresponde a um modelo de aprendizagem flexível baseada na entrega *online* via *Internet*. Uma maior flexibilidade temporal e espacial é permitida pela evolução dos meios anteriores que se tornaram mais interativos, mais fáceis de utilizar e de acesso mais generalizado. A *Internet* possibilitou alterar alguns conceitos de difusão e de gestão da informação baseados na interação professor/aluno. Surgindo as comunidades virtuais, com cursos e conteúdos acessíveis via rede, com a possibilidade de aulas colaborativas e interações síncronas e assíncronas, utilizando várias metodologias e tecnologias que promovem o processo ensino-aprendizagem através da *Internet* como dispositivo de mediação. As tecnologias de entrega nesta geração são: a multimídia interativa *online*, o acesso via *Internet* a recursos na rede e, a comunicação mediada por computador.

#### **A quinta geração de EaD**

Taylor (2000) considera que já existe uma geração emergente que consiste numa evolução da quarta geração, por utilizar todas as tecnologias de entrega utilizadas nesta

geração, agregando a comunicação mediada por computadores usando sistemas de respostas automatizados e acesso via portal do campus a processos e recursos institucionais. Este sistema de resposta automatizado reduz o custo da comunicação mediada por computador, que na geração anterior é um recurso muito usado. Esta geração se caracteriza por um modelo de aprendizagem flexível inteligente.

Com relação a entrega tradicional da educação a distância, a distribuição de pacotes de materiais de auto-instrução (guias de estudo impresso, áudio tapes, vídeo tapes, etc.) tem um custo que varia na proporção direta do número de estudantes envolvidos. No entanto, a entrega baseada na *Internet* troca significativamente os custos institucionais associados com estudantes que ganham acesso à experiências de aprendizagem.

### **2.3.2 Algumas tendências da EaD**

Segundo Miller (1992), até 1980 a tecnologia disponível para a produção, distribuição e interação na educação a distância era pouca e rudimentar. Para o desenvolvimento de materiais eram utilizados os impressos, vídeos e programas gravados, e em alguns casos, programas de televisão ao vivo. Para a transmissão as instituições utilizavam o serviço postal, o rádio, a televisão e TV a cabo. E para a interação: material escrito; consultas telefônicas individuais; e, o áudio tape. A partir de 1990, a mídia interativa é introduzida na EaD, com a microonda ITV, áudio-gráficos, vídeo, conferência via computador, conferência via áudio, etc, afetando a relação entre instituição e aluno. A tecnologia digital vem sendo incorporada na EaD: desde programas hipermídia, que permitem ao aluno explorar um corpo de informações ou um grande banco de dados acessível através da *Internet* e outras redes de computadores; até os sistemas de dados integrados que, permitem o acesso dos alunos aos materiais, em casa ou no trabalho.

Mais recentemente, a educação a distância se encontra em um período de integração e convergência de tecnologias, sendo cada vez mais identificada pela utilização de multimídia. As tendências apontadas por Miller (1992), para este cenário de EaD, estão relacionadas com mudanças na forma do curso e no planejamento curricular, indo além do tradicional resultado de transmitir. Também, a forma de organizar os recursos de acordo com a tecnologia, o que prevalecia historicamente nas instituições de EaD, torna-se insustentável num ambiente com múltiplas tecnologias. A EaD passa a ser mais influenciada pelo currículo e pelas necessidades do aprendiz do que pela tecnologia, exigindo que as estruturas organizacionais sejam flexíveis para permitir a interação das tecnologias. A própria conceituação de EaD neste cenário busca cobrir métodos educacionais diversos e contraditórios, tais como aprendizagem independente e aprendizagem em sala de aula

estendida. Sendo caracterizada mais pela natureza da interação envolvida no processo educacional do que pela tecnologia utilizada para a transmissão.

A segunda tendência está relacionada à mudança nas relações entre as instituições e os alunos, devido à mudança no uso da tecnologia. O ensino por correspondência e mesmo o ensino transmitido pela televisão focam o aluno individual, que assume certo controle com relação ao tempo, ritmo e local de estudo, mas a concepção dos conteúdos, seqüência dos estudos e controle das atividades, quase que exclusivamente, estão sob o controle da instituição. A partir dos meados de 1990, a rápida diversificação da mídia interativa tem contribuído para a EaD, possibilitando estender a tradicional sala de aula. Desta forma, a instituição pode possibilitar a interação entre os alunos permitindo certo nível de espontaneidade. O uso assíncrono da mídia (conferência via computador, *e-mail*, *e-mail* vocal) permite aos estudantes o controle do tempo, local e ritmo, e a comunicação entre os mesmos. Do cenário anterior que focava o aluno individual, considerando cada aluno uma classe, as mudanças estão direcionadas aos grupos de alunos numa sala de aula virtual (*online*), considerando a utilização das redes de EaD pela *Internet* o que permite a colaboração digital entre os alunos. No final desta década, é ampliado o acesso dos estudantes a banco de dados, sistemas hipermídia, vídeos, textos, etc., possibilitando o controle sobre a extensão e seqüência do material de estudo (Miller, 1992).

A terceira tendência, observada por Miller (1992), diz respeito à mudança nas relações entre as instituições de EaD. Até a década de 1970, estas instituições trabalhavam individualmente, produzindo seus próprios cursos ou negociando materiais de outras instituições e, geralmente, ofereciam cursos dentro de uma área de serviços estabelecida. Na década de 1980, foi a criação de um consórcio (*University of Mid-American*) que possibilitou a primeira utilização do satélite em EaD. Nos anos de 1990, surgem outras relações entre as instituições, entre as quais, a universidade aberta à rede, que tem como precursora a *National Technological University*. Também nesta década surge o consórcio das universidades nacionais, que atuam além das fronteiras de seu país.

Miller (1992) ressalta que, enquanto o ensino por correspondência teve um amplo período de desenvolvimento, a educação superior americana na modalidade EaD tem história recente, principalmente na década de 1990. Segundo o autor, a EaD pode ser vista como sinal de mudanças no sistema educacional tradicional, como se fosse um rótulo usado para administrar tais mudanças. O autor considera que nas próximas décadas este termo pode cair em desuso, quando as tecnologias e metodologias utilizadas na EaD forem incorporadas e ajustadas ao processo educacional como um todo. Essas mudanças podem estar relacionadas a:

- adaptação da educação superior às mudanças sociais;
- articulação da relação cliente-fornecedor entre as universidades e os estudantes que elas atendem;
- definição das instituições mais pelas comunidades profissionais que atendem, do que pelas suas comunidades geográficas imediatas;
- reconceituação do currículo;
- explicitação dos objetivos educacionais que tradicionalmente eram mantidos como considerações implícitas na educação.

Conforme Miller (1992), estas tendências na EaD sugerem um desenvolvimento estratégico focado sobre: a EaD em toda extensão da instituição e não em termos programáticos; o desenvolvimento da EaD e os recursos de mídia organizados de maneira a permitir combinações mais flexíveis quando solicitada por programas individuais; e um planejamento voltado para os objetivos acadêmicos, tecnológicos e administrativos para a EaD. Neste contexto, a utilização da tecnologia possibilita à instituição colocar em primeiro plano as necessidades dos alunos.

### **2.3.3 Modelos de produção de materiais pedagógicos na EaD**

A produção de materiais pedagógicos na educação a distância tem sido fundamentada em modelos teóricos oriundos da economia e da sociologia industrial: fordismo, neo-fordismo e pós-fordismo. Apesar destes modelos terem sido criados para descrever formas específicas de produção econômica, quando transportados para a educação a distância vinculam diferentes resultados sociais, econômicos, políticos e educacionais. As questões relativas a esse debate sobre os modelos de produção na EaD introduzem regulações de política de mercado, geram estruturas institucionais, e efetivamente organizam práticas de local de trabalho sobre as bases de cada modelo.

Badham e Mathews (1989 apud Simonson, 2000) forneceram um modelo para compreender as três categorias de produção de educação a distância. Para eles, um sistema de produção pode ser representado por um modelo de produção que guia as estratégias organizacionais. Assim, um processo de produção e as estratégias de produção podem ser definidos por três variáveis, que são: inovação do produto, variabilidade no processo e responsabilidade da mão-de-obra. Desta forma, o fordismo se caracterizaria por ter baixa inovação de produto, baixa variabilidade no processo e baixa responsabilidade de mão-de-obra. O neo-fordismo teria alta inovação de produto e alta variabilidade no

processo, mantendo a baixa responsabilização da mão-de-obra. E o pós-fordismo alcançaria altos níveis nestas três variáveis.

De acordo com Campion (1995) estes diferentes processos de produção se relacionam com a educação a distância conforme o Quadro 1 e são explicados a seguir.

Quadro 1: Características dos modelos de industrialismo na educação a distância.

	<b>Fordismo</b>	<b>Neo-Fordismo</b>	<b>Pós-Fordismo</b>
<b>Inovação do Produto</b>	baixo	alto	alto
Ciclo de vida do produto	longo	curto	curto
Produção em massa / mercado em massa	alta	baixa	baixa
<b>Variabilidade no Processo</b>	baixa	alta	alta
Integração vertical	centralizada	controle central	descentralizada / administração local
Modo	único: distância	combinado	integrado
Cobertura	nacional	internacional	global
<b>Responsabilidade da Mão-de-obra</b>	baixa	baixa	alta
Divisão do trabalho	alta	alta	baixa
Nível de desqualificação	alto	alto	baixo

Fonte: Campion (1995).

A estratégia fordista sugere um provedor de educação a distância nacional, *single-mode*, com produção e controle totalmente centralizado, obtendo grandes economias de escala por oferecer cursos para um mercado em massa, justificando maior investimento em materiais de curso. A racionalização permite um maior controle administrativo e uma extrema divisão da mão-de-obra através de um processo fragmentado de produção em tarefas componentes. Em geral, o modelo fordista quando utilizado na EaD se manifesta através de uma produção em massa para um consumo em massa de cursos desenvolvidos e distribuídos por um pequeno centro de trabalhadores especializados, com um efeito de desqualificação sobre o professor. Existindo uma divisão de tarefas que necessita de um gerenciamento com um controle centralizado.

A estratégia neo-fordista é uma extensão do modelo fordista, por permitir níveis mais altos de flexibilidade e diversidade, e por combinar baixos volumes com altos níveis de inovação no produto e no processo. Porém, mantém uma abordagem altamente centralizada para o controle e organização da mão-de-obra. Segundo este modelo, a EaD teria o desenvolvimento, distribuição e administração dos cursos combinados entre um escritório centralizado e regional ou escritórios locais, permitindo mais flexibilidade no

desenvolvimento e distribuição dos cursos. Assim, o professor tem pequena responsabilidade além de entregar os materiais desenvolvidos.

O modelo pós-fordista de EaD seria descentralizado, mantendo integração entre os modos de estudo. O corpo docente acadêmico teria o controle sobre seus cursos administrados e, desta forma, estaria apto para adaptar o currículo do curso e distribuição para as mudanças de necessidades dos estudantes. A abordagem pós-fordista para a educação a distância estaria focada sobre o cliente antes que o produto. Teria uma administração descentralizada, democrática e participativa, e a divisão de mão-de-obra seria informal e flexível. Os professores teriam alta responsabilidade para desenvolver currículo e responder às necessidades de aprendizagem dos estudantes.

Segundo Belloni (2001), a partir de 1970 estes modelos de produção têm influenciado além da elaboração dos modelos teóricos, as próprias políticas e práticas de EaD, no que diz respeito tanto às estratégias desenvolvidas como à organização do trabalho acadêmico e de produção de materiais pedagógicos. Desde a década de 1980, as orientações dos modelos fordismo e pós-fordismo coexistem no campo da educação em geral e da EaD em particular, correspondendo a educação em massa e a uma proposta mais aberta e flexível, respectivamente. Porém, no contexto das transformações políticas e econômicas e considerando uma nova fase do capitalismo<sup>7</sup>, a partir da década seguinte, o modelo de inspiração behaviorista e de educação em massa sofre enfraquecimento, de forma que na educação o modelo fordista parece cada vez menos adaptado para responder às novas exigências sociais.

De acordo com Evans e Nation (1992 apud Belloni, 2001), no campo da educação este modelo fordista evidenciou-se na expansão da oferta de educação (universalização do ensino fundamental e depois do ensino secundário) e nas estratégias implementadas (grandes unidades, planejamento centralizado, otimização de recursos, uso de tecnologias). Como também, identificou-se por uma nova disciplina, a tecnologia educacional, através da qual os modelos industriais são transpostos para os processos educacionais.

Conforme Evans (1995), a EaD pode ser vista como ambos, um produto e um processo da modernidade. Os sistemas administrativos, redes de distribuição e processos

---

<sup>7</sup> Esta nova fase do capitalismo é considerada por Giddens e Edwards uma reestruturação da economia, ao mesmo tempo gerada e possibilitada pela disponibilidade das TICs, correspondendo ao colapso das “certezas” dos anos dourados do pós-guerra. As necessidades da nova economia estão relacionadas a maior flexibilidade e inovação, o que conduz às novas formas de organização do trabalho e de gestão. Significando evoluir de um modelo fordista centralizado, automatizado, hierarquizado e muito especializado para formas mais flexíveis, descentralizadas, com uma divisão do trabalho menos especializada e segmentada Belloni (2001).

de produção na EaD são característicos das sociedades modernas de produção em massa, consumo e gerenciamento. No entanto, apesar desta abordagem de produção em massa fornecer custo-eficiência e qualidade de produção de materiais, o questionamento sobre a continuidade do modelo fordista na EaD se baseia em alguns fatores, tais como:

- a redução da demanda para instrução produzida em massa e distribuída de forma centralizada;
- a não adaptação do modelo fordista para a rápida mudança nas necessidades da sociedade; e
- a incompatibilidade da produção instrucional e do uso sistemático de currículo pré-programado, com níveis mais altos de qualidade educacional.

Renner (1995) salienta que o mercado de educação aberta está se tornando mais fragmentado, competitivo e especializado, sendo necessário buscar formas mais eficientes e flexíveis de estrutura organizacional. O autor considera que as práticas burocráticas são insustentáveis num ambiente que combina um mercado consumidor significativamente diferenciado com a força e velocidade da interatividade oferecidas pelas TICs, acrescida de uma força de trabalho altamente capacitada. Este novo ambiente requer uma estrutura flexível onde as idéias são prontamente experimentadas e compartilhadas. Pois, a estrutura fordista apresenta rigidez quanto à adaptação de currículo, ou mesmo para alterar a estrutura e conteúdo dos cursos para as necessidades dos estudantes.

O currículo pré-programado usado na abordagem fordista para a educação a distância é produto de um *design* instrucional baseado na concepção behaviorista, que admite uma abordagem mais passiva para a aprendizagem. Segundo a concepção construtivista, o indivíduo dá significado ao mundo através da experiência, num processo de experimentação pessoal e cooperativo, questionando e resolvendo problemas, sendo incompatível com a produção em massa de currículos. De acordo com Renner (1995), para que a aprendizagem construtivista ocorra, o ensino deve manter-se flexível e sensível para as necessidades dos aprendizes, a partir das suas perspectivas intelectuais, cognitivas e psicológicas. Desta forma, o modelo pós-fordista está diretamente vinculado com a concepção construtivista da construção do conhecimento.

Segundo Belloni (2001), o avanço tecnológico é considerado o elemento-chave que concretiza a crise do sistema fordista (modelo industrial dominante no século XX) e a necessidade de reestruturação dos processos de produção industrial e modo capitalista. Com a crise do fordismo surgem novos modelos de produção industrial visando incrementar sua eficiência com base no uso intensivo das novas possibilidades oferecidas pela tecnologia e em novas formas de organização do trabalho daí decorrentes. Uma delas é o

pós-fordismo, que rompe com as estruturas industriais hierarquizadas e burocráticas, associando o processo de descentralização e horizontalização da gestão a um modelo de organização menos burocrático e mais empresarial e a uma ênfase na autonomia, iniciativa e flexibilidade oposta à rotina legal e racional do fordismo. Portanto, os princípios do modelo pós-fordismo requerem sistema de produção mais flexível, *design* orientado para os desejos e necessidades dos consumidores dispersos em segmentos específicos de um mercado globalizado.

No campo da educação e da EaD, as mudanças nos processos de trabalho e de gestão implicam em transformar o modelo do grande provedor especializado, que produz um ensino padronizado para um mercado em massa, em um modelo que permita a adaptação dos serviços ao perfil individual do usuário. Como sugere Trindade (1998 apud Belloni, 2001), a oferta de EaD deveria incorporar uma lógica de atendimento mais individualizado aos interesses da clientela, numa perspectiva de oferta de serviços diversificados que o estudante pode organizar segundo suas necessidades.

Belloni (2001) ressalta que as instituições de ensino têm dificuldades em atender eficientemente o crescimento e diversificação da demanda por educação e formação através dos meios tradicionais, sendo necessário que elas adotem formas mais flexíveis de gestão em sua organização interna e nas estratégias de produção e distribuição dos currículos. O contexto mundial de mudanças em todas as dimensões da vida social exige, portanto, adaptações dos sistemas educacionais para atender às novas demandas, havendo necessidade destes sistemas reestruturarem-se numa perspectiva “pós-fordista”, introduzindo formas de organização mais flexíveis, descentralizadas e horizontais, que permitem um *feedback* mais imediato e seguro, uma atualização mais rápida e um melhor atendimento às demandas. Pois, a estrutura organizacional com as características do modelo fordista não oferece capacidade de flexibilização e adaptação a uma nova situação.

#### 2.4 UM SISTEMA INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO FLEXÍVEL

O Sistema Toyota de Produção (STP) foi desenvolvido por uma empresa fabricante de vários modelos de automóveis, um produto altamente complexo em componentes e subconjuntos. No entanto, Monden (1984) afirma que as técnicas utilizadas não inviabilizam suas aplicações para outros produtos e ramos de atividade. Sendo assim, cabe investigar de que forma os princípios e técnicas utilizados no STP podem contribuir para um modelo de produção pós-fordista na EaD. Para tanto, faz-se necessário entender este sistema de produção.



De acordo com Shingo (1996), o STP sustenta-se em uma teoria geral de produção que apresenta aspectos ligados à economia industrial e relativos à Engenharia de Produção. Considerando a teoria geral de Engenharia de Produção, Shingo desenvolve os conceitos de mecanismo da função de produção e de perdas. O sistema de produção constitui-se em uma rede funcional de processos e operações: o processo refere-se ao fluxo de materiais no tempo e no espaço (é o caminho pelo qual a matéria-prima é transformada em produto); e as operações, à análise da ativação das pessoas e dos equipamentos disponíveis no tempo e no espaço (as ações efetuadas sobre o material pelos trabalhadores e máquinas).

Segundo Monden (1984), a rotina de operações padronizadas apresenta a seqüência de ações que cada operador deve executar dentro de um dado tempo de ciclo, com os seguintes objetivos: alta produtividade; balanceamento de linha entre todos os processos, em termos de tempo de produção e quantidade mínima padrão de material em processo.

O mecanismo da função produção rompe a visão hegemônica proveniente do ambiente industrial taylorista/fordista, no qual os processos e as operações eram percebidos como pertencentes ao mesmo eixo de análise. De acordo com Shingo (1996), estas duas formas de visualizar a produção, o processo e a operação, referem-se a dois eixos distintos e inter-relacionados de análise. A teoria que sustenta o STP baseia-se na priorização das melhorias na função processo via a eliminação contínua e sistemática das perdas nos sistemas produtivos.

O STP consiste, então, em uma tecnologia de gerenciamento de produção. Correspondendo a um método racional de fabricar produtos pela completa eliminação de elementos desnecessários à produção (funções desnecessárias) com o propósito de reduzir os custos. Vinculados a este propósito, estão: o controle de quantidade, que envolve a capacidade do sistema em adaptar-se às flutuações (diárias e mensais) da demanda em termos de quantidade e variedades; e o controle de qualidade, no qual cada processo é suprido somente com unidades boas para os processos subseqüentes. O fluxo contínuo de produção ou adaptação às mudanças da demanda em quantidades e variedades é garantido pelo processo “*just-in-time*”<sup>8</sup>, que por sua vez é apoiado pela “autonomação”<sup>9</sup> para o controle de qualidade (Monden, 1984).

---

<sup>8</sup> *Just-in-time* - “produção no momento exato”, o que significa produzir somente os itens necessários na quantidade necessária e no tempo necessário Monden (1984). O *just-in-time* é o método utilizado para a eliminação das perdas por superprodução quantitativa (fazer mais produto do que o necessário) e superprodução antecipada (fazer o produto antes que ele seja necessário) (Shingo, 1996).

O método de produção “*just-in-time*” do STP é administrado por um sistema de informação para controlar as quantidades de todos os processos de uma fábrica e também entre companhias. Este sistema de informação utiliza como meio um cartão (kanban), por isso se chama sistema Kanban<sup>10</sup>. Neste sistema: os kanbans de requisição são utilizados para determinar a quantidade que o processo subsequente deve retirar do processo precedente; e, os kanbans de produção para determinar a quantidade que o processo precedente deve produzir, em função da retirada pelo processo subsequente (Monden, 1984).

Para a implantação do sistema kanban, a produção deve ser nivelada para padrões de quantidades e variedades na retirada de peças, pela linha de montagem final. Por saber com exatidão o tempo e a quantidade de peças necessárias, a linha de montagem vai ao processo precedente para obter estas peças, nas quantidades necessárias e no tempo necessário para a montagem do veículo. Cada processo de fabricação retira as peças ou materiais necessários dos processos precedentes até completar a linha. Este sistema de controle de produção é conhecido como “sistema de puxar” (Monden, 1984).

Neste sentido, o STP é revolucionário. Pois, a maioria dos sistemas convencionais é do tipo “sistema de empurrar”, onde o controle do processo sobre o tempo e quantidades necessárias é feito através de várias programações de produção para todos os processos, tanto para os de fabricação de peças, quanto para as linhas de montagem final. Estes processos produzem peças de acordo com seus programas, utilizando o método do processo precedente e fornecem peças para o processo seguinte. Por isso, este método não oferece possibilidades de mudanças ou alterações no processo de produção devido aos eventuais problemas que possam ocorrer em algum processo e às variações de demanda (Monden, 1984).

Contrariamente à fabricação de um único tipo de produto em grandes lotes, o STP utiliza a produção nivelada para adaptar a produção às variações de demanda. A produção nivelada possibilita produzir diariamente muitas variedades em resposta à demanda. Através de pequenos lotes de produção, o tempo de execução de vários tipos de produtos pode ser reduzido e a companhia pode adaptar-se às ordens do cliente e às alterações de demanda (Monden, 1984).

---

<sup>9</sup> Autonomia ou pré-autonomia, é um processo no qual todas as funções, inclusive a detecção de defeitos, são executadas pela máquina; os trabalhadores simplesmente corrigem os defeitos ( Shingo, 1996).

<sup>10</sup> O método *Kanban* foi desenvolvido por Taiichi Ohno, através de uma analogia com o supermercado americano.

Para tanto, a máquina exclusiva, considerada como o meio eficaz de redução dos custos de produção em massa, não é capaz de suportar a fabricação flexível obtida pela produção nivelada. Sendo necessário adicionar instrumentos e ferramentas para que esta máquina se transforme em um tipo de máquina com múltiplas funções na linha. Com este propósito, o Sistema Flexível de Manufatura (FMS) que consiste num sistema de produção automático constituído de meios de processamento, meio de transporte, meio de movimentação de material e de um microcomputador, possibilita responder a produção de muitas variedades por meio de hardware (Monden, 1984).

De acordo com Shingo (1996, p.78) a troca rápida de ferramentas (TRF) surgiu a partir da diferenciação dos dois tipos de *setup*:

- *setup* interno, que corresponde as operações de *setup* que podem ser executadas somente quando a máquina estiver parada (por exemplo: a fixação de matrizes);
- *setup* externo, que corresponde as operações de *setup* que devem ser concluídas, enquanto a máquina está funcionando (por exemplo: o transporte de matrizes, da montagem à estocagem, ou no sentido contrário).

Shingo (1996) considera que a TRF permite eliminar as perdas por superprodução, trabalhar com tempos de ciclo reduzidos com produção de lotes pequenos e responder a mudanças na demanda do consumidor. Também, Monden (1984) salienta as vantagens da TRF, relacionando-as a: minimização de estoques; produção orientada por ordem de serviço; e adaptabilidade às alterações da demanda.

De acordo com Shingo (1996), a Toyota Motors trabalha com um planejamento combinado de produção por antecipação<sup>11</sup> e de produção contrapedido, à medida que a produção se aproxima da montagem final. Esse planejamento flexível combinado com um ajuste diário do plano de seqüência de produção da montagem final permite a verdadeira produção contrapedido, satisfazendo as necessidades da produção com estoque zero.

Desta forma, a produção é baseada em pedidos confirmados e voltada para um mercado que exige rápida entrega de uma grande variedade de modelos, cada um produzido em pequenas quantidades. Nesse sentido, a TRF possibilita a produção de múltiplos modelos com a produção em pequenos lotes. Conforme Shingo (1996), os prazos

---

<sup>11</sup> A Toyota Motors através de seu setor de marketing realiza uma intensa pesquisa de mercado, procurando detectar tendências que permitem fazer previsões de mercado bastante precisas. Nesse sentido, torna-se importante coordenar o planejamento da produção com os sistemas de informação (Shingo, 1996).

de entrega foram reduzidos com a sincronização da redução do tamanho dos lotes e a produção com fluxos de peças unitárias.

O Quadro 2 apresenta as três características básicas que distinguem o sistema Toyota de produção do sistema Fordista de produção.

Quadro 2: Características dos sistemas de produção Ford e Toyota.

Características	Ford	Toyota	Benefícios
Fluxo de peças unitárias	Somente na montagem	Interligação do processo e montagem	Ciclos curtos, inventário de produtos acabados reduzidos, estoque intermediário pequeno
Tamanho do lote	Grande	Pequeno	Redução do estoque intermediário, produção contrapedido
Fluxo do produto	Produto único (poucos modelos)	Fluxo misto (muitos modelos)	Redução do estoque intermediário, ajustes para mudanças, promove equilíbrio da carga

Fonte: Shingo (1996).

Conforme apresentado no Quadro 2, tanto a Ford como a Toyota utilizam fluxo de peças unitárias nas operações de montagem. No entanto, na Ford as peças são processadas em lotes grandes e o fluxo de peças unitárias é utilizado apenas no processo de montagem, enquanto na Toyota toda a produção é feita com pequenos lotes. A Ford produz poucos modelos em lotes grandes com uma operação de fluxo de um único produto na montagem. Enquanto a Toyota produz muitos modelos, em pequenos lotes<sup>12</sup>, em uma operação de montagem com modelos mistos. A fabricação de peças e a montagem são separadas na Ford, porém diretamente interligadas na Toyota. A produção com fluxo misto de modelos elimina a geração de estoque intermediário, responde rapidamente às flutuações da demanda e facilita o planejamento.

## 2.5 A PRODUÇÃO FLEXÍVEL NA EAD

Tradicionalmente, a EaD é oferecida pelas organizações, segundo um modelo de produção fordista, com: produtos uniformes; processos padronizados e burocráticos; divisão de trabalho gerenciada hierarquicamente; visando obter economias de escala. Atualmente,

---

<sup>12</sup> “Esta opção é uma resposta ao mercado e as demandas do usuário. Da mesma forma, períodos de grande ou pequeno crescimento resultam de circunstâncias sociais mutáveis que estão além do controle da empresa. Em um período de grande crescimento, é fácil criar um mercado comprador; mas durante um período de crescimento baixo, são os compradores que decidem o mercado. As empresas devem ser flexíveis e prontas para responder a novas e diferentes demandas. Assim, lotes pequenos reduzem os ciclos de produção e aumentam a precisão da produção, criando a possibilidade de produzir de acordo com a demanda real” Shingo (1996, p.127).

algumas organizações estão se direcionando para um modelo de produção pós-fordista, em que: os produtos são personalizados; a abordagem é descentralizada; os processos são mais dinâmicos, movendo-se de modo mais rápido e agilmente para a troca, focados nos estudantes e nos grupos de trabalho.

Como visto, três características básicas diferenciam o sistema Toyota de produção do sistema Ford de produção (conforme apresentado anteriormente no Quadro 2). O Quadro 3, a seguir, relaciona estas três características à EaD.

Quadro 3: Características básicas do STP relacionadas à EaD.

Características	STP	EaD
Fluxo de peças unitárias	Interligação do processo e montagem	Estrutura flexível do curso, podendo criar e acrescentar materiais educacionais durante seu desenvolvimento.
Tamanho do lote	Pequeno	Produção de unidades educacionais menores e reutilizáveis.
Fluxo do produto	Fluxo misto (muitos modelos)	Produção de vários cursos.

Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 1 pode ilustrar este processo de produção de acordo com um modelo industrial de produção flexível (pós-fordista).

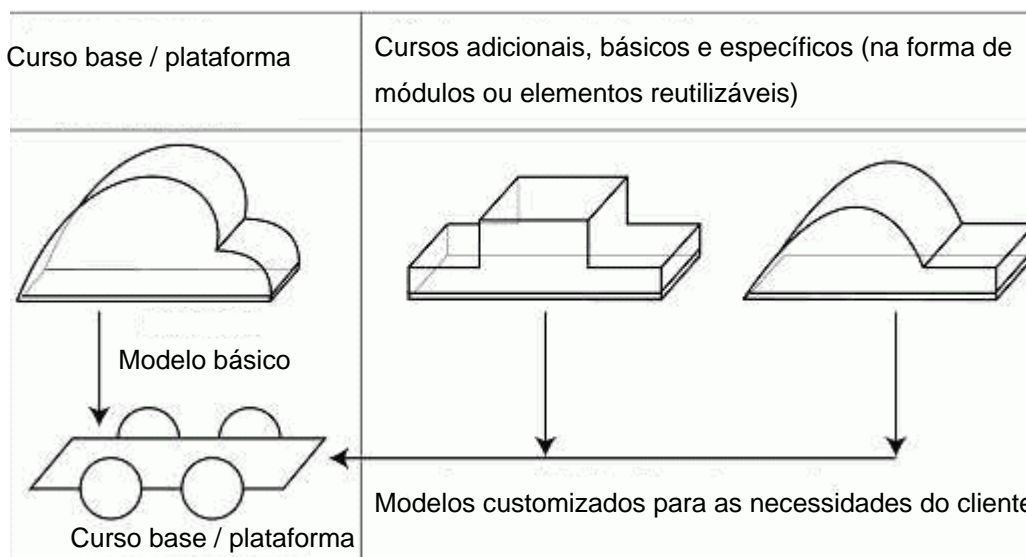


Figura 1: Modelo industrial pós-Fordista na EaD.

Fonte: DESDe (2003).

De acordo com o *Distance Education for Sustainable Development* (DESDe, 2003) da *Universität Oldenburg* são necessárias as seguintes melhorias na EaD:

- os cursos necessitam ser melhor customizados para o público-alvo;

- o tempo de desenvolvimento do curso deve ser mais curto; e
- os cursos devem ser oferecidos com custos próximos ao custo marginal.

Conforme visto no item 2.4, o STP tem princípios e técnicas que podem contribuir para conceber um sistema de produção flexível na EaD. Estes princípios se relacionam a eliminação de funções desnecessárias (perdas) através do controle de quantidade e de qualidade, visando à redução de custos. O Quadro 4 apresenta alguns princípios e técnicas do STP relacionando-os a EaD.

Quadro 4: Princípios e técnicas do STP relacionados à EaD.

STP	EaD
Processo focado no cliente. (produção contrapedido – necessidades e preferências do cliente)	Processo focado no aprendiz. (necessidades para aprendizagem e estilos de aprendizagem)
Processo <i>just-in-time</i> . (fluxo contínuo de produtos em quantidade e variedade)	Produzir os materiais educacionais necessários, no tempo necessário, com a eliminação de perdas através da reutilização de objetos de aprendizagem.
Troca rápida de ferramentas (TRF). (processo mais dinâmico para trocas na produção)	Redução do tempo de ciclo com a produção de unidades educacionais menores (modularização) e a reutilização de objetos de aprendizagem já produzidos.
Sistema de controle da produção do tipo “puxar” (produção nivelada de vários modelos pela linha de montagem final)	Produção de vários cursos ou materiais educacionais sob demanda.
Controle de qualidade (o processo subsequente é alimentado somente por unidades boas)	Produção dos cursos com objetos de aprendizagem com significado para o contexto, necessidades e estilo de aprendizagem do aprendiz.
Sistema Kanban (sistema de informação no processo de produção: Kanban de requisição e Kanban de produção)	Sistema de gerenciamento da aprendizagem (busca e identifica os objetos de aprendizagem necessários ao curso em repositórios, ou solicita a produção destes objetos, quando necessário)
Máquina multifuncional (adição de instrumentos e ferramentas necessárias para a produção nivelada)	Introdução das TICs (interatividade com materiais de boa qualidade e grande variedade, e interação mediatizada possibilitada pelas redes telemáticas)

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a Figura 1, em analogia a produção de automóveis, vários cursos são produzidos e customizados servindo às diferentes necessidades dos usuários e implantados numa mesma plataforma.

Isto significa uma mudança do tradicional sistema de controle da produção do tipo “empurrar” (um único curso é produzido com uma programação para a preparação de

materiais e formatação do curso) para o sistema de controle da produção do tipo “puxar” (produção nivelada pela linha de montagem final de vários cursos em pequenos módulos).

Contrariamente à confecção de um único curso de grande tamanho (formatado), este sistema utiliza a produção nivelada para adaptar a produção às variações da demanda. Através da produção de materiais educacionais menores, o tempo de produção de vários cursos pode ser reduzido e a instituição pode adaptar-se às necessidades do mercado (cliente) e as alterações da demanda (em termos de quantidade e variedade de cursos).

O fluxo contínuo de produção ou adaptação às mudanças da demanda em quantidade e variedade é garantido pelo processo *just-in-time*, que consiste em produzir os materiais educacionais necessários, no tempo necessário, eliminando as perdas por superprodução quantitativa (produzir materiais educacionais similares ou iguais, repetidas vezes. Materiais que não permitem a sua reutilização em outros contextos, havendo necessidade de produzir cada novo curso como se fosse o primeiro). Também a eliminação de perdas por superprodução antecipada (produzir um curso antes que ele seja solicitado ou necessário – sistema de empurrar).

Com relação ao controle de qualidade, o processo *just-in-time* requer que o processo subsequente (partindo da linha de montagem do curso) seja alimentado por materiais educacionais que tenham significado para o contexto do curso. Neste sentido, este processo necessita de um sistema de informação (similar ao sistema *Kanban*), que na EaD consistiria em um sistema de gerenciamento dos materiais de ensino capaz de, partindo da montagem final de um curso, identificar e buscar materiais já produzidos em um repositório de materiais de aprendizagem reutilizáveis (*Kanban* de requisição). Como também, identificar e informar quais os materiais precisam ser produzidos para completar um curso ou unidade de estudo, quando tal material não for encontrado em repositório (*Kanban* de produção).

A qualidade é, também, assegurada pela produção nivelada, uma vez que esta permite produzir cursos adaptados ao perfil individual do usuário (em termos de materiais educacionais necessários e estilos de aprendizagem), ao contrário do ensino padronizado produzido para o mercado em massa. Enquanto a produção padronizada utiliza uma máquina exclusiva, a flexibilidade obtida pela produção nivelada requer a adição de instrumentos e ferramentas capazes de transformá-la em uma máquina com múltiplas funções.

Neste sentido, as potencialidades oferecidas pelas TICs, além de proporcionar a interatividade com materiais de boa qualidade e grande variedade, oferecem novas possibilidades de interação mediatizada criadas pelas redes telemáticas (banco de dados, e-mail, lista de discussão, fórum, *chat*, etc.).

Outra técnica utilizada no STP para a produção nivelada é a TRF, que consiste em identificar as operações que podem ser efetuadas com a máquina em funcionamento, possibilitando eliminar perdas por superprodução, reduzir o tempo de ciclo com a produção de lotes pequenos e responder as mudanças na demanda do consumidor. Na EaD, significa produzir cursos com uma estrutura mais flexível, através da utilização de unidades educacionais menores (objetos de aprendizagem). Mesmo durante a realização do curso, materiais educacionais podem ser adaptados a partir de um repositório destes objetos e entregues, dependendo da necessidade do usuário. Isto caracteriza um controle de produção do tipo “puxar” utilizado no modelo pós-fordista.

As características gerais que distinguem os sistemas de controle da produção do tipo “empurrar” (modelo fordista), do tipo “puxar” (modelo pós-fordista) são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5: Comparação entre os sistemas de controle da produção

Sistema de controle “empurrar”	Sistema de controle “puxar”
produção em massa de um único produto (curso) com programação para a preparação de materiais e formatação do curso	produção nivelada pela linha de montagem final de vários produtos (cursos) em pequenos módulos
rigidez quanto a mudança	flexibilidade em adaptações
máquina exclusiva	máquina multifuncional

Fonte: Shingo (1996) adaptado pela autora.

De acordo com Rosemberg (2002), a utilização de objetos de aprendizagem/conhecimento traz muitos benefícios relacionados: a redução de custos, pois os objetos podem ser compartilhados repetidamente para vários objetivos; a personalização da aprendizagem, pois a configuração dos objetos pode ser adequada às necessidades do aprendiz; e, a rapidez na reconfiguração das soluções obtidas com o uso dos objetos de aprendizagem, respondendo às mudanças dos usuários e do contexto.

Conforme Uskov (2002), as ferramentas de autoria correntemente usadas para a *web* foram projetadas para um modelo educacional de aprendizagem por leitura, resultando em cursos *online* estáticos baseados em textos, construídos com estruturas grandes e monolíticas que são: não flexíveis para atualização contínua; difíceis para serem recontextualizados; não reusáveis ou difíceis para o reuso; e, fixos em tamanho, seqüência e escopo.



Para atenuar essas fraquezas, Uskov (2002) sugere o uso: de ferramentas da nova geração para *web*, que usam *streaming*<sup>13</sup> multimídia e diversas tecnologias de comunicação disponibilizadas nos modos *online* e *offline*; e do princípio da modularidade do projeto e desenvolvimento dos conteúdos de aprendizagem, que conduz a grande flexibilidade na composição de diferentes versões customizadas de cursos *online*. Esta abordagem é baseada na utilização ativa dos chamados “objetos de aprendizagem”.

Diante destas considerações, torna-se necessário aprofundar os conhecimentos com relação à utilização de objetos de aprendizagem visando à produção flexível.

## 2.6 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

De acordo com Wiley (2000), a tecnologia pode ser considerada como um agente de mudança. Deste modo, as inovações tecnológicas, tais como as TICs podem provocar mudanças no modo como as pessoas se comunicam, negociam e como aprendem. Conseqüentemente, ocorrem mudanças no modo como os materiais educacionais são projetados, desenvolvidos e entregues para aqueles que desejam aprender.

Atualmente, a telemática permite criar materiais educacionais com recursos multimídia e hipermídia interativos, que tornam mais efetivos os ambientes de ensino-aprendizagem apoiados nas TICs. No entanto, segundo Tarouco, Fabre e Tamusiunas (2003), mesmo considerando o uso de linguagem de autoria, o projeto e desenvolvimento desses recursos são dispendiosos, pois demandam tempo e investimentos em recursos humanos e financeiros. Na busca de uma alternativa, a metodologia orientada a objetos<sup>14</sup> pode ser utilizada como estratégia na construção dos materiais educacionais. Estes materiais são denominados objetos de aprendizagem (*Learning Objects*).

---

<sup>13</sup> *Streaming* é uma técnica usada para transferir os dados que podem ser processados como estáticos ou em movimento. As tecnologias de *streaming* estão se tornando de grande importância com o crescimento do acesso em banda larga à *Internet*, que permite a exploração de recursos multimídia nos conteúdos da *Web*.

<sup>14</sup> A orientação a objetos surgiu no final da década de 1970, para promover uma melhor organização da produção de *softwares*, permitindo o desenvolvimento de programas melhor estruturados, de melhor qualidade e de mais fácil manutenção. Os conceitos nela embutidos permitem a modelagem de um problema real; sua divisão em pequenos elementos (módulos) relacionados entre si, que contém somente informações relevantes ao próprio elemento; seu teste e implementação (Downes, 2001). A teoria de orientação a objetos além de ser utilizada no desenvolvimento de *softwares*, pode ser usada em qualquer processo que se queira automatizar (Handa e Silva, 2003).

A expressão objetos de aprendizagem foi escolhida pelo *Learning Technology Standards Committee (LTSC)*<sup>15</sup> do *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* para descrever os menores componentes instrucionais, consistindo em:

“Qualquer entidade, digital ou não-digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante aprendizagem suportada por tecnologia. Exemplos de aprendizagem suportada por tecnologia incluem: sistemas de treinamento baseado em computador; ambientes de aprendizagem interativa; sistema inteligente de instrução auxiliado por computador; sistemas de aprendizagem a distância; e ambientes de aprendizagem colaborativa. Exemplos de objetos de aprendizagem incluem: conteúdo multimídia, conteúdo instrucional, objetivos de aprendizagem, ferramentas de *software* e *software* instrucional, e pessoas, organizações ou eventos referenciados durante aprendizagem suportada por tecnologia” (LOM, 2000 apud Wiley, 2000).

Este conceito tem sido muito citado na literatura sobre o assunto e, provavelmente busca não limitar o desenvolvimento do mercado de *e-learning*. De forma generalizada permite que qualquer material, inclusive pessoas ou eventos referenciados, sejam considerados objeto de aprendizagem, desde que utilizados em algum processo de ensino com base tecnológica.

Por considerar muito amplo o conceito de objeto de aprendizagem utilizado pelo LTSC, Wiley (2000) adota em seu trabalho o seguinte conceito: “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para suportar aprendizagem”. Estes recursos são entregues através da rede sob demanda, podendo ser grandes ou pequenos. Exemplos de recursos digitais reutilizáveis menores incluem imagens digitais, dados fornecidos ao vivo, vídeos gravados ou ao vivo, textos, animações e aplicações menores entregues na *web*. Como exemplos de recursos digitais reutilizáveis maiores, têm-se: páginas inteiras da *web* que combinam texto, imagens e outras mídias ou aplicações para entregar experiências completas, como um evento instrucional completo.

O *Instructional Management Systems (IMS)*<sup>16</sup> adota um conceito mais técnico para objetos de aprendizagem, dentro da teoria da orientação a objetos, utilizada no desenvolvimento de sistemas computacionais. Assim, considera que estes objetos consistem num conjunto de informações que contém rotinas e estruturas de dados que interagem com outros objetos. Nos objetos de aprendizagem, o objeto serve para encapsular ou armazenar materiais digitais, transformando-os em módulos reutilizáveis de fácil manipulação (Downes, 2001).

---

<sup>15</sup> O LTSC foi formado em 1996 para desenvolver e promover padrões de tecnologia instrucional.

<sup>16</sup> IMS – *IMS Global Learning Consortium*, consiste num consórcio mundial de especificações dos fabricantes de *softwares* educacionais.

Apesar desta abordagem orientada a objetos permitir uma melhor organização do desenvolvimento de materiais de ensino, facilitando também a definição de padrões para a interoperabilidade entre diversos objetos desenvolvidos independentemente, ela se apresenta muito técnica. Assim, procurando englobar esta abordagem, mas não limitando o desenvolvimento de objetos de aprendizagem ao seu escopo, Sosteric e Hesemeier (2002) consideram a necessidade de incorporar fins pedagógicos para um material educacional. Desta forma, conceituam um objeto de aprendizagem como “um arquivo digital (imagem, filme, etc.) que pretende ser utilizado para fins pedagógicos e que possui, internamente ou através de associação, sugestões sobre o contexto apropriado para sua utilização”.

De acordo com Wiley (2000), objeto de aprendizagem não possui um conceito universalmente aceito. A proliferação de conceitos e de termos utilizados torna difícil e confusa a comunicação entre os pesquisadores deste assunto. Como exemplos: Merrill *et al* (1991) usa o termo “objeto de conhecimento”; o projeto ARIADNE<sup>17</sup>(2000) usa o termo “documento pedagógico”; o projeto ESCOT<sup>18</sup> (2000) utiliza a expressão “componente de *software* educacional”; enquanto o projeto MERLOT<sup>19</sup> (2000) se refere a “material de aprendizagem *online*”.

Com base na abordagem de orientação a objetos, alguns conceitos de objetos de aprendizagem ficam limitados aos aspectos técnicos desta abordagem, vinculando algumas características, tais como: objetos autocontidos, modulares, que podem ser seqüenciados ou combinados (Sosteric e Hesemeier, 2002).

Conforme Singh (2001), o objeto de aprendizagem corresponde a um pequeno pedaço de instrução que pode ser entregue *online*. Sendo cada um destes objetos autocontidos, permitindo ao aprendiz alcançar um determinado objetivo de desempenho. Desta forma, os objetos de aprendizagem devem ser bem estruturados, sendo compostos de três elementos: objetivo de aprendizagem, conteúdo instrucional, prática e *feedback*. O objetivo de aprendizagem é a raiz que mantém uma seqüência instrucional, apresentando ao aprendiz o que ele poderá aprender e, ainda, quais são os conhecimentos prévios necessários para um bom desempenho no estudo. O conteúdo instrucional suporta os objetivos e promove a realização dos resultados de aprendizagem, incluindo uma combinação de texto, gráficos, vídeo, animação, etc. A prática e *feedback* permitem que o aprendiz verifique seu desempenho com relação aos objetivos e expectativas, avaliando seu

---

<sup>17</sup> ARIADNE – *Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe*.

<sup>18</sup> ESCOT – *Educational Software Components of Tomorrow*.

<sup>19</sup> MERLOT – *Multimedia Educational Resource for Learning and On-line Teaching*.

sucesso e possibilitando remediar seu desempenho, pois poderá utilizar o objeto quantas vezes julgar necessário.

Estes três elementos que compõem os objetos de aprendizagem visam a interoperabilidade através de padrões, para o armazenamento e distribuição de objetos de aprendizagem, estabelecidos pelo IMS. O qual, também definiu um padrão de armazenamento de informações necessárias para uma indexação e procura, através de metadados. Estes podem ser considerados como dados sobre dados, ou informação sobre informação.

De acordo com Handa e Silva (2003), o metadado consiste numa descrição completa do objeto de aprendizagem, incluindo conteúdo e utilização, permitindo a sua catalogação e codificação, tornando-o compreensível nas diversas plataformas. As duas principais especificações utilizadas para este fim são a *Learning Object Metadata* (LOM) da IEEE (janeiro de 2002) e a IMS (2001), que aponta o uso da linguagem XML como padrão para a esquematização do metadado. Estas especificações são compatíveis entre si e se tornaram padrões no *e-learning*.

A norma IEEE 1484.12.1 (IEEE/LTSC, 2002) especifica atributos agrupados em 9 (nove) categorias para a descrição de um objeto de aprendizagem. A utilização dos atributos é opcional, de forma que uma estrutura de metadados pode não conter todos os atributos. A seguir são apresentadas as categorias:

- Categoria geral – agrupa as informações gerais que descrevem o objeto de aprendizagem como um todo;
- Categoria ciclo de vida – agrupa características relacionadas ao histórico e estado atual do objeto de aprendizagem e de todos aqueles que o tem afetado durante sua evolução;
- Categoria meta-metadado – agrupa informações sobre a própria instância metadado;
- Categoria técnica – agrupa requisitos e características técnicas do objeto de aprendizagem;
- Categoria educacional – agrupa as características educacionais e pedagógicas do objeto de aprendizagem;
- Categoria direitos – agrupa os direitos de propriedade intelectual e as condições de uso do objeto de aprendizagem;

- Categoria relação – agrupa aspectos que definem a relação entre o objeto de aprendizagem e outros objetos de aprendizagem relacionados;
- Categoria anotações – fornece comentários sobre o uso educacional do objeto de aprendizagem e também informações sobre quando e quem fez os comentários;
- Categoria classificação – descreve este objeto de aprendizagem em relação a um sistema de classificação particular.

Segundo Tarouco, Fabre e Tamusiunas (2003), o metadado de um objeto de aprendizagem descreve características importantes para a sua catalogação em repositórios destes tipos de objetos reutilizáveis. Estes objetos podem ser recuperados através de sistemas de busca ou utilizados por sistemas de gerenciamento de aprendizagem (*Learning Management Systems – LMS*), para compor as unidades de aprendizagem. Além da reusabilidade que possibilita utilizar os objetos de aprendizagem em múltiplas aplicações, e da interoperabilidade que possibilita a utilização de objetos em qualquer local de armazenamento de objetos de aprendizagem que seguem o padrão IMS, outros benefícios da catalogação se referem a: acessibilidade, que possibilita acessar recursos educacionais em um local remoto e usá-los em muitos locais; e a durabilidade, que permite utilizar estes objetos sem re-projeto ou recodificação.

Outras características apresentadas pelos objetos de aprendizagem, apontadas por Longmire (2000), estão relacionadas: a customização, que é possibilitada pela estrutura do objeto (início, meio e fim) que o torna independente, de maneira que possa ser utilizado de forma flexível, permitindo aos indivíduos selecionar os conteúdos de interesse, caracterizando uma aprendizagem sob demanda (*on demand learning*); e a indexação e a busca, que são facilitadas pela padronização dos objetos e, também, pela utilização de assinaturas digitais, permitindo encontrar objetos com as mesmas características em qualquer repositório de objetos, para completar seu conteúdo programático.

Segundo Tarouco, Fabre e Tamusiunas (2003), os metadados devem permitir a pesquisa e recuperação dos objetos de aprendizagem por diferentes critérios. Os sistemas de busca ou LMS podem interagir diretamente com o repositório, para selecionar e recuperar objetos com a finalidade de compor unidades de suporte a aprendizagem, através de uma combinação que atenda as necessidades individuais de cada estudante. Para Wiley (2000), a combinação de objetos de aprendizagem para formar um seqüenciamento com sentido instrucional somente é possível se informações do *design* instrucional forem adicionadas ao metadado.

De acordo com Ahern e Cleave (2002), essas informações estão relacionadas aos três elementos principais que compõem o sistema instrucional: o aprendiz, o professor e o

conteúdo; além das três principais interações que são gerenciadas pelo sistema: conteúdo-aprendiz, professor-conteúdo e aprendiz-professor. Estes três elementos integrados formam o espaço de aprendizagem, que define o ambiente da lição, como visto na Figura 2.

Conforme ilustra a Figura 2 para o *design* instrucional, a organização do conteúdo depende diretamente do aprendiz e, ao professor cabe desempenhar as funções de: projetar o modelo de entrega mais apropriado, que depende do tipo e estrutura organizacional do conteúdo dado; e criar uma seqüência efetiva de experiências de aprendizagem que combine o conteúdo com o nível de desenvolvimento do aprendiz. Desta forma, o seqüenciamento corresponde a ordem na qual os elementos do assunto, incluindo informações, habilidades e estratégias cognitivas são ensinadas durante a instrução.

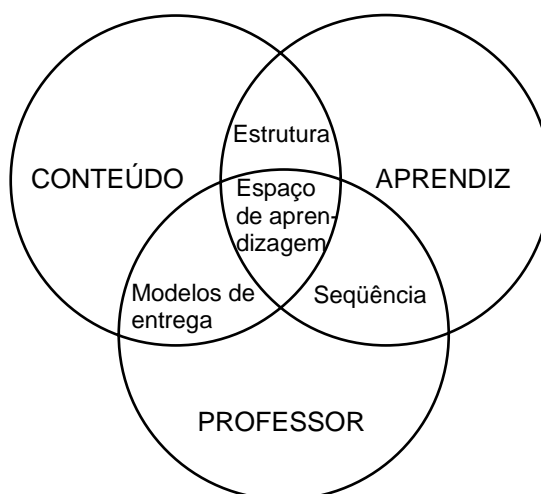


Figura 2: Sistema instrucional

Fonte: Ahern e Cleave (2002).

Da mesma forma que Wiley (2000) aborda o problema da combinação de objetos de aprendizagem em termos de seqüenciamento, vinculando-o a teoria do *design* instrucional, também aponta para a granularidade, que corresponde ao tamanho que o objeto de aprendizagem deve ter. A decisão relacionada a granularidade do objeto de aprendizagem pode ser ponderada pelos benefícios de reutilização e os gastos de catalogação deste objeto. Do ponto de vista instrucional, esta decisão sobre o tamanho do objeto de aprendizagem pode ser visto como um problema de escopo. Mesmo que outros fatores sejam considerados (financeiros e outros), as decisões sobre o escopo de objetos de aprendizagem devem ser tomadas dentro de um embasamento instrucional para que ocorra a aprendizagem.

Conforme Tarouco, Fabre e Tamusiunas (2003), os objetos de aprendizagem maiores apresentam mais facilidade de gerenciamento, mas são menos fáceis de serem

recontextualizados para cenários diferentes daqueles para os quais foram projetados. Enquanto que, objetos de aprendizagem menores podem ser mais precisamente definidos, facilitando sua recontextualização, porém demandam maior esforço na sua organização para fins de localizá-lo.

Para Wiley, Gibbons e Recker (2000), Quinn e Hobbs (2000) e Longmire (2000), o objeto de aprendizagem menor, provavelmente, é o que pode ser mais reusado e que pode ser utilizado em um ambiente de aprendizagem adaptativo. Questões relacionadas à granularidade em termos de reusabilidade são também analisadas por South e Monson (2000). Para estes autores, um objeto de aprendizagem com 100% de granularidade não apresenta propósito de aprendizagem e seu valor instrucional é questionável e, com 0% de granularidade (como em um curso específico) o objeto de aprendizagem é contextualmente limitado e de difícil reusabilidade.

Como as questões sobre granularidade estão relacionadas com a instrução são enfocadas por Wiley, Gibbons e Recker (2000). Para eles, a granularidade está relacionada a como os objetos de aprendizagem são combinados. E, que os objetos mais complexos são difíceis de serem combinados devido as múltiplas camadas dos elementos do projeto destes objetos, por exemplo: abordagem instrucional; projeto de aprendizagem e lógica do sistema dentro do qual os objetos operam.

A metáfora dos blocos LEGO tem sido utilizada para a combinação de objetos de aprendizagem, possibilitando uma combinação de pequenas peças de instrução para formar uma estrutura instrucional maior. Porém, Wiley (2000) adota a metáfora do átomo para determinar o grau de granularidade mais adequado para combinar os objetos de aprendizagem de uma forma instrucionalmente efetiva. Do ponto de vista construtivista, que promove a aprendizagem dentro de um rico contexto, isto poderia significar que os objetos de aprendizagem deveriam ser internamente contextualizados em certo grau. De forma que promova sua contextualização (combinação) com um grupo fechado de outros objetos de aprendizagem, enquanto simultaneamente impede sua combinação com outros objetos de aprendizagem (DUFFY e CUNNINGHAM, 1996 apud WILEY, 2000).

### **2.6.1 Taxonomia de tipos de objetos de aprendizagem**

Considerando a seqüência, o escopo e a estrutura dos objetos de aprendizagem, Wiley (2000) apresenta uma taxonomia que diferencia os objetos de aprendizagem, com base nas seguintes características:

- número de elementos combinados – número de elementos individuais (vídeo clipes, imagens, etc.) combinados que formam o objeto de aprendizagem;
- tipos de objetos contidos – tipo de objetos de aprendizagem que podem ser combinados para formar um novo objeto de aprendizagem;
- objetos componentes reusáveis – objetos constituintes dos objetos de aprendizagem podem ser ou não individualmente acessados e reusados em novos contextos de aprendizagem;
- função comum – maneira na qual o tipo de objeto de aprendizagem é geralmente usado;
- dependência extra-objeto – se o objeto de aprendizagem necessita de informações sobre outros objetos de aprendizagem;
- tipo de lógica contida no objeto – função comum de algoritmos e procedimentos dentro do objeto de aprendizagem;
- potencial para o reuso inter-contextual – número de diferentes contextos de aprendizagem nos quais o objeto de aprendizagem pode ser usado (potencial do objeto para o reuso em diferentes áreas de conteúdo ou domínios);
- potencial para o reuso intra-contextual – número de vezes que o objeto de aprendizagem pode ser reusado dentro da mesma área de conteúdo ou domínio.

Os tipos de objetos de aprendizagem com suas respectivas características podem ser observados no Quadro 6 a seguir.

Quadro 6: Características dos objetos de aprendizagem.

Características	Tipos de objetos de aprendizagem				
	Fundamental	Combinado -fechado	Combinado -aberto	Generativo-apresentação	Generativo-instrucional
Número de elementos combinados	um	poucos	muitos	poucos-muitos	poucos-muitos
Tipos de objetos contidos	único	único, combinado-fechado	todos	único, combinado-fechado	único, combinado-fechado, generativo-apresentação
Objetos componentes reusáveis	não aplicável	não	sim	sim/não	sim/não
Função comum	exibir, mostrar	instrução pré-projetada ou prática	instrução pré-projetada e/ou prática	exibir, mostrar	instrução gerada pelo computador e/ou prática



Dependência extra-objeto	não	não	sim	sim/não	sim
Tipo de lógica contida no objeto	não aplicável	nenhuma, planilha de resposta baseada em escores	nenhuma, ou domínio específico estratégias instrucional e de avaliação	domínio específico estratégias de apresentação	domínio independente estratégias de apresentação, instrucional e avaliação
Potencial para reuso inter-contextual	alto	médio	baixo	alto	alto
Potencial para reuso intra-contextual	baixo	baixo	médio	alto	alto

Fonte: Wiley (2000).

Da taxonomia proposta por Wiley(2000) resultam cinco tipos de objetos de aprendizagem, que são descritos a seguir:

- Fundamental – um recurso digital individual não combinado com outro, geralmente o objeto de aprendizagem fundamental é um auxílio visual (ou outro) usado numa exibição ou função exemplo;
- Combinado-fechado – um pequeno número de recursos digitais combinados no projeto, pelo criador de objetos de aprendizagem, cujos componentes não podem ser acessados individualmente para o seu reuso, a partir do objeto de aprendizagem combinado-fechado. Este tipo de objeto tem, geralmente, propósito único, podendo prover instrução ou prática;
- Combinado-aberto – um maior número de recursos digitais combinados por um sistema computacional em tempo real, a partir de uma solicitação feita para o objeto de aprendizagem. Os objetos de aprendizagem constituintes podem ser diretamente acessados para reuso, a partir do objeto de aprendizagem combinado-aberto. Este tipo de objeto combina instrução e prática, fornecendo objetos fundamental e combinado-fechado para criar uma unidade instrucional completa;
- Generativo-apresentação – lógica e estrutura para combinar ou gerar e combinar objetos de aprendizagem de nível menor (tipos fundamental e combinado-fechado). Este tipo de objeto pode puxar objetos acessíveis na rede e combiná-los, ou criar objetos e combiná-los para apresentações sendo usados em referências, instrução, prática e testagem. Os objetos de aprendizagem generativo-apresentação têm alta reusabilidade intracontextual (contextos

similares) e relativamente baixa reusabilidade intercontextual (domínios diferentes daqueles para os quais foram projetados);

- Generativo-instrucional – lógica e estrutura para combinar objetos de aprendizagem de nível menor (os citados anteriormente) e avaliar interações dos estudantes com aquelas combinações, criadas para suportar instanciações<sup>20</sup> de estratégias instrucionais abstratas (tal como, lembrar e executar uma série de passos). Este tipo de objeto apresenta alta reusabilidade intracontextual e intercontextual.

### **2.6.2 A utilização de objetos de aprendizagem segundo a abordagem construtivista**

Com relação à aprendizagem apoiada por tecnologia, Bennet (1999 *apud* Morrison, Ip e Young, 2002) observou a partir de observações de aplicações de tecnologias digitais em aprendizagem, que existe uma mudança na prática e estratégias instrucionais para uma orientação mais construtivista (ao invés de orientação instrucionista e behaviorista). E, uma mudança evidente nos papéis, pois os estudantes estão se tornando mais independentes e individualmente ativos. No entanto, existem, ainda, poucas aplicações de ensino-aprendizagem que suportam esta mudança.

De acordo com Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy (2000), a maioria da literatura e aplicações relacionadas à utilização de objetos de aprendizagem tem focado, principalmente, os atributos tecnológicos, padrões de metadados, especificações de sistemas como níveis de granularidade e interoperabilidade. Apesar destes aspectos serem importantes para a aplicação de objetos de aprendizagem, os autores consideram crucial as implicações do uso e implementação de objetos de aprendizagem em um contexto instrucional para o amplo emprego desta tecnologia.

Os sistemas que utilizam objetos de aprendizagem são ambientes flexíveis, dinâmicos e altamente atrativos. Tais sistemas têm grande potencial para explorar a natureza orientada ao objetivo dos processos de aprendizagem humana e, também, permitir ao aprendiz associar o conteúdo instrucional com seus conhecimentos prévios e experiências individuais. No entanto, Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy (2000) consideram que os atributos do sistema que permitiriam atividades orientadas aos aprendizes (concepção construtivista) ainda não têm sido completamente explorados.

---

<sup>20</sup> Instanciação – operação que, dada uma determinada classe, define (ou cria) um objeto pertencente a esta classe (Boratti, 2001).

Como perspectiva educacional, a abordagem construtivista abrange uma ampla variedade de visões, teorias e modelos instrucionais. De acordo com Duffy e Cunningham (1996 *apud* Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy, 2000), estas visões convergem em pelo menos dois princípios:

- a aprendizagem é um processo ativo de construção de conhecimentos ao invés de aquisição de conhecimentos; e
- a instrução é um processo suporte de construção do conhecimento ao invés de comunicação de conhecimento.

Para Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy (2000), os sistemas de objetos de aprendizagem, como todo ambiente de entrega de tecnologia instrucional, devem ser originados em estruturas epistemológicas para serem efetivos em ensino-aprendizagem. A importância de vincular teoria e prática no projeto e desenvolvimento de qualquer sistema instrucional é enfatizada por Bednar *et al* (1991): "... projeto efetivo é possível somente se o desenvolvedor tem uma consciência reflexiva da base teórica subjacente ao projeto".

As implicações de uma determinada perspectiva sobre a construção do conhecimento são significantes na aplicação de teoria e projeto associado com um mecanismo específico de entrega instrucional. Neste sentido, Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy (2000) revisaram diferentes perspectivas sobre cognição com o propósito de explorar as implicações de vincular um conjunto de suposições e teorias correspondentes aos sistemas de objetos de aprendizagem. Para tanto, os autores tomam como base de análise o processamento cognitivo da informação, segundo uma visão tradicional e uma visão alternativa.

Na visão tradicional, o processamento cognitivo da informação (CIP) explica como a aprendizagem acontece segundo uma teoria de memória (multi-armazenamento e multi-estágio). As informações sofrem uma série de transformações de um modo serial até que possam ser armazenadas na memória de longo termo, em pacotes de conhecimento que têm uma estrutura fixa. As estratégias instrucionais resultantes desta visão de CIP auxiliam o aprendiz no processamento de informações em eventos discretos e lineares alinhados com os processos cognitivos internos, tal como: atenção seletiva, codificação, retenção e recuperação (concepção behaviorista) (Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy, 2000).

Um sistema de objetos de aprendizagem alinhado com esta visão tradicional de CIP pode ser representado por uma base de conhecimentos externa ao aprendiz. A partir de um desempenho desejado é gerado um conjunto de instruções para explicitamente organizar e seqüenciar o conteúdo para engajar os aprendizes em uma variedade de experiências que facilitem a construção de uma estrutura cognitiva organizada e elaborada, em conformidade

com os conhecimentos e habilidades que estão sendo ensinados Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy (2000).

A natureza descontextualizada, granular e reutilizável dos objetos de aprendizagem vem facilitar a montagem dessas seqüências instrucionais, fornecendo automaticidade e flexibilidade de reusar os objetos de aprendizagem com estratégias instrucionais diferentes para ensinar o mesmo ou diferentes assuntos, além de reduzir, consideravelmente, o tempo de desenvolvimento da instrução. No entanto, a instrução gerada não é diferente que um sistema tradicional de instrução baseada em computador. Segundo esta visão, os aprendizes ainda são considerados como receptores finais guiados para adquirir um conjunto pré-determinado de habilidades ou conhecimentos gerado pelo sistema de objetos de aprendizagem.

Porém, segundo a visão alternativa de processamento cognitivo da informação (processamento paralelo distribuído – PDP), o sistema de objetos de aprendizagem traria mais benefícios tangíveis para o aprendiz, uma vez que passa a considerá-lo como um parceiro ativo na criação, no seqüenciamento e no uso seletivo de objetos de aprendizagem.

No PDP a memória de longo termo é considerada como uma estrutura dinâmica que representa o conhecimento em padrões ou conexões com caminhos múltiplos. O processamento da informação corresponde ao processo de ativação destes padrões, de um modo paralelo, para acomodar novas informações fortalecendo o padrão mais relevante na estrutura de conhecimento com base nos objetivos do aprendiz durante a aprendizagem. Segundo Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy (2000), é esta concepção não linear, fluida e dinâmica de processamento da informação que prepara o caminho para considerar as diversas teorias de aprendizagem construtivistas como fundamentação para sistemas de objetos de aprendizagem. Destas teorias, duas são selecionadas: a teoria da flexibilidade cognitiva (CFT) e a teoria da aprendizagem generativa.

Com base na perspectiva alternativa sobre cognição, nas teorias correspondentes e aplicações construtivistas baseadas em tecnologia, Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy (2000) especificam os aspectos potenciais e atributos adicionais que deveriam ser considerados por desenvolvedores na implementação de sistemas de objetos de aprendizagem, para que estes incorporem princípios construtivistas. Desta forma, os autores consideram que um sistema de objetos de aprendizagem deve estar apto para:

- suportar artefatos criados pelo aprendiz incorporando as contribuições do mesmo;
- conter em múltiplos níveis de granularidade para fornecer reusabilidade, flexibilidade, acessibilidade e adaptabilidade dos objetos de aprendizagem

explorando o conceito de objeto de informações fundamentais (FIO) da taxonomia de tipos de objeto de aprendizagem (Wiley, 2000);

- conter estruturas como objetos de aprendizagem que forneçam orientação para as experiências instrucionais e incorporem um sistema de ligação para facilitar seu preenchimento com conteúdo.

Os níveis de granularidade definidos na taxonomia de tipos de objetos de aprendizagem, proposta por Wiley (2000), contribuem para a utilização flexível destes objetos, permitindo ao aprendiz relacionar estes objetos em seu próprio modo para seu próprio propósito, numa experiência de aprendizagem generativa.

Entretanto, os instrutores ainda necessitam criar alguma organização de material instrucional para que ocorra uma verdadeira experiência de aprendizagem. Wilson (1997 *apud* Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy, 2000) assinala que as atividades de aprendizagem construtivistas não indicam uma falta de estrutura, pois esta é necessária para fornecer oportunidades orientadas ao objetivo e auxiliar o aprendiz a fazer construções para a aprendizagem.

De acordo com Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy (2000), para incorporar atividades de aprendizagem generativa o sistema de objetos de aprendizagem deve ser capaz de:

- fornecer busca, reuso, e manipulação de objetos de aprendizagem existentes e/ou criados pelo aprendiz;
- permitir artefatos projetados e criados pelo aprendiz que poderiam se tornar objetos de aprendizagem se colocados no sistema, e permitir que múltiplas versões dos objetos sejam incorporados no sistema;
- introduzir uma máquina de gerenciamento de arquivos para esclarecer o banco de dados das contribuições não desejadas e desatualizadas;
- permitir ao aprendiz produzir artefatos que sejam gerados nos níveis FIO e CIO da taxonomia de tipos de objeto de aprendizagem (Wiley, 2000) e rotulados de acordo com os padrões para permitir busca, recuperação e manipulação.

A teoria da aprendizagem generativa vem sendo aplicada no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem construtivista baseados em tecnologia multimídia e hipermídia. O enfoque desta teoria é que o aprendiz não é um recipiente passivo de informações, mas um participante ativo na experiência instrucional. Ele constrói conhecimento por relacionar informações do ambiente instrucional ao seu conhecimento e experiências prévias. Desta forma, o sistema de objetos de aprendizagem deve permitir ao aprendiz manipular,

interpretar, organizar ou de alguma maneira ativa dar sentido ao seu ambiente. Ou seja, criar a oportunidade para construir novo significado a partir da interação do aprendiz com o ambiente instrucional e a compreensão de conteúdo específico.

Com base na taxonomia de tipos de objetos de aprendizagem (Wiley, 2000), Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy (2000) consideram que três camadas de granularidade sejam necessárias para que o sistema de objetos de aprendizagem se torne mais flexível e encorajador de atividades segundo uma abordagem construtivista. Sendo estas camadas:

- objetos de aprendizagem no nível fundamental (FIOs), que representam o nível micro de conteúdo independente de contexto, e pode ser usado para preencher estruturas e artefatos gerados pelo aprendiz. Os objetos de aprendizagem poderiam incluir gráficos, vídeo ou clips sonoros, conceituações, explicações ou aulas descontextualizadas, casos únicos e declarações de problema, etc.;
- objetos de informações combinadas (CIOs) ou objetos de aprendizagem generativos-instrucional, que existiriam em um nível contínuo de micro a macro de conteúdo com mínimo contexto adicionado (por exemplo, *links* dentro de um estudo de caso para perspectivas e temas, poderiam incluir objetivos de aprendizagem) a atividades mais completas de aprendizagem ou estratégias instrucionais como tutoriais, micromundos, simulações, etc. Eles poderiam preencher estruturas e artefatos do aluno, isoladamente como experiências de aprendizagem, ou oferecer ajuda ou orientação na hora certa (*just-in-time*);
- estruturas que representam apoio de nível macro. Elas são contextualizadas pela implementação de abordagem instrucional específica (por exemplo: aprendizagem baseada em problema, etc.) e podem incorporar outros objetos de aprendizagem e vários tipos de *links*. A estrutura fornece o contexto ou estrutura para o aprendiz e é caracterizada como um objeto dentro do banco de dados.

Portanto, segundo a concepção construtivista, o sistema de objetos de aprendizagem deve permitir ao instrutor, como também ao aprendiz, generativamente construir, manipular, descrever ou organizar objetos de aprendizagem, e contribuir para: enriquecer o sistema com recursos adicionais deixando de ser meramente um sistema de entrega instrucional; e fornecer uma experiência de aprendizagem significativa para o aprendiz.

### **2.6.3 Repositórios de objetos de aprendizagem**

De acordo com Campos (2003), os repositórios de objetos de aprendizagem permitem o armazenamento, o desenvolvimento e o relacionamento entre estes objetos,

sendo considerados como facilitadores na produção de novos cursos *online*, devendo possuir os seguintes requisitos:

- armazenamento de metadados sobre os objetos de aprendizagem – os metadados descrevem estes objetos com informações classificadas segundo diversas categorias, que seguem padrões tais como IEEE-LOM, IMS ou SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*);
- armazenamento de conteúdos de objetos de aprendizagem – relacionados aos elementos físicos (arquivos e *links*), que contém o conteúdo instrucional;
- suporte a modelagem conceitual de cursos – que diz respeito aos conceitos e seus inter-relacionamentos;
- integração com sistema de gerenciamento (LMS) – o repositório deve oferecer uma interface para a carga ou acesso de seu conteúdo ao LMS;
- interface para carga de metadados e conteúdo – deve ser amigável e aberta do ponto de vista de *software* de apresentação;
- segurança – acesso ao conteúdo do repositório mediante autenticação do usuário; e
- serviços operacionais – prover serviços básicos como *backup* (cópia de segurança) e *restore* (restauração).

Atualmente existem vários repositórios de objetos de aprendizagem desenvolvidos e em desenvolvimento. Alguns destes são comentados a seguir.

O *Co-operative Learnware Object Exchange* (CLOE<sup>21</sup>) desenvolvido na Universidade de Waterloo, no Canadá, é um repositório que permite o armazenamento, o desenvolvimento colaborativo dos objetos de aprendizagem e o relacionamento com outros objetos existentes no banco de dados. Este repositório tem acesso restrito a algumas universidades canadenses.

Também no Canadá, localizado na Universidade de Alberta, encontra-se o *Campus Alberta Repository of Educational Objects* (CAREO<sup>22</sup>), que permite buscar e incluir material digital em quaisquer formatos. O material a ser incluído não necessariamente precisa ser concebido como objeto de aprendizagem, pois este é gerado a partir do preenchimento do cadastro de novo item, que serve como metadado do objeto. Semelhante a este repositório

---

<sup>21</sup> CLOE – <http://pilot.uwaterloo.ca:8080/CLOE/>

<sup>22</sup> CAREO – <http://www.careo.org>

localiza-se na Universidade do estado da Califórnia, nos Estados Unidos da América, o *Multimedia Educational Repository for Learning and Online Teaching* (MERLOT<sup>23</sup>).

A Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED<sup>24</sup>) é um projeto de cooperação internacional entre países da América latina, onde atualmente trabalham de forma colaborativa Brasil, Peru e Venezuela. A RIVED é uma iniciativa com o propósito de melhorar o ensino de Ciências e Matemática no ensino médio presencial das escolas públicas nacionais, aproveitando o potencial das tecnologias de informática e de comunicação. O programa envolve o *design* instrucional de atividades de ensino-aprendizagem, a produção de material pedagógico multimídia, capacitação de pessoal, rede de distribuição de informação, e estratégias de avaliação da aprendizagem e do próprio projeto RIVED. Este repositório além de armazenar os objetos de aprendizagem possibilita a adequação dos módulos frente às diferenças de contextos de cada país, de línguas e de abordagens pedagógicas.

O *Repository of Objects with Semantic Access for e-learning* (ROSA<sup>25</sup>), é um repositório que está em desenvolvimento no Instituto Militar de Engenharia (IME). É um sistema voltado para o ensino a distância, que tem por objetivo auxiliar os profissionais da área educacional na descoberta de conteúdos didáticos armazenados neste sistema, para fins de preparação de suas aulas. O sistema armazena os objetos de aprendizagem (conteúdos instrucionais), os metadados, como também um conjunto de associações (ou predicados) que expressam os relacionamentos existentes entre os objetos de aprendizagem. Esse projeto utiliza-se das TICs, em consonância com a tendência atual dos projetos desenvolvidos no escopo da *Web* semântica<sup>26</sup>, tais como RDF (*Resource Description Framework*), padrões de Metadados, tecnologia Java, XML.

Outro exemplo da utilização de repositórios de objetos de aprendizagem é encontrado no projeto *Mentor* (Ahern e Cleaver, 2002 e Ahern *et al*, 2003), que está sendo desenvolvido numa ação conjunta de professores das universidades americanas: *Eastern Illinois, East Carolina e California State University*. Este projeto visa explorar os resultados

---

<sup>23</sup> MERLOT - <http://www.merlot.org/Home.po>

<sup>24</sup> RIVED - <http://rrived.proinfo.mec.gov.br>

<sup>25</sup> ROSA - <http://www.des.ime.eb.br/~Rosa>

<sup>26</sup> *Web* semântica – é uma extensão da *web* tradicional, onde a partir do uso intensivo de metadados, pretende-se obter o acesso automatizado às informações, com base no processamento semântico de dados e heurísticas feitos por máquinas. Desde 1998, o W<sub>3</sub>C (*World Wide Web Consortium*) busca desenvolver tecnologias avançadas, que visam à representação estrutural e semântica dos recursos da *web*. Estas tecnologias, aliadas à teoria de domínios ou ontologias, permitem oferecer um serviço *web* com um nível maior de qualidade (Campos, 2003).



da utilização de objetos de aprendizagem e incorporar a teoria instrucional em um ambiente não proprietário.

O projeto *Mentor* completo englobará o *design* instrucional (conforme visto na Figura 3) e um sistema de autoria, gerenciamento e entrega de cursos, com capacidade para criar e gerenciar um repositório de objetos de aprendizagem. Os três componentes principais deste projeto são: o *Curator*, o *Pathfinder* e o *Mentor*. O *Curator* gerencia um catálogo de coleções objetos de aprendizagem com a capacidade de criar, gerenciar e manter meta-objetos de aprendizagem<sup>27</sup>. O *Pathfinder* pode ser usado para criar e modificar lições seqüenciadas de meta-objetos de aprendizagem. Ele utiliza catálogos, coleções, e *tags* criados pelo *Curator* para construir um mapa seqüência de lição ou conjunto de caminhos de um nó inicial até um nó final. O *Mentor*, então, fará a mediação entre o aprendiz e a lição criada pelo *Pathfinder*, além de avaliar o desempenho do aprendiz (Ahern *et al*, 2003).

Desta forma, as tarefas de criar, gerenciar e manter os objetos de aprendizagem referem-se: ao repositório, uma coleção de objetos de aprendizagem; às lições, uma coleção de mapas seqüência de lição; e à entrega, a interação entre diversas lições e os aprendizes.

As interações entre essas tarefas podem ser vistas na Figura 3 abaixo.

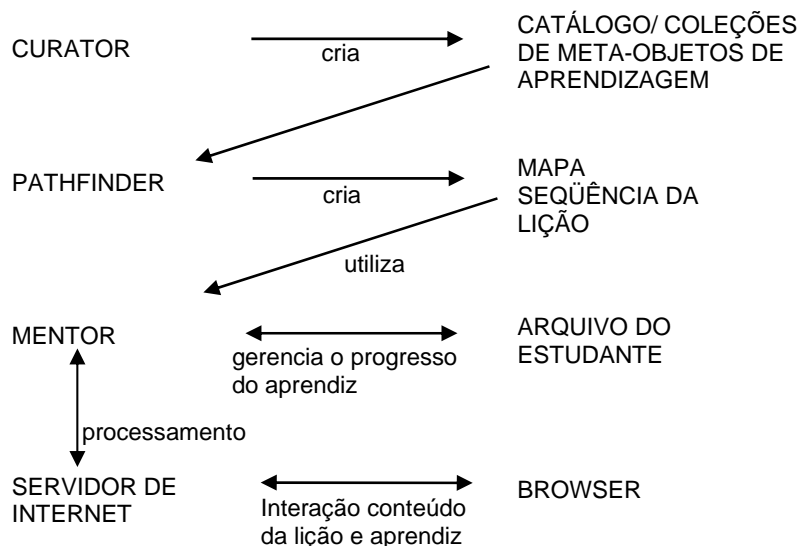


Figura 3: Projeto Mentor

Fonte: Ahern *et al* (2003).

<sup>27</sup> Meta-objetos de aprendizagem – são objetos de aprendizagem que possuem *tags*, distinguindo-os de qualquer recurso digital. As *tags* são metadados, que contém detalhes técnicos e instrucionais para os objetos de aprendizagem, informação indicando seu conteúdo, nível de complexidade, exigências de entrega, etc. Os arquivos que descrevem a estrutura e significado do conteúdo *tag* são meta-metadados (Ahern *et al*, 2003).

De acordo com Ahern *et al* (2003), este projeto propõe a identificação, classificação e recuperação dos objetos de aprendizagem através de informações que possibilitam compreender como um objeto de aprendizagem específico se ajusta a uma estrutura particular de lição (seqüenciamento). Nesse sentido, o *Curator* é um protótipo para suportar a indexação de objetos de aprendizagem de acordo com uma matriz tridimensional que tem como eixos:

- o nível do aprendiz (novato, intermediário e avançado);
- o tipo de conteúdo (conforme a taxonomia de Bloom: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação); e
- os modelos de entrega (comportamental, processamento de informação e interação social).

Neste projeto, o *designer* instrucional tem controle sobre o seqüenciamento da lição, buscando objetos de aprendizagem no repositório ou fora dele para inserir na lição. De acordo com Ahern e Cleaver (2002), o sistema pode acomodar múltiplos aprendizes e múltiplos estilos de aprendizagem e, ainda, permanecer baseado sobre o desempenho do aprendiz.

Mortimer (2002) cita um exemplo do emprego de objetos de aprendizagem adaptativos para os estilos de aprendizagem, o *Adaptative Tutoring System* de Toronto (Canadá). Este é um sistema de gerenciamento de conteúdo de aprendizagem que redefine um objeto de aprendizagem durante a sua utilização, através do monitoramento do desempenho do aprendiz e adaptação para um estilo de aprendizagem do indivíduo. Para Morrison, Ip e Young (2002), o objeto de aprendizagem que se adapta ao estilo e as escolhas do aprendiz é rotulado como um objeto de aprendizagem dinâmico.

Como visto, após serem rotulados com metadados e catalogados em uma arquitetura de banco de dados, os objetos de aprendizagem são armazenados em um repositório, a partir do qual podem ser selecionados e seqüenciados para atender requisitos específicos. Os sistemas que utilizam objetos de aprendizagem com uma abordagem centrada no aprendiz permitem verificar o desempenho deste a partir dos objetivos de aprendizagem e oferecem flexibilidade para incorporar diversas estratégias instrucionais relacionando um determinado conteúdo.

A utilização de repositórios de objetos de aprendizagem oferece um grande potencial como ferramenta de aprendizagem, reduzindo o ciclo de desenvolvimento e de projeto de materiais educacionais. Mas, o potencial do sistema de objetos de aprendizagem está em considerar o aprendiz como um parceiro capaz de criar, adaptar, visualizar e selecionar

estes objetos relacionados a um objetivo específico de aprendizagem. Para tanto, o aprendiz pode percorrer um caminho prescrito e personalizado de objetos de aprendizagem dirigidos a um objetivo específico e, ainda, acessar quaisquer objetos relacionados durante a instrução. Permitindo o uso flexível destes objetos.

Sendo mais orientado ao processo do que ao conteúdo e, possibilitando incorporar estratégias centradas no aprendiz, o sistema de objetos de aprendizagem atende a princípios da abordagem construtivista. Para Hannafin (1992 *apud* Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy, 2000), estes ambientes generativos devem introduzir tarefas em que o aprendiz possa construir representações de significado individual. As tecnologias hipermídia e multimídia têm sido usadas para criar estas oportunidades, permitindo ao aprendiz criar, sintetizar, manipular ou mesmo analisar conteúdos, não sendo apenas utilizadas como meio de entrega da instrução. Neste sentido, a arquitetura de sistemas de objetos de aprendizagem é idealmente adaptada para gerar ambientes de aprendizagem hipermídia devido a facilidade de seu uso e a abordagem orientada a objetos adotada para armazenar e reusar objetos através de rótulos de metadados.

Como o aprendiz se torna mais ativo no processo de construção do conhecimento, principalmente na seleção de objetos de aprendizagem, torna-se necessário produzir materiais educacionais que atendam as preferências vinculadas ao seu estilo de aprendizagem. Assim, com o propósito de investigar como estes estilos seriam considerados e inseridos num sistema de objetos de aprendizagem, o próximo item apresenta os modelos de estilos de aprendizagem. Procurando enfatizar aqueles que têm sido utilizados em pesquisas de ensino em engenharia, uma vez que os conteúdos da Geometria Descritiva contribuem para a base conceitual na formação dos diversos campos da engenharia.

## **2.7 ESTILOS DE APRENDIZAGEM**

O objetivo deste item é introduzir conceituações sobre estilos de aprendizagem e apresentar alguns modelos capazes de avaliá-los, com o propósito de fornecer um referencial teórico para este trabalho. Pretende mostrar, também, algumas aplicações correntes destes instrumentos em pesquisas sobre educação em engenharia e áreas afins.

De acordo com Keefe (1987), o conhecimento das características de aprendizagem de cada aluno serve como uma boa base para o planejamento instrucional, distanciando a educação do tradicional modelo de produção em massa para um modelo mais personalizado, permitindo incorporar estratégias adequadas para uma variedade de estilos.

O planejamento da instrução baseada em estilos de aprendizagem possibilita a flexibilização no ambiente de aprendizagem, envolvendo desde o diagnóstico do estilo de aprendizagem individual, do perfil de preferências do grupo com suas forças e fraquezas, a análise de conteúdos para áreas que podem criar problemas devido a habilidades fracas, a avaliação dos métodos correntes para verificar se eles são adequados ou requerem mais flexibilidade, como também a modificação do ambiente de aprendizagem e desenvolvimento de experiências de aprendizagem personalizadas (Keefe, 1991).

### 2.7.1 Estilos cognitivos e de aprendizagem

Muitos pesquisadores no campo da educação e da psicologia educacional têm desenvolvido vários modelos para descrever os diferentes modos como os estudantes aprendem. De acordo com Eftekhcar e Strong (1998), estes modelos são principalmente baseados em estilos de aprendizagem, estratégias de aprendizagem e habilidades de aprendizagem. Os estilos de aprendizagem são mais generalizados e inconscientemente adquiridos pelo aprendiz, enquanto habilidades e estratégias de aprendizagem são deliberadamente adquiridas e adotadas, respectivamente. Os estilos de aprendizagem são vistos em termos das condições nas quais ocorre a aprendizagem, o conteúdo é aprendido e o modo dominante pelo qual o aluno aprende. Enquanto as estratégias de aprendizagem são vistas como a variedade de técnicas que ajudam o aprendiz a analisar e compreender melhor a tarefa de aprendizagem.

Segundo Durling (1996), quando um indivíduo adulto é submetido a um processo de aprendizagem, ele demonstra preferências em relação a forma como as informações são apresentadas e como lhes são ensinadas, que surgem das características conhecidas como estilos cognitivos, as quais estão associadas com a personalidade<sup>28</sup>, que é caracterizada como a manifestação externa dos comportamentos relativamente estáveis e duradouros.

Para Messick (1976 apud Durling, 1996), o estilo cognitivo<sup>29</sup> é estável, independentemente do tempo e contexto, e ainda, independente dos níveis de habilidade, destreza e inteligência dos indivíduos. Goldsmith e Blackman (1978 apud Durling, 1996)

---

<sup>28</sup> Segundo Guilford (1950 apud Durling, 1996) a personalidade pode ser caracterizada por um padrão único de traços. Onde um traço pode ser qualquer modo duradouro no qual as pessoas diferem-se umas das outras, podendo ser categorizado amplamente como aptidões, interesses, atitudes e qualidades temperamentais.

<sup>29</sup> O estilo cognitivo traduz a forma como a cognição é utilizada. O termo Cognição é uma expressão genérica que cobre os vários modos de obter conhecimento – perceber, lembrar, imaginar, conceber, julgar, raciocinar (Durling, 1996). Hayes e Allison (1994 apud Schmitt, 1998) propõem que os estilos cognitivos estão relacionados mais com a forma do que com o conteúdo das atividades.

consideram que esta estabilidade sugere a relação do estilo cognitivo com as características da personalidade das pessoas. Para Messick, os estilos cognitivos estão relacionados às formas características pelas quais um indivíduo capta as informações do mundo e as formas preferenciais de organizar essas informações.

De acordo com Schmeck (1985 apud Durling, 1996), o estilo de aprendizagem pode ser considerado como sendo a tradução das características de personalidade e do estilo cognitivo no comportamento do indivíduo no estudo. Através do estilo de aprendizagem um aprendiz pode preferir adotar uma estratégia particular de aprendizagem independentemente das demandas específicas da tarefa de aprendizagem. Keefe (1987), por sua vez, considera o estilo de aprendizagem como as características cognitivas e afetivas que servem de indicadores relativamente estáveis de como os estudantes percebem e interagem com os ambientes de aprendizagem.

Segundo Cooper e Miller (1991 apud Schmitt, 1998), o estilo de aprendizagem pode ser entendido como a forma preferencial usada por uma pessoa para processar as informações, formar suas idéias e tomar decisões. Por sua vez, Hayes e Allison (1994 apud Schmitt, 1998) consideram este como sendo o caminho consistente que um aprendiz utiliza para dar resposta a algo empregando os estímulos do contexto da aprendizagem.

Haley e Stumpf (1989) apresentam a proposta de ligação entre decisões estratégicas e processo cognitivo através da personalidade. Diferentes tipos de personalidade desenvolvem estilos dominantes de decisão: eles apresentam discretas preferências por modelos de obtenção da informação, geração de alternativas e sua avaliação. O cérebro funciona como um sistema de rodovias: a experiência adiciona novas vias, alarga as vias mais utilizadas e abandona aquelas pouco usadas. Estes aspectos podem ser mapeados através das trilhas ou cognições que a pessoa usa.

Segundo Haley e Stumpf (1989) a partir de observações de pesquisadores sobre o uso da teoria de Jung<sup>30</sup>, foi possível sugerir que, os tipos psicológicos demonstram distintas preferências para a coleta de dados, geração e avaliação das respostas. Salientando que, a tipificação da personalidade indica modos através dos quais os indivíduos relacionam a realidade externa aos seus dispositivos internos, demonstrando os processos que permeiam as decisões estratégicas. Consideram que os tipos de personalidade podem dar oportunidade para as trilhas cognitivas habituais usadas no processo de decisão. Estas trilhas cognitivas podem resultar em tendências sistemáticas de entrada, de saída e de operação na tomada de decisão. Este processo é representado na Figura 4.

---

<sup>30</sup> S/N (sentido/intuição) e T/F (pensar/sentir) são escalas relacionadas aos processos mentais de atenção e de decisão, respectivamente.

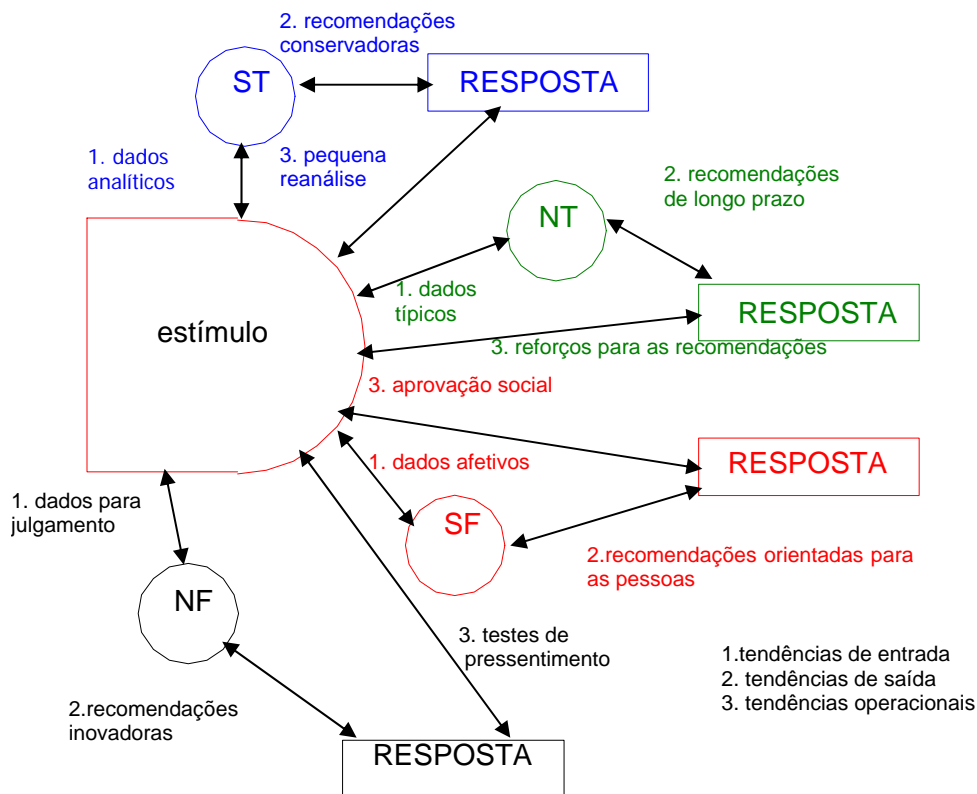


Figura 4: Trilhas Cognitivas dos Tipos Psicológicos.  
Fonte: Haley e Stumpf (1989)

Durling (1996) salienta, ainda, a ampla correspondência entre estilo de aprendizagem e a forma de entrega das informações ou a relação entre um sistema computacional e o estilo de recepção destas informações pela pessoa que está aprendendo. Para Cooper e Miller (1991 apud Schmitt, 1998), as atitudes e interesses que influenciam a observação do aprendiz numa situação de aprendizagem levam a buscar um ambiente de aprendizagem compatível com o perfil pessoal.

Segundo Kuri (1993 apud Casas, 1994), a informação sobre os estilos de aprendizagem é importante tanto para os alunos quanto para os professores. Para o aluno, auxilia na compreensão dos pontos fortes e fracos de seu próprio estilo de aprendizagem, e para o professor, facilita o planejamento das experiências de aprendizagem e a interação professor/aluno. Salienta, ainda, que dependendo da característica do aluno, por exemplo, o aluno do tipo auditivo, a aula expositiva é realmente a aula mais adequada. Outros alunos, no entanto, trabalham melhor com a informação escrita, porque eles podem determinar o ritmo próprio de aprendizagem. Outros aprendem melhor através de atividades orientadas pelo professor, como trabalhos em grupo e na resolução de problemas. E sugere que uma forma de atender a estas diferenças é variar as estratégias de ensino-aprendizagem, mantendo, no entanto, coerência com os objetivos propostos. O aluno além de deter

informações, ler, escutar, precisa refletir, discutir e aplicar os conhecimentos para alcançar uma autêntica assimilação dos conteúdos.

Com relação ao uso de estratégias pedagógicas, Williams (1986 apud Durling, 1996) sugere que para os indivíduos terem o máximo de oportunidades para aprender, os métodos pedagógicos deveriam equilibrar pensamento verbal com estratégias visuais. Segundo Amheim (1970 apud Durling, 1996), os processos de pensamento confiam, fortemente, em sistemas de símbolos não lingüísticos: a visão é considerada como o sistema sensorial que suporta nossos processos cognitivos.

Pask (1969 e Pask e Scott, 1972 apud Durling, 1996) referem-se a uma abordagem de aprendizagem que delinea seristas e holistas. Uma abordagem de aprendizagem tipicamente serista, relembra e recapitula um novo corpo de informações pela ligação de uma sucessão de estruturas cognitivas identificadas. Alternativamente, holistas preferem aprender, recordar e lembrar as informações como um todo. Os seristas são propensos a lembrar de detalhes, mas não compreendem imediatamente o todo. Enquanto que os holistas tentam ganhar uma visão geral e, a partir desta, entender os detalhes. Os seristas tendem a preservar a ordenação de conceitos e estruturas programadas, já os holistas exibem desrespeito pela ordenação inerente.

### **2.7.2 Modelos Lógicos de estilos de aprendizagem**

Segundo Durling (1996), existem vários instrumentos psicométricos que têm o potencial para avaliar os estilos de aprendizagem e podem fornecer descrições detalhadas da cognição dos indivíduos. Estes instrumentos podem ser classificados segundo o seu foco de interesse, em dois tipos: instrumentos de estilos de aprendizagem e instrumentos de tipos de personalidade. O primeiro tipo de instrumento avalia os estilos de aprendizagem e oferece indicadores para adequar os métodos pedagógicos. Já o segundo tipo de instrumento, não identifica especificamente o estilo de aprendizagem, mas procura determinar formas de como a mente funciona (e que se tornam visíveis) através das características de personalidade.

Durling (1996) estabelece que um instrumento psicométrico para avaliar diferenças individuais deve estar em conformidade com os seguintes critérios:

- ter uma base teórica robusta;
- demonstrar evidência de confiabilidade (obtenha resultados consistentes);
- ser bem validado (alcance o que é pretendido fazer);

- estar apto para diferenciar os indivíduos entre si;
- estar associado com um grande corpo de resultados consistentes e claramente mostrar diferenças entre grupos profissionais;
- estar associado com estilos de ensino e aprendizagem bem definidos e capaz de ser implementado computacionalmente;
- estar em uma forma na qual poderia ser, na prática, implementada em um sistema de instrução assistida por computador, para classificar aprendizes individuais;
- ter correlações válidas e úteis com outras escalas psicométricas.

Diante da diversidade de modelos existente na literatura, que têm a finalidade de avaliar diferenças individuais, Roset (2003) salienta que vários autores oferecem classificações para estes modelos de estilos de aprendizagem (MEAs) que servem de orientação para a sua utilização, dentre eles são citados os seguintes: Chevrier *et al* (2000); Jenssen (1994); Cazau (2001); e Curry (1987).

De acordo com O'Connor (2004) do *Center for Teaching and Learning* (CTL) pertencente a *Indiana State University* e Roset (2003), os diferentes modelos de estilos de aprendizagem podem ser enquadrados na classificação proposta por Curry (1987). O modelo “*Onion*” desenvolvido por Curry apresenta uma categorização dos elementos abrangidos pelos modelos de estilos de aprendizagem, definindo-os como camadas, que podem explicar o comportamento humano frente a aprendizagem. Esta classificação de Curry organiza os modelos de estilos de aprendizagem desde aqueles que focam sobre as condições mais externas até aqueles que são baseados na teoria de personalidade. As quatro categorias estabelecidas pelo modelo de Curry, com os respectivos fatores são apresentadas no Quadro 7.



Quadro 7: Categorias do modelo “Onion” de Curry.

Categorias	Fatores
Preferências relativas ao modo de instrução e fatores ambientais: onde é avaliado o ambiente preferido pelo estudante durante a aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• preferências ambientais (som, luz, temperatura e projeto da classe);</li> <li>• preferências emocionais (motivação, persistência, responsabilidade);</li> <li>• preferências sociais (estudo individual, em pares ou em grupos de alunos), e as relações que se estabelecem entre os diferentes alunos da classe;</li> <li>• preferências fisiológicas (percepção, tempo e mobilidade);</li> <li>• preferências psicológicas (modo analítico, hemisfério cerebral).</li> </ul>
Preferências de interação social: que se referem a interação dos estudantes na classe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• independente/dependente do campo;</li> <li>• colaborativo/competitivo;</li> <li>• participativo/não participativo.</li> </ul>
Preferências de processamento da informação: relativo a como o estudante assimila a informação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hemisfério cerebral esquerdo/direito;</li> <li>• cortical/límbico;</li> <li>• concreto/abstrato;</li> <li>• visual/verbal;</li> <li>• indutivo/dedutivo;</li> <li>• seqüencial/global.</li> </ul>
Dimensões de personalidade (com base na psicologia analítica de Carl Jung): avaliam a influência da personalidade em relação a como adquirir e integrar a informação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tipologias que definem o estudante com base nesta categoria: <ul style="list-style-type: none"> <li>extrovertido/introvertido;</li> <li>sensorial/intuitivo;</li> <li>racional/emotivo.</li> </ul> </li> </ul>

Fonte: Roset (2003) adaptado pela autora.

Desta forma, os diferentes modelos de estilos de aprendizagem podem ser enquadrados nestas categorias do modelo “Onion”.

De acordo com Felder (1996) e Eftekhcar e Strong (1998), os quatro modelos mais conhecidos de estilos de aprendizagem que têm sido efetivamente utilizados em pesquisas de educação em engenharia são: o *Experiential Learning*; o *Felder-Silverman learning style model* (FSLSM); o *Herrmann Brain Dominance Instrument* (HBDI); e o *Myers-Briggs Type Indicator* (MBTI). Os três primeiros modelos citados se enquadram na categoria de preferência quanto ao processamento da informação. Estes modelos descrevem as camadas intermediárias do modelo “Onion”, num esforço para compreender o processo pelo qual a informação é obtida, classificada, armazenada e utilizada. Provavelmente, a idéia mais reconhecida sobre o processamento da informação está relacionada aos hemisférios cerebrais (esquerdo e direito).

O *Myers-Briggs Type Indicator* se enquadra na categoria segundo as dimensões de personalidade, que descreve a camada mais interna do modelo “*Onion*” de Curry, o nível no qual os traços mais profundos de personalidade moldam a orientação do indivíduo para com o mundo. De acordo com O’Connor (2004), além do MBTI outro modelo que se enquadra nesta categoria é o *Kersey Temperament Sorter*.

Para fins deste trabalho, os modelos *Experiential Learning* e o *Myers-Briggs Type Indicator* (MBTI), por serem respectivamente um modelo que avalia estilos de aprendizagem e o outro que avalia tipos de personalidade serão apresentados mais detalhadamente, enquanto que outros modelos serão apresentados de forma mais resumida.

#### 2.7.2.1 *Herrmann Brain Dominance Instrument*

O *Herrmann Brain Dominance Instrument* (HDBI), foi desenvolvido por Ned Hermann, este modelo considera que o cérebro é composto de quatro quadrantes, que resultam do entrecruzamento dos hemisférios esquerdo e direito do modelo de Sperry e dos cérebros límbico e cortical do modelo de McLean. O HDBI classifica os estudantes em termos de suas preferências relativas para pensar, operar, criar, aprender e conviver com o mundo, em quatro modos diferentes que são baseados no funcionamento do cérebro. Estes quatro modos ou quadrantes têm características específicas, que são apresentadas no Quadro 8.

De acordo com Lumsdaine e Lumsdaine (1995 apud Felder, 1996) a maioria dos professores de engenharia é quadrante A e gostariam que seus estudantes também o fossem. O ensino em engenharia é, conseqüentemente, focado na análise do quadrante A (cortical esquerdo) e nos métodos e procedimentos do quadrante B (límbico esquerdo) associados com esta análise. Portanto, negligencia importantes habilidades associadas com o quadrante C (límbico direito), como: trabalho em equipe e comunicação; e do quadrante D (cortical direito), como: criatividade na resolução de problemas, pensamento sistêmico, síntese e projeto. Deste modo, o ensino não atende aproximadamente de 20 a 40% dos estudantes que ingressam nos cursos de engenharia.

Quadro 8: Características dos quadrantes do HDBI.

	<b>Quadrante A cortical esquerdo</b>	<b>Quadrante B límbico esquerdo</b>	<b>Quadrante C límbico direito</b>	<b>Quadrante D cortical direito</b>
<b>Comportamentos</b>	frio, distante, crítico, irônico, competitivo, individualista, intelectual, etc.	introverso, fiel, emotivo, controlado, minucioso, conservador, gosta de: poder, fórmulas e experiências, etc.	extroverso, emotivo, idealista, espontâneo, gesticulador, lúdico, falante, espiritual, recebe mal as críticas.	original, humor, gosta de riscos, espacial, simultâneo, futurista, gosta de discussões, independente, etc.
<b>Processos</b>	análise, rigor, raciocínio, lógica, modelos e teorias, fatos, hipóteses, precisão, etc.	planejamento, formalização, estruturação, verificação, seqüencial, metódico, procedimentos.	integra pela experiência, se move pelo prazer, afetivo, sentimental, escuta, pergunta, compartilha, harmoniza, etc.	conceitualização, síntese, globalização, imaginação, intuição, visualização, atua por associações, integra por meio de imagens e metáforas.
<b>Competências</b>	abstração, matemática, quantitativo, finanças, técnico, resolução de problemas.	administração, organização, realização, líder, orador, trabalhador.	relacional, contatos humanos, diálogo, ensino, trabalho em equipe, expressão oral e escrita.	criação, inovação, espírito de empresa, artista, investigação, visão de futuro.

Fonte: Roset (2003) adaptado pela autora.

### 2.7.2.2 Felder-Silvermann Learning Style Model

O *Felder-Silvermann Learning Style Model* (FSLSM) classifica os estudantes a partir de cinco dimensões, que são relacionadas com as respostas obtidas a partir das seguintes perguntas: que tipo de informação os estudantes percebem preferivelmente? Através de que modalidade a informação cognitiva é mais efetivamente percebida? Com que tipo de organização da informação é mais cômodo para o estudante trabalhar? Como o estudante prefere processar a informação? Como o estudante progride na aprendizagem? Estas dimensões classificam os aprendizes em cinco categorias dicotomizadas, que são:

- sensoriais (práticos) ou intuitivos (conceituais) – os sensoriais percebem a informação externa através dos cinco sentidos, enquanto os intuitivos percebem a informação interna, através da memória, das idéias, das interpretações, etc.;
- visuais ou verbais – os visuais percebem a informação externa mediante quadros, diagramas, gráficos, demonstrações, etc., enquanto que os verbais a percebem mediante sons, expressão oral e escrita, fórmulas, símbolos, etc.;

- indutivos ou dedutivos – os indutivos gostam que a informação seja organizada indutivamente, onde os fatos e as observações são dados e os princípios são inferidos, enquanto os dedutivos preferem que os princípios sejam apresentados e as conseqüências e as aplicações sejam deduzidas;
- ativos ou reflexivos – os ativos preferem que a informação possa ser processada através de tarefas ativas e de compromissos em atividades físicas ou discussões, enquanto que os reflexivos preferem a introspecção e a reflexão;
- seqüenciais ou globais – os seqüenciais necessitam de uma progressão lógica realizada em pequenos passos incrementais para avançarem na aprendizagem, enquanto que os globais requerem uma visão integral.

Conforme Peña et al (2002), este modelo prevê duas possíveis situações para cada pergunta, sendo que os indivíduos tendem a preferir uma mais que a outra. No entanto, uma resposta não necessariamente exclui a outra, pois a preferência por um determinado estilo de aprendizagem pode variar desde muito forte até quase inexistente, podendo ser sensível ao tempo e ao assunto a ser aprendido.

De acordo com Felder (1988) e Felder (1996), as pesquisas em educação em engenharia baseadas na aplicação deste modelo sugerem que a maior parte do ensino nesta área tem sido direcionado para aprendizes intuitivos, verbais, dedutivos, reflexivos e seqüenciais. No entanto, relativamente poucos estudantes de engenharia se caracterizam por estas cinco categorias. Deste modo, a maioria destes estudantes recebe uma educação não adequada ao seu estilo de aprendizagem.

### 2.7.2.3 *Experiential Learning Model*

O *Experiential Learning*, modelo desenvolvido por David Kolb, tem por objetivo avaliar as orientações individuais da aprendizagem. Kolb (1984) analisa o processo de aprendizagem e identifica os modos nos quais os estudantes adquirem e processam o conhecimento. Para Kolb, aprender é, primariamente, experimental e centrado em dois geradores estruturais: o conceito de percepção e o relativo à transformação.

A percepção refere-se a como os indivíduos adquirem experiência do mundo. Trata de como os indivíduos captam ou incorporam informação nas suas vidas:

- conceitualização abstrata (AC), refere-se aos indivíduos que preferem análise lógica e planejamento sistemático;

- experimentação concreta (CE), refere-se aos indivíduos não sistemáticos que favorecem experiências específicas e envolvimento pessoal.

A transformação refere-se a como a efêmera representação que o indivíduo adquire da experiência, torna-se um entendimento consistente. Trata de como as pessoas transferem experiência a conhecimento:

- experimentação ativa (AE), refere-se aos indivíduos que gostam de fazer as coisas para obter resultados visíveis;
- observação reflexiva (RO), refere-se aos indivíduos que gostam de examinar idéias de vários ângulos antes de obter resultados.

Ambos, percepção e transformação são dimensões que se estendem entre atributos bipolares. Além disto, Kolb (1984) considera que um indivíduo estará inclinado para um dos pólos de cada dimensão. As orientações individuais da aprendizagem podem ser avaliadas mediante quatro habilidades básicas, que são: pensar, sentir, fazer e observar.

Segundo Kolb (1984), a habilidade de aprendizagem “pensar” se refere a conceitualização abstrata (AC). As pessoas com esta orientação apresentam as seguintes características:

- enfatizam o uso da lógica, idéias e conceitos;
- enfatizam o pensar em oposição ao sentir;
- preocupam-se em construir teorias gerais em oposição a um único entendimento intuitivo em áreas específicas;
- preferem uma abordagem científica a uma abordagem artística aos problemas;
- gostam e são boas em planejamentos sistemáticos, manipulação de símbolos abstratos e análises quantitativas;
- valorizam a precisão, o rigor e a disciplina de analisar idéias e um harmonioso e claro sistema conceitual.

Conforme Kuri e Giorgetti (1993 apud Casas, 1994), na conceitualização abstrata o aluno procura, lógica e sistematicamente, organizar a informação em conceitos, teorias e princípios. A estratégia é deixar de lado as opiniões e julgamentos pessoais e obter uma descrição universal ou princípio geral. O modo dominante é a análise das idéias, o planejamento sistemático e ação com base na compreensão intelectual da situação.

De acordo com Kolb (1984), a habilidade de aprendizagem “sentir” se refere às experiências concretas (CE). As pessoas com esta orientação apresentam as seguintes características:

- enfatizam o fato de estarem envolvidos em experiências e lidando diretamente com situações ligadas aos seres humanos de forma pessoal;
- valorizam mais o sentir do que o pensar;
- preocupam-se com a unicidade e complexidade da realidade presente em oposição às teorias e generalizações;
- preferem uma forma “artística” (intuitiva), em oposição a abordagem sistemática e científica para com os problemas;
- gostam e são bons em relacionamento com outros;
- são intuitivas, tomadores de decisão e que obtêm bons resultados em situações desestruturadas;
- valorizam as relações com as pessoas, ficam envolvidas em situações reais e têm uma abordagem de “mente-aberta” para com a vida.

Para Kuri e Giorgetti (1993 apud Casas, 1994), na experiência concreta o aluno mergulha na nova experiência. A estratégia é estar aberto, adaptar-se às mudanças e se envolver ao máximo. Os estímulos ambientais devem ser selecionados e arranjados para que o “sentir” e “avaliar” sejam dominantes. As habilidades nesta área incluem bom relacionamento interpessoal e sensibilidade para os valores pessoais de todos os envolvidos.

De acordo com Kolb (1984), a habilidade de aprendizagem “fazer” se refere à experimentação ativa (AE). As pessoas com esta orientação apresentam as seguintes características:

- enfatizam a ação para influenciar as pessoas e mudar as situações;
- enfatizam as aplicações práticas em oposição ao entendimento refletido;
- preocupam-se pragmaticamente com o que funciona em oposição ao que é absolutamente verdadeiro;
- enfatizam o fazer em oposição ao pensar;
- gostam e são boas em ver coisas concluídas;
- desejam assumir certos riscos com a intenção de alcançar seus objetivos;

- valorizam o fato de terem influência sobre o seu meio e gostam de ver resultados.

Segundo Kuri e Giorgetti (1993 apud Casas, 1994), na experiência ativa, o aluno se envolve diretamente com o meio para testar as abstrações. O mundo é tratado, testado e manipulado para obter uma resposta. A estratégia é trabalhar com o real e obter resultados práticos. O modo dominante é o do teste.

A habilidade de aprendizagem “observar”, segundo Kolb (1984), se refere à observação reflexiva (RO). As pessoas com esta orientação apresentam as seguintes características:

- enfatizam o entendimento do significado das idéias e situações ao observarem cuidadosamente, descrevendo-as imparcialmente;
- enfatizam o entendimento em oposição às aplicações práticas;
- preocupam-se com o que é verdade ou como as coisas acontecem em oposição àquilo que funcionará;
- enfatizam a reflexão em oposição à ação;
- intuem sobre o significado de situações e idéias, sendo bons na visualização das suas implicações;
- olham as coisas de várias perspectivas e apreciam diferentes pontos de vista;
- gostam de confiar nos seus próprios pensamentos e sentimentos para formar opiniões;
- valorizam a paciência, a imparcialidade e levam em consideração julgamentos cuidadosos.

Para Kuri e Giorgetti (1993 apud Casas, 1994), na observação reflexiva, o aluno torna-se um observador objetivo, confiando em seus próprios pensamentos e sentimentos para formar opiniões. A estratégia é separar uma determinada experiência e observar o evento dos mais diferentes pontos de vista possíveis. O modo dominante é a observação cuidadosa e a ponderação antes de fazer julgamentos.

De acordo com Kolb (1984), como resultado da herança genética, experiências anteriores e a exigência do ambiente atual, muitas pessoas desenvolvem estilos de aprendizagem que enfatizam certas habilidades de aprendizagem mais do que outras, através da socialização, através da família, escola e trabalho. Estas formas características conduzem a quatro estilos básicos de aprendizagem: convergente, divergente, assimilador e conciliador, que são caracterizados a seguir.

### **Estilo convergente**

As pessoas com o estilo de aprendizagem “convergente” confiam primordialmente nas habilidades dominantes da conceitualização abstrata e da experimentação ativa (pensar e fazer, respectivamente). Kolb (1984) considera que a grande força deste estilo baseia-se na solução de problemas, tomada de decisão e na aplicação prática de idéias. Este estilo de aprendizagem é denominado “convergente” porque estas pessoas parecem se sair melhor em situações onde existe uma resposta correta apenas ou uma única solução para uma questão ou problema (Torrealba, 1962 apud Kolb 1984). Neste estilo de aprendizagem, o conhecimento é organizado de tal maneira, que através de um raciocínio hipotético-dedutivo são focalizados problemas específicos. Segundo Hudson (1966 apud Kolb, 1984) as pessoas convergentes são controladas na sua expressão de emoção. Eles preferem tratar com tarefas e problemas técnicos, antes que questões sociais e interpessoais.

### **Estilo divergente**

As pessoas com o estilo de aprendizagem “divergente” confiam primordialmente nas experiências concretas e observações reflexivas (sentir e observar, respectivamente). A grande força desta orientação baseia-se na habilidade imaginativa e a atenção aos significados e valores. A principal habilidade adaptativa dos divergentes é ver as situações concretas de várias perspectivas e de organizar muitas relações em uma magnífica harmonia. A ênfase dada por esta orientação é de adaptação pela observação antes do que pela ação. Este estilo é chamado de “divergente” porque uma pessoa deste estilo tem um desempenho melhor em situações que necessitam a geração de idéias alternativas e suas implicações, como uma sessão de “*brainstorming*”. Neste estilo, as pessoas estão interessadas em pessoas e tendem a ser imaginativas e orientadas para os sentimentos (Kolb, 1984).

### **Estilo assimilador**

As pessoas com o estilo de aprendizagem assimilador têm como habilidades de aprendizagem dominantes a conceitualização abstrata e a observação reflexiva (pensar e observar, respectivamente). A grande força desta orientação baseia-se no raciocínio indutivo e a habilidade de criar modelos teóricos pela assimilação de diversas observações em uma explanação integrada (Grochow, 1973 apud Kolb, 1984). Como na convergência esta orientação é menos focada nas pessoas e mais interessada nas idéias e conceitos abstratos. As idéias, entretanto, são julgadas menos por esta orientação pelo seu valor prático. O mais importante é que a teoria seja lógica e precisa.



## Estilo conciliador

As pessoas com o estilo de aprendizagem “conciliador” enfatizam as experiências concretas e a experimentação ativa (sentir e fazer, respectivamente). A maior força desta orientação baseia-se em fazer coisas, em executar planos e tarefas e estar envolvido em novas experiências. A ênfase adaptativa desta orientação está em buscar oportunidades, aceitar riscos e ação. Este estilo é chamado de “conciliador” porque tem um ótimo comportamento em situações em que as pessoas devem se adaptar para circunstâncias de mudança imediata. Em situações onde a teoria ou os planos não estão de acordo com os fatos, eles mais facilmente descartarão os mesmos. Tendem a solucionar problemas de uma forma intuitiva através da tentativa e erro (Grochow, 1973 apud Kolb, 1984), confiando fortemente nos outros para obter informações mais do que na sua própria habilidade analítica (Stabell, 1973 apud Kolb, 1984). As pessoas com o estilo de aprendizagem conciliador sentem-se confortáveis no contato com pessoas, mas são, às vezes, impacientes e insistentes.

As características dos estilos de aprendizagem são apresentadas no Quadro 9.

Quadro 9: Características dos estilos de aprendizagem de Kolb.

<b>Conciliador</b>	<b>Divergente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• integra experiência com aplicação e faz imediata aplicação da nova experiência;</li> <li>• utiliza a indução na resolução de problemas;</li> <li>• aprende por ensaio e erro e freqüentemente descobre o novo conhecimento sem ajuda do professor;</li> <li>• altamente ativo e criativo, adapta-se facilmente às novas situações;</li> <li>• independente; líder natural;</li> <li>• questão favorita: “e se?”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• integra experiência com seus próprios valores e sentimentos;</li> <li>• prefere ouvir e partilhar idéias, aprendendo pela experiência concreta e pela observação reflexiva;</li> <li>• criativo e inovador, tem facilidade para propor alternativas, reconhecer problemas e compreender as pessoas;</li> <li>• gosta de saber o valor do que irá aprender;</li> <li>• questão favorita: “por quê?”</li> </ul>
<b>Convergente</b>	<b>Assimilador</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• integra teoria e prática;</li> <li>• utiliza tanto a abstração como o senso comum na aplicação prática das idéias e teorias;</li> <li>• gosta de resolver problemas práticos e tem bom desempenho nos testes convencionais;</li> <li>• procura sempre as soluções “ótimas” para os problemas práticos;</li> <li>• combina a dedução e a indução na solução de problemas;</li> <li>• questão favorita: “como?”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• integra experiência com conhecimentos já existentes;</li> <li>• é conceitualizador, utiliza a dedução para resolver problemas;</li> <li>• trabalha bem com muitos detalhes e dados, dando-lhes uma organização lógica;</li> <li>• procura assimilar novas idéias e pensamentos;</li> <li>• é mais interessado pela lógica de uma idéia do que pelo seu valor prático;</li> <li>• questão favorita: “o quê?”</li> </ul>

Fonte: Kuri e Giorgetti (1993 apud Casas, 1994) adaptado pela autora.

De acordo com Felder (1996), o ensino tradicional de engenharia é focado quase exclusivamente na apresentação formal de material, que é adequado para o estilo de aprendizagem assimilador (conceitualização abstrata e observação reflexiva). Para alcançar todos os estilos o professor deveria explicar a relevância do novo tópico para os aprendizes do estilo de aprendizagem divergente (experiência concreta e observação reflexiva), apresentar informações básicas e os métodos relacionados com o tópico para os aprendizes do estilo assimilador. Fornecer oportunidades para praticar os métodos para os aprendizes de estilo convergente (conceitualização abstrata e experimentação ativa) e encorajar a exploração de aplicações para os aprendizes de estilo conciliador (experiência concreta e experimentação ativa).

Um material completo de aprendizagem deve incorporar as quatro habilidades da aprendizagem humana: experiência concreta (CE), observação reflexiva (RO), conceitualização abstrata (AC) e experimentação ativa (AE), compreendendo assim o ciclo de aprendizagem proposto por Kolb (1984). Este ciclo é derivado das teorias de Dewey, Lewin e Piaget (Kolb, 1984) e tem foco principal no aprender através das experiências. Montgomery (1997) considera que este ciclo cria uma atmosfera acadêmica excelente devido a sua ênfase na aprendizagem completa. O *Learning Style Inventory* (LSI), conhecido como o teste de Kolb, ajuda o professor a classificar os estudantes em estilos de aprendizagem específicos (convergentes, divergentes, assimiladores e conciliadores), que se sustentam dentro das fases do ciclo de aprendizagem.

#### 2.7.2.4 Myers-Briggs Type Indicator

O *Myers-Briggs Type Indicator* (MBTI) foi desenvolvido por Katherine Briggs e sua filha Isabel Myers e é fundamentado na teoria dos tipos psicológicos de Carl G. Jung, um psiquiatra suíço que estudou o comportamento das pessoas por muitos anos. O relato do estudo das autoras pode ser encontrado em *Gifts Differing* (Myers e Myers, 1980).

Segundo Hirsh e Kummerow (1990), o MBTI<sup>31</sup> tem sido empregado como uma ferramenta ao longo de muitos anos, por uma variedade de usuários: pequenos e grandes negócios e sociedades; serviços industriais e empresas fabricantes; serviços de consultoria e treinamento; instituições governamentais; firmas estabelecidas e novos

---

<sup>31</sup> O MBTI descreve mais do que prescreve, demonstrando em uma forma organizada as preferências indicadas pela pessoa ao responder as questões. Ele descreve preferências, não destrezas ou habilidades, onde todas estas preferências são igualmente importantes. O MBTI é bem documentado e pesquisado com centenas de estudos de cientistas realizados num período de 40 anos. Além de ter uma organização, para seus usuários, da sua contínua pesquisa e desenvolvimento (Hirsh e Kummerow, 1990).

empreendimentos; instituições da saúde e educacionais. Em geral, o MBTI funciona como uma ferramenta que ajuda as pessoas a:

- compreender a si próprio e seus comportamentos;
- apreciar os outros, assim como fazer uso construtivo de diferenças individuais;
- considerar problemas de diferentes modos como forma saudável e produtiva para uma organização.

Gardner e Martinko (1996, apud Schmitt, 1998) constatam que, com o aumento do uso do MBTI, ocorre uma legítima preocupação com os seus fundamentos conceituais e propriedades psicométricas, assim como com o rigor da maioria das pesquisas que o emprega, citando como exemplo os trabalhos de vários autores, como: Tzeng et al., 1984; Hicks, 1984, 1985; Devito, 1985; Sipps; Alexander e Friedt, 1985; Schwiger, 1985, Sipps e Alexander, 1987, Sipps e Dicaudo, 1988; Cowan, 1989, McCrae e Costa, 1989; Tzeng; Ware e Chen, 1989 e Garden, 1991; referenciados por Schmitt (1998). E mais recentemente o trabalho de Felder, Felder e Dietz (2002) que trata dos efeitos dos tipos de personalidade sobre atitudes e desempenho dos alunos de engenharia.

O MBTI fornece uma medida através de oito preferências de personalidade, que todas as pessoas usam em momentos diferentes. Estas oito preferências são organizadas em quatro escalas bipolares, que seguem e desenvolvem a teoria de Jung. As quatro escalas bipolares estão detalhadas no Quadro 10, juntamente com suas características.

Quadro 10 – Características das escalas do MBTI

<b>Atividade-chave</b>	<b>Escalas</b>	
Energização Orientação para a vida/ Direção de interesses	<b>Extroversão (E)</b> Preferência por extrair energia do mundo exterior das pessoas, atividades ou coisas	<b>Introversão (I)</b> Preferência por extrair energia do mundo interior das idéias, emoções ou impressões
Atenção Processo de informação/ Preferência de Percepção	<b>Uso dos Sentidos (S)</b> Preferência por obter informações pelo uso dos cinco sentidos; confiam em experiência imediata e prática.	<b>Uso da Intuição (N)</b> Preferência de obter informações através do “Sexto sentido”; confiam no significado das suas experiências.
Decisão Processo de tomada de decisão	<b>Pensar (T)</b> Preferência por organizar e estruturar a informação para decidir de uma forma lógica, através de um caminho objetivo	<b>Sentir (F)</b> Preferência por organizar e estruturar a informação para decidir de uma forma pessoal, através do valor das coisas
Viver Orientação para o mundo externo	<b>Julgar (J)</b> Preferência por viver uma vida planejada e organizada	<b>Perceber (P)</b> Preferência por viver uma vida espontânea e flexível

Fonte: Hirsh e Kummerow (1990) adaptado pela autora.

De acordo com Hirsh e Kummerow (1990), as preferências das escalas do MBTI podem ser descritas de três modos: através de uma lista de palavras do vocabulário; pela análise dos efeitos das preferências em situações de trabalho; e pela análise de como as preferências afetam as comunicações. As preferências em situações de trabalho e métodos de comunicação são detalhadas para as escalas bipolares extroversão/introversão, sentido/intuição; pensar/sentir, julgar/perceber, respectivamente, podendo ser encontradas em Silva, T. (1999). Algumas palavras ou expressões do vocabulário que denotam as preferências nas escalas podem ser:

- **extrovertido** - refere-se ao exterior, impulso externo, amplitude, envolvido com pessoas e coisas, interação, ação, faz-pensa-faz; **introversão** - refere-se ao interior, profundidade, trabalho com pensamento e idéias, concentração, reflexão, pensa-faz-pensa;
- **sentido** - refere-se aos cinco sentidos, o que é real, prática, orientação presente, fatos, uso de técnicas estabelecidas, utilidade, passo-a-passo; **intuição** - refere-se ao que pode ser, teoria, possibilidades futuras, situação, novas técnicas, novidade, salto;
- **pensar** - refere-se à objetividade, sistema lógico, justiça, crítica construtiva, princípios, razão, firme; **sentir** - refere-se ao subjetivo, sistema de valores, piedade, elogios, harmonia, empatia, compassivo;
- **julgar** - refere-se ao planejamento, regular, controle, resolvido, vida organizada, conjunto de metas, decidido, organizado; **perceber** - refere-se à espontaneidade fluxo, adaptado, tentativa, deixa a vida acontecer, reunião de informações, aberto, flexível.

O MBTI é um instrumento respondido individualmente e é formado por questões fechadas, com duas alternativas, das quais o indivíduo deve optar por uma. Uma vez identificadas as quatro preferências (uma a partir de cada escala), estas são combinadas, definindo o que se chama “tipo”.

Segundo Hirsh e Kummerow (1990), um tipo individual é resultante da combinação de cada uma das quatro escalas de preferências. Estas escalas são arranjadas da forma apresentada no Quadro 11 e quando combinadas resultam dezesseis tipos psicológicos.

Quadro 11: 16 tipos do MBTI.

	S	S	N	N	
I	ISTJ	ISFJ	INFJ	INTJ	J
I	ISTP	ISFP	INFP	INTP	P
E	ESTP	ESFP	ENFP	ENTP	P
E	ESTJ	ESFJ	ENFJ	ENTJ	J
	T	F	F	T	

Fonte: Myers (1993).

Além das características obtidas pela análise dos dezesseis tipos, Hirsh e Kummerow (1990) salientam que se pode analisar as funções, que são as preferências usadas para atenção (S/N) e as preferências usadas para a decisão (T/F). Estas combinações de preferências (ST, SF, NF, NT), chamadas funções, podem ser relacionadas à resolução de problemas e escolha de carreiras. Os efeitos de combinações de preferências pelas funções estão apresentados no Quadro 12.

Quadro 12: Efeitos das combinações de preferências pelas funções.

Preferências das Pessoas	ST Uso dos sentidos e do pensar	SF Uso dos sentidos e do sentir	NF Uso da intuição e do sentir	NT Uso da intuição e do pensar
Focar sua atenção em:	fatos	fatos	possibilidades	possibilidades
Tender a ser adeptos a:	aplicar fatos e experiências	encontrar o interesse diário das pessoas	entender as aspirações das pessoas	desenvolver conceitos teóricos
Encontrar oportunidade para as suas habilidades em:	destreza técnica com fatos e objetos relacionados com as tarefas diárias	ajuda prática e serviço para as pessoas nas suas preocupações diárias	entender e comunicar-se com as pessoas	desenvolvimento teórico e técnico com modelos
Solucionar problemas através de:	uma detalhada análise de fatos num processo passo a passo, movendo-se da causa para o efeito	uma visão pessoal dos fatos num processo passo a passo considerando o valor do resultado	uma visão pessoal das possibilidades num processo que envolve pressentimentos, e considerando o valor do resultado	uma análise objetiva das possibilidades num processo que envolve pressentimentos, movendo-se da causa para o efeito

Fonte: Hirsh e Kummerov (1990) adaptado pela autora.

Ao se fazer o agrupamento de preferências, pela combinação das escalas relacionadas com a energização (E/I) e a atenção (S/N), resultam os quadrantes: IS, ES, IN e EM, cujos efeitos destas combinações estão resumidos no Quadro 13.

Quadro 13: Efeitos das combinações de preferências pelos quadrantes.

<b>ES – realista orientado a ação</b>	<b>IS – realista pensativo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• guiado pela ação, fazendo</li> <li>• foco individual: ação prática</li> <li>• foco organizacional: resultados</li> <li>• “faça isto”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• guiado por atenção ao que necessita fazer</li> <li>• foco individual: considerações práticas</li> <li>• foco organizacional: continuidade</li> <li>• “mantenha isso como está”</li> </ul>
<b>EN – inovador orientado a ação</b>	<b>IN – inovador pensativo</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• guiado pelo entusiasmo</li> <li>• foco individual: sistemas e relações</li> <li>• foco organizacional: mudança</li> <li>• “troque isto”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• guiado por idéias sobre o que necessita fazer</li> <li>• foco individual: pensamentos e idéias intangíveis</li> <li>• foco organizacional: visão</li> <li>• “pense nisto diferentemente”</li> </ul>

Fonte: Hirsh e Kummerov (1990) adaptado pela autora.

Segundo Hirsh e Kummerov (1990), pode-se fazer, ainda, o agrupamento de preferências pelos temperamentos. Este agrupamento é baseado principalmente sobre padrões externos observáveis ou grupos de comportamento. Ele descreve diferenças em pessoas fazendo referência e documentando personagens da história grega. No Quadro 14 estão apresentadas as descrições para os quatro temperamentos. Estas combinações são muitas vezes usadas para descrever liderança, estilos de trabalho e de aprendizagem.

Quadro 14: Efeitos das combinações de preferências pelos temperamentos.

<b>Temperamento</b>	<b>SJ - Epimeteano</b>	<b>SP – Dionisiano</b>	<b>NF – Apolloniano</b>	<b>NT - Prometeano</b>
<b>Estilo de liderança</b>	tradicionalista, estabilizador, consolidador	conciliador, negociador, apaziguador	catalisador, porta-voz, energizador	visionário, arquiteto de sistemas, construtor
<b>Estilo de trabalho</b>	trabalha a partir de um senso de responsabilidade, lealdade e aplicação	trabalha via ação com inteligência e conveniência	trabalha por interação com pessoas sobre valores e inspirações	trabalha com idéias com ingenuidade e lógica
<b>Estilo de aprendizagem</b>	aprende passo-a-passo com preparação para utilidade corrente e futura	aprende através do envolvimento ativo em satisfazer necessidades correntes	aprende por ganhar auto-consciência através de modos personalizados e imaginativos	aprende por um processo analítico e impessoal para ganhar domínio pessoal

Fonte: Hirsh e Kummerov (1990) adaptado pela autora.

Segundo Felder (1996), a maioria dos professores de engenharia orienta seus cursos para aprendizes introvertidos ( usando aulas expositivas e tarefas individuais), que usam a escala intuição (focando a ciência da engenharia antes que projeto e operações), pensadores (enfatizando a análise abstrata e negligenciando interações inter-pessoais), e julgadores (concentrando em realizar tarefas pré-definidas e programadas ao invés de

explorar idéias e resolver problemas criativamente). Assim, esta orientação é adequada para os tipos INTJ, sendo que os demais aprendizes não são considerados quanto ao seu estilo de aprendizagem.

#### 2.7.2.5 Keirsey Temperament Sorter

O *Keirsey Temperament Sorter* (Keirsey e Bates, 1978) é conhecido como teste de Keirsey, sendo de livre uso, estando disponível inclusive na *homepage* do autor na Internet<sup>32</sup>. A proposta do teste de Keirsey, assim como o teste MBTI, é medir funções da personalidade, sendo instrumentos muito semelhantes.

Os resultados do teste de Keirsey são apresentados com a mesma nomenclatura utilizada pelo MBTI. Alguns pesquisadores estudaram a correlação entre instrumentos que medem funções da personalidade (Quinn *et al*, 1992; Tucker e Gillespie, 1993 apud Schmitt, 1998) e particularmente, no caso dos dois testes (Keirsey e MBTI) os resultados demonstraram a existência de uma boa correlação. Os dois estudos referenciados concluíram que esses instrumentos medem o mesmo construto. Deve-se salientar que Quinn *et al* (1992 apud Schmitt, 1998) ainda destacam que pesquisadores podem utilizar o teste de Keirsey, ao invés do MBTI, quando as condições de pesquisa exigem facilidade de aplicação e baixos custos.

Schmitt (1998) procurou evidenciar alguns estudos de correlações entre esses instrumentos e encontrou referências, tais como:

- Hobby *et al* (1987) os quais afirmam que nos últimos anos houve um aumento do número de pesquisas de validação das descrições de tipos psicológicos de Myers e de Keirsey;
- Carskadon (1982 apud Hobby *et al*, 1987) e Carskadon e Cook (1982 apud Hobby *et al.*, 1987) encontraram que os respondentes avaliaram a precisão percebível das descrições dos 16 tipos que aparecem no “*Introduction to type*” (Myers, 1980 apud Hobby *et al.*, 1987) como altamente relacionadas com as descrições de tipos feitas por eles mesmos quando medidas pelo MBTI;
- Ware e Yokomoto (1985 apud Hobby *et al*, 1987) fizeram semelhante pesquisa utilizando a descrição de Keirsey do livro “*Please understand me*” (Keirsey e Bates, 1978) e obtiveram resultados que, da mesma forma, apoiavam a validade da descrição de tipos de Keirsey;

---

<sup>32</sup> <http://www.keirsey.com/cgi-bin/keirsey/newkts.cgi>

- McCarley e Carskadon (1986 apud Hobby *et al*, 1987) testaram a precisão percebida das descrições dos indivíduos extraídas das descrições de tipos tanto de Myers quanto de Keirsey. Um número maior de indivíduos indicou maior precisão às descrições que correspondem aos tipos medidos pelo MBTI. Houve uma grande variabilidade entre a precisão percebível das descrições individuais, algumas de uma forma maior ou menor, mas não houve significativas diferenças entre Myers e Keirsey. Os autores afirmam que os dois teóricos parecem ter muitos critérios que podem ser valorizados com respeito aos tipos individuais e ambos têm algumas idéias as quais não são bem recebidas pelos indivíduos que utilizam o indicador.

O teste de Keirsey é formado por 70 questões, todas com duas alternativas, uma das quais, necessariamente, deve ser escolhida. O teste encontra-se no Anexo 2.

### **2.7.3 Algumas aplicações dos modelos de estilos de aprendizagem**

Como visto, os modelos de estilos de aprendizagem podem contribuir para o planejamento instrucional. As aplicações referenciadas neste trabalho foram buscadas, como exemplo dentro do âmbito educacional.

#### **2.7.3.1 Planejamento educacional em engenharia**

Tipos de personalidade de Myers-Briggs e estilos de aprendizagem de Kolb vêm sendo usados em planejamento de curso de engenharia, e foram referenciados em um curso de ensino a distância disponível na *web*<sup>33</sup>, relacionado à inovação no ensino de engenharia. Este curso foi formulado por Susan Montgomery (1997), na Universidade de Michigan.

Em geral, as pessoas pensam em uma variedade de modos, determinada pela sua constituição genética e experiência de vida. Montgomery (1997) salienta que embora certos tipos de personalidade e estilos de aprendizagem, naturalmente, adaptam-se às disciplinas de engenharia, pessoas com todos os tipos de personalidade são necessárias em áreas técnicas. Então, considera muito importante em cursos de engenharia incluir todos os estilos de aprendizagem e estar atento das necessidades especiais de estudantes cujos tipos de personalidade não correspondem aos que mais se identificam com estes cursos.

---

<sup>33</sup> <http://www-personal1.engin.umich.edu/~smontgom>



Montgomery (1997) considera que o conhecimento de como as diferenças de personalidade afetam as visões entre os engenheiros e o mundo é necessário para encorajar os não-estereótipos em engenharia, e que se adequar aos estilos de aprendizagem pode ajudar a mantê-los no curso.

Atualmente, algumas companhias demonstram uma grande preocupação quanto a necessidade de contratar um engenheiro que também possa vender o seu produto. Este requisito pode muito bem ser preenchido por um indivíduo que apresenta a combinação de preferências NF (Quadro 10), pela habilidade de comunicar-se com outras pessoas. Esta preocupação também é evidenciada por Montgomery (1997) ao referir-se ao tipo de preferência na escala E-I (Extrovertido-Introvertido). Uma pessoa introvertida gosta de idéias e conceitos e tendem a focalizar na estrutura conceitual do problema, um engenheiro introvertido pode, então, sentir-se bem com o uso de tecnologias e na resolução de problemas. No entanto, eles acabam dedicando pouco tempo para comunicar-se com os outros, tendendo a evitar a interação social. Ao contrário, os extrovertidos preocupam-se com a perda da interação social. Montgomery sugere, então, que as atividades de grupo são importantes no curso de engenharia para encorajá-los a permanecer no curso.

Na combinação das escalas de julgamento (T/F) e da orientação para com o mundo exterior (J/P), Montgomery (1997) encontra nos engenheiros, uma preponderância para o tipo TJ. Também considera que os engenheiros tendem a ser um grupo bastante homogêneo. Eles se prestam, mais facilmente, para um estereótipo, do que muitos grupos profissionais. Isto é mostrado principalmente pela representatividade no tipo de personalidade “pensar” e “julgar” (TJ) entre os estudantes de engenharia. McCaulley apud Montgomery (1997), comparou os estudantes de engenharia aos de outros cursos através de tipos do MBTI e informou que os estudantes de engenharia são mais freqüentemente introvertidos, tipos “pensar” e “julgar”.

Segundo Montgomery (1997), a tomada de decisão (escala T/F) característica de engenheiros, “pensar” ao invés de “sentir”, é talvez, a maior dificuldade a ser superada ao tentar atrair os engenheiros não-tradicionais. Tipos “pensar” tendem a ser lógicos e analíticos, e diante de uma situação tomam uma decisão objetiva de forma impessoal, enquanto o tipo “sentir” traz valores pessoais e funções interpessoais na tomada de decisão. O tipo “sentir” vê o tipo “pensar” como frio e distante, e sente-se deslocado em um ambiente de engenharia, que acentua conclusões lógicas.

Tipos “pensar” compõem 77% de estudantes de engenharia na avaliação de McCaulley apud Montgomery (1997), com uma percentagem mais alta de “sentir” para mulheres. Tipos “sentir” em engenharia ou se adaptariam à atitude impessoal assumida

pelas suas contrapartes e instrutores ou deixariam o curso, porque eles se sentem negligenciados ou criticados. Manter estes estudantes é considerado uma grande barreira a ser superada, principalmente, porque os professores do tipo “pensar” (analíticos) não percebem que eles estão negligenciando seus estudantes tipo “sentir”. Pode nem mesmo ocorrer a eles, que há uma necessidade de interação entre as pessoas. O encorajamento destes estudantes pode se dar através de um estudo em grupo, fazendo com que os mesmos sintam-se mais integrados na classe.

A tomada de decisão “pensar”/“sentir” é considerada como o aspecto mais difícil para ser mudado em engenharia, enquanto o aspecto “julgar”/“perceber” é o mais salientado. Na apuração de McCaulley apud Montgomery (1997), 61% de engenheiros gostam da função de planejar e controlar suas vidas de uma forma ordenada. Estes tipos “julgar” são vistos pelo mundo como tediosos e rígidos. Os remanescentes (percebedores) são espontâneos, abertos e adaptam-se a novas situações. Por sua vez, estes “percebedores” são vistos pelo mundo como imprevisíveis. A educação em engenharia é atualmente lançada para encorajar os tipos “julgar”. Schurr e Ruble apud Montgomery (1997) afirmaram que a preferência “julgar” aumentou a retenção na faculdade. Porém, os tipos “perceber” tornam-se muito bons engenheiros se continuarem no ramo da engenharia. A sua espontaneidade para novas idéias é uma grande vantagem e junto com o modo “sentir”, “percebedores” tendem a ser muito práticos. Estes estudantes podem ser encorajados, permitindo-se que eles mesmos fixem o seu ritmo de aprendizagem.

Portanto, a maneira como um ambiente de ensino é concebido pode ter um grande impacto com relação aos tipos de personalidades nas classes. As atividades executadas para assimilar conhecimento, os tipos de perguntas solicitadas para que os estudantes pensem a respeito, até mesmo a formulação das perguntas, parece favorecer um estilo de personalidade com relação aos demais. Para Montgomery (1997), freqüentemente, o tipo de personalidade mais favorecido está mais próximo ao estilo de personalidade do professor. Então, para assegurar a diversidade de personalidades na sala de aula é necessária uma ampla variedade de atividades de aprendizagem.

Como relação ao modelo de Kolb este é facilmente aplicável à educação em engenharia, conforme salienta Montgomery (1997). Ao identificar os estudantes como convergentes, divergentes, assimiladores e conciliadores, o modelo identifica características dos diversos tipos de aprendizagem e técnicas de aprendizagem específicas que podem ser usadas de forma que o estudante possa aprender melhor o conteúdo. Colocando os estudantes em quatro quadrantes baseados em mecanismos de aprendizagem preferidos, Kolb fornece ao instrutor uma ferramenta por meio da qual a

pessoa pode planejar um curso, tal que os elementos do curso atrairão os estudantes de todos os quadrantes.

Segundo Montgomery (1997), de acordo com este modelo, é esperado que a maioria dos engenheiros se situe no quadrante de convergente, preferindo conceitualização abstrata como teoria de engenharia, e participação ativa com lições de casa e trabalho de laboratório. Geralmente, os métodos usados pelos instrutores de engenharia favorecem conceitualização abstrata e experimentação ativa. Assim, os estudantes que possuem estas preferências AC e AE têm sua decisão fortalecida de ingressar no campo de engenharia, enquanto que outros que não aprendem melhor com estes métodos, sentem-se inseguros quanto a esta decisão. A maior dissonância na educação de engenharia com relação aos estilos de aprendizagem dos estudantes acontece para pessoas que utilizam experiência concreta (CE): os divergentes e os conciliadores. Estes estilos parecem seguir os tipos de personalidades NF do MBTI, que preferem a interação pessoal e uma abordagem não-sistemática. Muitos destes tipos vêem a engenharia como muito abstrata e rígida. Porém engenheiros deste tipo estão em demanda na indústria. Os instrutores de engenharia poderiam reter os estudantes CE no curso, incorporando mais discussão, visualização, projetos não pré-selecionados, e interação pessoal nos seus métodos pedagógicos.

Embora os convergentes possam cumprir o estereótipo de engenharia, os assimiladores não se sentem tão deslocados no curso, quanto os conciliadores e os divergentes. Os assimiladores aprendem juntando informações e fatos, enquanto lêem, analisam e assistem às aulas. Isto, conforme salienta Montgomery (1997), também define os estudantes tradicionais, os tipos SJ do MBTI. Os tipos de personalidade que seriam atraídos para este estilo de aprendizagem são pessoas introvertidas e pensadoras. Geralmente, os assimiladores ajustam-se bem com um estereótipo de engenheiro, e não se sentiriam excluídos do curso, devido a conflitos ou disparidades de personalidade com estilo de aprendizagem.

Montgomery (1997) considera que, para manter no curso os estudantes com tipos de personalidade e estilos de aprendizagem diferentes do típico engenheiro ou de seu professor, seria necessário mudar o ensino em engenharia e o estilo de comunicação, ao invés de fazer com que estes estudantes se transfiram para outros cursos. Para estarem aptos a atingir os estudantes com todas as preferências de aprendizagem, os instrutores de engenharia devem aproximar o material de ensino usando todos os métodos: CE, AE, AC e RO, como previsto no ciclo de aprendizagem de Kolb.

Alguns exemplos de atividades orientadas segundo os estilos, extraídos de Montgomery (1997), podem ser:

- implementação de trabalho em grupo e discussão de classe altamente interativa podem ser usados para alcançar os extrovertidos e tipos “sentir”, correspondendo aos estudantes divergentes;
- sessões de laboratório e demonstrações regulares em classe são úteis para os convergentes e aqueles mais inclinados para a participação ativa;
- desenvolvimento de uma teoria de forma íntegra, ou explorar um assunto é necessário para os tipos “pensar” na classe;
- reuniões também podem ser boas para os assimiladores, assim eles podem discutir completamente conceitos abstratos, sem os constrangimentos de tempo do horário de aula.

Outras idéias apontadas por Montgomery (1997), para atender os estilos de aprendizagem não-típicos em engenharia são garantir seções de discussão que apresentam informações usando estilos de aprendizagem diferentes, e permitir que os estudantes escolham uma seção que melhor se adapte ao seu estilo. Embora isto possa ser difícil de implementar, seria um estudo interessante para fins de interpretação do estudante em aula.

A idéia final é que os cursos de engenharia poderiam manter um diverso arranjo de tipos de personalidade e estilos de aprendizagem, desde que os instrutores e estudantes estejam atentos que as diferenças existem, e podem ser superadas. Conforme Montgomery (1997) recomenda, implementando a extensão total dos estilos de aprendizagem de Kolb, podem ser prosperamente retidos os estudantes de todos os estilos de aprendizagem, nos cursos de engenharia. O conhecimento e reconhecimento das necessidades de tipos de personalidade diferentes dos engenheiros típicos permitem para os instrutores preencher estas necessidades.

### 2.7.3.2 Modelo CAIUS

As escalas do MBTI podem mostrar, também, as preferências específicas de estilo de aprendizagem. Na busca de estabelecer as especificações para a criação de um programa instrucional computadorizado (CAI – *Computer Aided Instruction*), Durling (1996) revisou as escalas do MBTI a fim de definir estilos de aprendizagem e mapeá-los para tratamentos adequados. Estes tratamentos formaram a base do modelo de CAI adaptado às preferências dos aprendizes de *Design*, podendo seu uso ser estendido a outros aprendizes. Assim, a partir de características gerais dos tipos psicológicos, Durling procurou adaptar as preferências de aprendizagem para as especificações do modelo, propondo um meio de operacionalizá-lo.

A matriz convencional do MBTI, mostrada no Quadro 11, é utilizada para descrever logicamente as combinações das escalas que compõem os 16 tipos psicológicos. No entanto, Myers (1993) declarou que as combinações dos 4 processos mentais, conforme Quadro 15, seria mais importante para fins educacionais. Estas são mostradas pelas letras centrais no perfil do MBTI: ST, SF, NT, NF. Na matriz convencional MBTI os tipos são convenientemente posicionados para refletir os quatro processos (sentido/intuição e pensar/sentir) influenciados, primeiramente, pela escala extroversão/introversão, e secundariamente pela escala julgamento/percepção.

Quadro 15: Processos mentais .

ORIENTAÇÃO	Extroversão – Introversão
PROCESSOS	Sentido – Intuição
	Pensar – Sentir
ATITUDES	Julgar – Perceber

Fonte: Durling (1996).

Durling (1996) propôs um reposicionamento dos tipos, levando em consideração a influência do processo dominante, onde para cada tipo psicológico os processos mentais são mostrados ordenadamente, do mais preferido (dominante) para o menos preferido (inferior). Segundo Lawrence (1982, apud Durling, 1996) a influência do processo dominante é muito significativa ao aplicar estilos de aprendizagem aos tipos de indivíduos do MBTI. Então, Durling priorizou e reposicionou os tipos dentro de uma matriz que reflete a influência da dominância e a posição dos processos mentais, conforme o Quadro 16.

Quadro 16: Esquema geral de tipos reposicionados.

Preferências Básicas		Realismo Fatos		Imaginação Possibilidades	
		<b>SENTIDO</b>		<b>INTUIÇÃO</b>	
Objetividade Análise	<b>PENSAR</b>	ESTJ	ISTP	ENTJ	INTP
		ISTJ	ESTP	INTJ	ENTP
Subjetividade Valores de Julgamento	<b>SENTIR</b>	ISFJ	ESFP	INFJ	ENFP
		ESEJ	ISFP	ENFJ	INFP

Fonte: Durling (1996).

A partir dos dois eixos estabelecidos (um horizontal e outro vertical), com relação à matriz MBTI modificada (conforme Quadro 16), Durling (1996) formou um modelo bi-dimensional, o qual denominou como modelo CAIUS (*Computer Aided Instruction Using*

Styles). Para um melhor entendimento, os eixos são descritos nos Quadros 17 a 19, apresentando as preferências dos aprendizes segundo as escalas do MBTI.

No modelo CAIUS o **eixo horizontal** reflete a escala **sentido/intuição**, onde se podem considerar as seguintes preferências dos aprendizes, conforme Quadro 17.

Quadro 17: Eixo horizontal para a escala sentido – intuição.

SENTIDO	INTUIÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• praticidade e realismo, o que pode ser possível.</li> <li>• fatos; detalhes; exemplos concretos.</li> <li>• dados práticos e resultados.</li> <li>• medidas; dados econômicos.</li> <li>• instrução linear.</li> <li>• forma de instrução que progride do concreto para o abstrato (que inicia com fatos e detalhes, então generaliza para os conceitos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• idéias e possibilidades; imaginação; o que deve ser possível.</li> <li>• impressões e conceitos.</li> <li>• pontos de vista alternativos</li> <li>• inter-relações e associações.</li> <li>• forma de instrução que progride do abstrato para o concreto (que inicia com conceitos e trabalha após os fatos e detalhes).</li> </ul>

Fonte: Durling (1996).

A escala **julgar/perceber** também pode ser mapeada para o eixo horizontal, refletindo as preferências para o tipo de controle da aprendizagem e a estrutura. Estas preferências são mostradas no Quadro 18.

Quadro 18: Eixo horizontal para a escala julgar – perceber.

JULGAR	PERCEBER
<ul style="list-style-type: none"> <li>• uma estrutura mais guiada, com prognósticos e consistência.</li> <li>• metas de aprendizagem feitas explicitamente.</li> <li>• celebrações de progressos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• uma estrutura mais aberta, que permite exploração e coleta de informações.</li> <li>• controle exercido pelo aprendiz.</li> </ul>

Fonte: Durling (1996).

Segundo Durling (1996), o estilo de aprendizagem específico para o eixo horizontal do Modelo CAIUS pode ser, então, resumido como segue:

- reflete um diferencial a partir do mais prático para o mais imaginativo e a partir do mais detalhado para o mais conceitual;
- reflete se a instrução é na direção do concreto para o abstrato ou se abstrato para o concreto;
- reflete um diferencial a partir da iniciativa do sistema com uma estrutura mais guiada, para uma iniciativa do aprendiz com uma estrutura mais exploratória.

No modelo CAIUS o **eixo vertical** reflete a escala **pensar/sentir**, onde se podem considerar as seguintes preferências dos aprendizes, conforme mostra o Quadro 19.

Quadro 19: Eixo vertical para a escala pensar – sentir.

PENSAR	SENTIR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiais objetivos, impessoalidade;</li> <li>• análise lógica, avaliação crítica;</li> <li>• padrões e princípios; teorias;</li> <li>• exemplos centrados em objetos inanimados (centrado em coisa ou produto)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• materiais mais subjetivos;</li> <li>• julgamento de valores mais personalizados;</li> <li>• exemplos que se relacionam às pessoas (centrado nas pessoas).</li> </ul>

Fonte: Durling (1996).

Segundo Durling (1996), o estilo de aprendizagem específico para o eixo vertical do Modelo CAIUS pode ser, então, resumido como: reflete um diferencial a partir da análise mais objetiva para valores mais subjetivos; e a partir de exemplos centrados em coisas para exemplos centrados em pessoas.

Durling (1996) investigou a possibilidade de automaticamente combinar os estilos de aprendizagem de estudantes de *Design* com estilos adequados de instrução auxiliada por computador (CAI). Então, a partir da matriz de tipos MBTI modificada como mostrada no Quadro 16, propôs as especificações para a autoria de CAI mostrando as preferências específicas de estilo de aprendizagem, para após serem introduzidas no modelo CAIUS. Em resumo, as características do modelo CAIUS são:

- **foco:**
  - a partir do mais prático para o mais imaginativo;
  - a partir do mais detalhado para o mais conceitual;
  - a partir da análise objetiva para valores mais subjetivos.
- **direção:** de concreto para o abstrato ou do abstrato para o concreto.
- **iniciativa:**
  - a partir da iniciativa do sistema para a iniciativa do aprendiz;
  - a partir do mais guiado para o mais exploratório.
- **exemplos:** exemplos centrados em coisas ou centrados em pessoas.

O Quadro 20 mostra um resumo das especificações propostas para preferências de CAI.

Quadro 20: Especificações para CAI.

FOCO		As características principais que forma o foco de um ponto de vista do aprendiz em uma situação de aprendizagem.
P E D A G O G I A	EXEMPLOS	Estes são exemplos, metáforas ou demonstrações, que representam e sustentam esta preferência. Eles podem ser vistos como provas disponíveis para o aprendiz que reforça o caráter da preferência principal.
	DIREÇÃO	Esta indica a direção instrucional, se existe preferência que vai da parte para o todo (concreto para o abstrato) ou do todo para a parte (abstrato para o concreto).
	INICIATIVA	Esta indica se existe uma preferência para o controle ser mais situado com o aprendiz ou mais com o sistema computacional.
	ESTRUTURA	Refere-se ao tipo de conselhos e estrutura suporte para materiais educativos, se o ensino é significativamente constringido pela estrutura e é guiado (sistemas lineares) ou se existe mais escopo para a exploração (sistemas exploratórios).

Fonte: Durling (1996).

#### 2.7.3.2.1 Estrutura para o modelo CAIUS

O CAIUS pode ser considerado como uma estrutura suporte no nível micro, que aplica estilos de preferência através da estrutura, controle e exemplos. Em nível macro (ex. aula global) todas as ferramentas pedagógicas podem ainda ser utilizadas.

Seguindo as especificações do CAIUS e a descrição do modelo, Durling (1996) sugere uma estrutura que corresponde às especificações de materiais educacionais para um total de dezesseis estilos de aprendizagem, descrevendo assim, uma aplicação da matriz CAIUS em um modelo de ensino e aprendizagem. É uma estrutura simplificada que demonstra a maioria dos elementos básicos, que pode ser vista para operar no nível de nós e *links* e introduzir um número de construções de blocos que constituiriam uma lição. A seguir são mostradas algumas definições usadas por Durling.

#### Níveis de estrutura

Um “nó” é definido como um ponto de informação educacional. Nesta estrutura, este pode ser conceitualizado como uma tela de material de ensino ou a menor unidade de ensino no modelo CAIUS. Portanto, um “nó” contendo um tópico teria “*links*” com diferentes elementos estruturais adequados, junto com qualquer controle necessário, o qual permite voltar e revisar “nós” anteriores. Deve também conter “*links*” para recursos de informação e ensino relacionados especificamente com o conteúdo. Isto é mostrado na Figura 5.



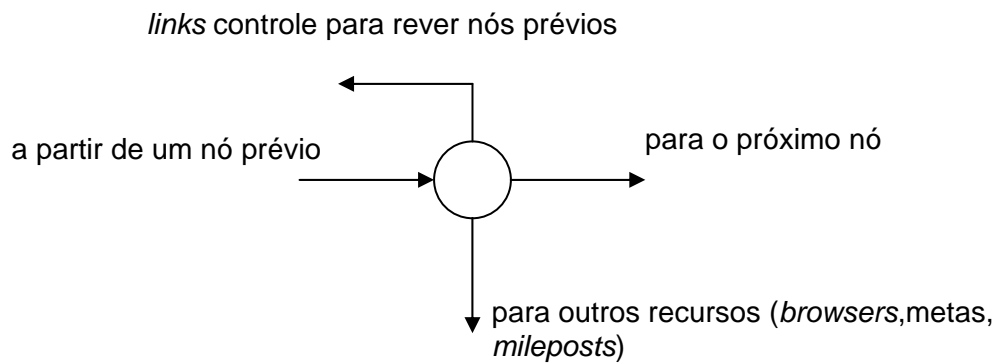


Figura 5: “Nó” e “*Links*” para outros recursos.

Fonte: Durling (1996).

As iniciativas podem ser tomadas pelo sistema computacional ou pelo usuário, dependendo da posição ocupada na matriz de estilos. A partir do “nó”, *browsers* de informações podem ser acessados e dependendo do estilo de ensino, metas e *mileposts* podem ser também mostradas.

O *browser* pode ser conceitualizado como um banco de dados usado como uma fonte de recursos para buscar e encontrar informações. Podendo ser de dois tipos, árvore (indexar hierarquicamente) e hipertexto (busca hipertexto).

As metas são exigências das escalas pensar (T) e julgar (J). Podem corresponder aos resultados esperados da aprendizagem de cada lição, por exemplo:

- fornecer o contexto, rever a seção ou seções anteriores;
- esboçar a extensão do material nesta seção, referência de prazo de entrega ou tarefas;
- especificar o que o aprendiz deveria conhecer no final desta seção.

Os *Mileposts* são exigências da escala Julgar (J). São pontos em que o progresso é recapitulado explicitamente e é celebrado. Estes pontos podem ser chamados de marcos e declaram o que tem sido realizado até o momento, por exemplo:

- rever o que foi aprendido nesta lição;
- colocar esta aprendizagem no contexto de toda a lição;
- congratular o aprendiz.

Os “nós”, juntamente com seu *browser* e elementos estruturais, podem ser agrupados em uma seqüência educacionalmente significativa, para formar parte de uma lição completa, com objetivos específicos de aprendizagem. Este agrupamento de “nós”,

como uma parte definida de uma lição, é denominado de episódio de ensino. Como pode ser visto, esquematicamente, na Figura 6.

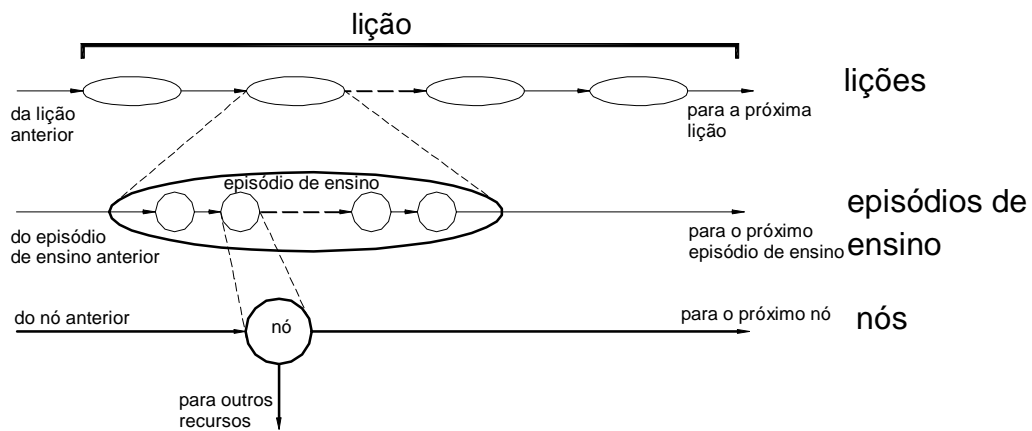


Figura 6: Níveis: lição, episódios de ensino e "nós".  
Fonte: Durling (1996).

Portanto:

- os "nós" são o menor dispositivo de ensino;
- os "nós" são agrupados como um episódio de ensino; e
- os episódios de ensino são agrupados como uma lição.

### Estruturas-exemplos

Cada "nó" contém um número de estruturas mostrando exemplos, que apóiam um tópico particular. Os exemplos são exigências dos processos das escalas Sentido/Intuição (S/N) e Pensar/Sentir (T/F). As estruturas para um dado tópico são criadas em quatro estilos relacionando, respectivamente, a fatos/presente (S), idéias/futuro (N), análise/coisas (T) e valores/pessoas (F). Estas podem ser estruturas simples ou expandidas pelo uso de *hotposts* ou dispositivo similar a um *link* para uma nova informação sobre o tópico, criado no mesmo estilo. O ícone para uma estrutura (por exemplo, projetado no estilo Sentido) é apresentado na Figura 7.



Figura 7: Estrutura-exemplo (Sentido).  
Fonte: Durling (1996)

## Seqüência de estruturas

As estruturas devem ser apresentadas para o aprendiz em uma seqüência particular, conforme Figura 8. O seqüenciamento é determinado pela dominância (cada tipo apresenta os quatro processos dispostos na ordem de preferência). As estruturas são apresentadas de duas maneiras alternativas:

- uma seqüência fixa - onde elas devem ser vistas na ordem mostrada. Isto é típico de uma estrutura linear, como em técnicas de aprendizagem programadas;
- uma seqüência sugerida - onde o aprendiz tem escolha da ordem de ver o material. Isto é típico de sistemas instrucional mais exploratório.

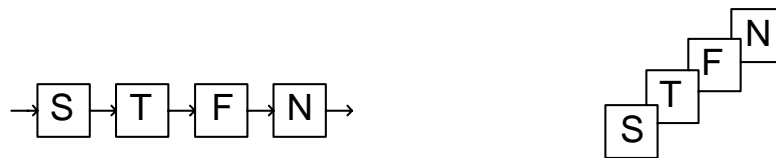


Figura 8: Seqüência fixa de estruturas e seqüência sugerida de estruturas.  
Fonte: Durling (1996).

## Dominância

Esta define para cada um dos dezesseis tipos, as funções de: dominante, auxiliar, terciário, e inferior. Segundo Hirsh e Kummerow (1990): dominante é a função mais preferida e é usada no mundo favorito do indivíduo (se este é energizado pela extroversão o mundo favorito é o exterior, se for energizado pela introversão o mundo favorito é o mundo interior); auxiliar é a função que ajuda ou suporta a função dominante, ela fornece o equilíbrio da personalidade, pois as funções dominante e auxiliar são usadas em mundos opostos; a função terciária é oposta a função auxiliar na escala de preferência, e a função inferior aparece quando as pessoas estão sob estresse e/ou debilitadas. De acordo com a dominância, o Quadro 21 apresenta a ordem das estruturas-exemplos para todos os tipos.

Quadro 21: Ordem de estrutura-exemplos.

se ESTP então seqüência = S, T, F, N	se ISTJ então seqüência = S, T, F, N
se ESFP então seqüência = S, F, T, N	se ISFJ então seqüência = S, F, T, N
se ENFP então seqüência = N, F, T, S	se INFJ então seqüência = N, F, T, S
se ENTP então seqüência = N, T, F, S	se INTJ então seqüência = N, T, F, S
se ESTJ então seqüência = T, S, N, F	se ISTP então seqüência = T, S, N, F
se ESFJ então seqüência = F, S, N, T	se ISFP então seqüência = F, S, N, T
se ENFJ então seqüência = F, N, S, T	se INFP então seqüência = F, N, S, T
se ENTJ então seqüência = T, N, S, F	se INTP então seqüência = T, N, S, F

Fonte: Durling (1996) adaptado pela autora.

### Autoria de estruturas-exemplos

Refere-se a uma indicação do tipo de material que cada aprendiz prefere ver na estrutura de exemplos. Os Quadros 22 e 23 apresentam essas preferências para as escalas Sentido/Intuição e Pensar/Sentir, respectivamente.

Quadro 22: Estrutura-exemplo para a escala Sentido – Intuição.

SENTIDO (S)	INTUIÇÃO (N)
<ul style="list-style-type: none"> <li>o foco do sentido é uma confiança em dados reais: dados quantitativos verificáveis; medidas; aspectos práticos de testar resultados; e referências bibliográficas para novas informações. Juntamente com aspectos históricos do assunto</li> <li>o texto trata do assunto por explanação cuidadosa</li> <li>a apresentação pode ter fontes múltiplas de dados: como banco de dados, tabelas, e planilhas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o foco da intuição é possibilidade futura: novas idéias e teorias são exploradas</li> <li>pontos de vistas alternativos (e talvez conflitantes) podem ser oferecidos</li> <li>estes exemplos podem ser explicados com muita imagem, desenhos e impressões e todas imaginações são permitidas</li> </ul>

Fonte: Durling (1996).

Quadro 23: Estrutura-exemplo para a escala Pensar – Sentir.

PENSAR (T)	SENTIR (F)
<ul style="list-style-type: none"> <li>o foco para Pensar é análise lógica: princípios e padrões são explicados</li> <li>os textos são totalmente referenciados e existe avaliação crítica de trabalhos correntes no campo de estudo</li> <li>atenção é dada para detalhes. O estilo é acadêmico e científico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o foco do Sentir reside em valores de julgamento</li> <li>subjetividade com relação ao assunto pode ser bem recebida</li> </ul>

Fonte: Durling (1996).

### Processos

Mostra o tratamento para cada processo mental Sentido/Intuição (S/N) e Pensar/Sentir (T/F). Da escala T/F, denota-se principalmente o tratamento de exemplos, enquanto a escala S/N define a direção de aprendizagem e linearidade Durling (1996).

Se **S** então:

- exemplos = fatos (práticos, presente, realístico, detalhes);
- instrução = linear (seqüência de apresentação está fixada);
- direção = concreto para abstrato.

Se **N** então:

- exemplos = possibilidades (alternativas, futuro, idéias, todo);
- instrução = exploratória (seqüência de apresentação é sugerida);
- direção = abstrato para concreto.

Se **T** então:

- exemplos = análises, coisas (objetivo, avaliação crítica, impessoalidade);
- mostrar metas.

Se **F** então:

- exemplos = valores; pessoas (subjetividade, julgamento de valor, opiniões, personalístico, exemplos centrados em pessoas).

### **Atitudes**

São variáveis baseadas em duas formas de atitudes. Representa fatores extras preferidos por certos tipos, junto com a ordem em que *browsers* de informação são apresentados.

Se **J** então:

- mostrar metas;
- mostrar *milepost*;
- mostrar:
  - indexador árvore;
  - indexador hipertexto.

Se **P** então:

- mostrar:
  - indexador hipertexto;
  - indexador árvore.

Segundo Durling (1996), existem muitos modelos de instrução que visam estruturar o conteúdo e entregar materiais educacionais baseados sobre diferentes teorias pedagógicas. Autores de materiais de aprendizagem a distância têm projetado modos particulares para encorajar motivação, sem direta interação com o professor. O modelo CAIUS não tem a

intenção de diminuir ou substituir estas práticas. Este modelo tem como propósito servir como uma ferramenta para tornar os materiais educacionais sob uma forma implementável em um computador, e para entregar estes em uma variedade de estilos de acordo com as preferências dos estudantes.

### 2.7.3.3 Sistema multi-agente MAS-PLANG

O *MultiAgent System* – PLANG (MAS-PLANG) é um sistema desenvolvido na *Universidad de Girona* (Espanha) para transformar o ambiente educativo virtual das unidades de suporte a docência (USD) em um sistema hipermídia adaptativo levando em conta os estilos de aprendizagem dos estudantes. No desenvolvimento deste sistema são utilizadas as linguagens de programação Java, JavaScript, Flash e XML, em diferentes etapas de sua programação. A plataforma educativa USD oferece adaptatividade através da seleção personalizada dos materiais didáticos, das ferramentas de navegação e das estratégias de navegação do ambiente educativo, sendo utilizada para o suporte à educação a distância através da *web* (Peña *et al*, 2002).

No modelo de gerenciamento e de personalização do sistema MAS-PLANG, os diferentes estudantes interagem com um ambiente (a plataforma USD) por meio de diferentes agentes que os representam. Estes agentes têm a função de interagir entre eles e com o ambiente em nome do estudante e filtrar a informação de aprendizagem (tipo e estilo de apresentação dos conteúdos didáticos, ferramentas e estratégias de navegação) que os estudantes recebem de outros agentes e do ambiente. Os agentes são individuais (cada estudante tem o seu) e têm conhecimento sobre os objetivos e os estilos de aprendizagem dos estudantes que eles representam, sendo capazes de aprender através de suas interações com o ambiente. Desta forma, os agentes atuam com as seguintes propriedades: interatividade, autonomia, proatividade e aprendizagem (Peña *et al*, 2002).

A modelagem do estudante no sistema MAS-PLANG é realizada através da interação dos agentes monitores com os agentes do ambiente HabitatPro.

Para a determinação dos estilos de aprendizagem dos estudantes é utilizado o modelo FSLSM (*Felder and Silverman Learning Style Model*), que categoriza os estudantes de acordo com suas habilidades para processar, perceber, receber, organizar e entender a informação. A primeira aproximação do estilo de aprendizagem do estudante é obtida pela aplicação do instrumento de diagnóstico do modelo FSLSM denominado *Index for Learning Styles* (ILS). Posteriormente, este perfil é refinado mediante a interação do estudante com os materiais didáticos oferecidos de acordo com a informação percebida pelos agentes monitores do sistema. Esta modelagem utiliza técnicas de raciocínio baseado em casos

(processo cíclico e integrado para resolver um problema, aprender de sua experiência e resolver um novo problema) e regras de lógica difusa (o conhecimento que o agente incorpora a respeito das preferências e da personalidade do indivíduo que ele representa. Assim, o agente do usuário obtém este conhecimento por meio de imagens e contra-imagens do indivíduo). A Figura 9 mostra o esquema de entrada e saída do sistema MAS-PLANG e forma de integração e funcionamento dos dois níveis de agentes.

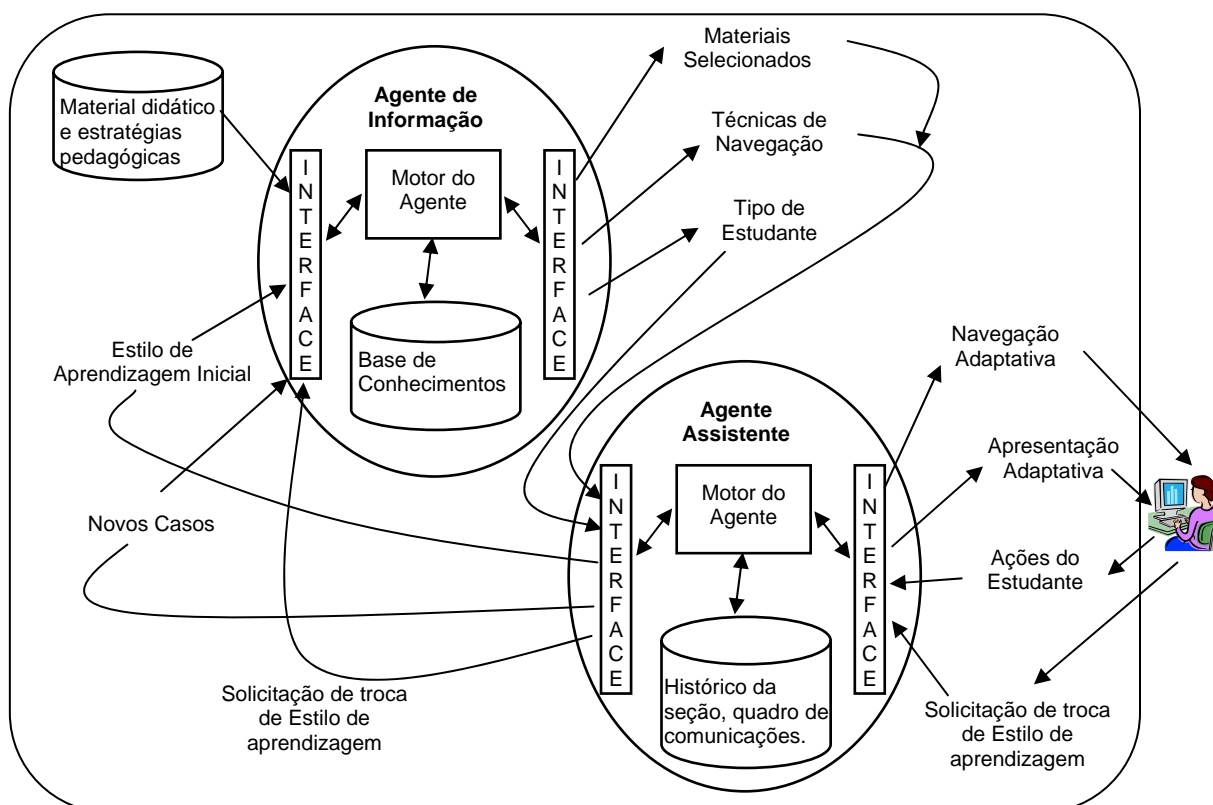


Figura 9: Esquema de comunicação entre os agentes no MAS-PLANG.

Fonte: Peña *et al* (2002).

A forma como os elementos de ensino são distribuídos para as dimensões dicotômicas do modelo FSLSM (global/seqüencial, verbal/visual, ativo/reflexivo e sensitivo/intuitivo) é baseada nas experiências de Carver<sup>34</sup>, Howard e Lane (1999) e na estrutura que a plataforma USD permite dar aos materiais didáticos, sendo possível visualizar os componentes de um curso hipermídia para a adaptação das USD nos quadros apresentados no Anexo 3.

<sup>34</sup> Estes autores desenvolveram uma interface hipermídia adaptativa, que fornece uma confecção dinâmica da apresentação do material do curso com base no estilo de aprendizagem do estudante. Assim, eles acreditam que os estudantes aprendem mais eficiente e efetivamente (Carver, Howard e Lane, 1999).

Como diferentes tipos de estudantes têm diferentes preferências pelas unidades educativas oferecidas, as técnicas de personalização utilizadas pelos agentes para a modelagem do estudante seguem o conceito de pares atributo-valor (utilizado para a representação do conhecimento em inteligência artificial). Assim, o atributo aplicável a uma unidade docente, ou a um estudante, é equivalente a uma propriedade ou característica, como os propostos nos quadros citados no Anexo 3.

Desta forma, a partir do estilo de aprendizagem pode-se oferecer uma unidade docente apropriada, ou seja, a imagem de um produto ou material didático obtida pelo conjunto dos pares “atributo-valor” que corresponde a este estilo.

As ferramentas de ajuda para a aquisição do conhecimento, neste ambiente virtual de aprendizagem, dão assistência contínua ao estudante, buscando examinar oportunidades de melhoria do ensino e motivar o estudante a aprender de acordo com suas preferências subjetivas.

#### 2.7.3.4 Sistema MISTRAL

O MISTRAL é um sistema de autoria (plataforma) desenvolvido na *Universidad de Concepción* (Chile), com o objetivo de desenvolver cursos adaptativos e acessíveis através da Internet. Este sistema automatiza o processo de criação, manutenção, ensino-aprendizagem e administração de cursos a distância, permitindo construir tutores para vários tipos de domínios a partir dos requisitos identificados pelo instrutor. Baseia-se nas tecnologias utilizadas pelos Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA) e pelos Sistemas Tutoriais Inteligentes (STI). Dentre os aspectos que o sistema apresenta, ressalta-se a capacidade de adaptação ao usuário: através do diagnóstico do conhecimento e do perfil do usuário; do diagnóstico dos estilos de aprendizagem para escolher a melhor estratégia de ensino às necessidades do usuário; e o mecanismo de avaliação mais adequado ao seu conhecimento (Lagos, Labraña e Leiva, 2002).

O perfil e o estilo de aprendizagem do aprendiz são obtidos através da primeira interação que o mesmo tem com o sistema, conforme mostra o diagrama de interação do sistema com o usuário (Figura 10). Estes dados são armazenados pelo sistema para seu uso tanto na seção atual, como em seções posteriores. Para a determinação dos estilos de aprendizagem é utilizado o inventário de estilo de aprendizagem de David Kolb.



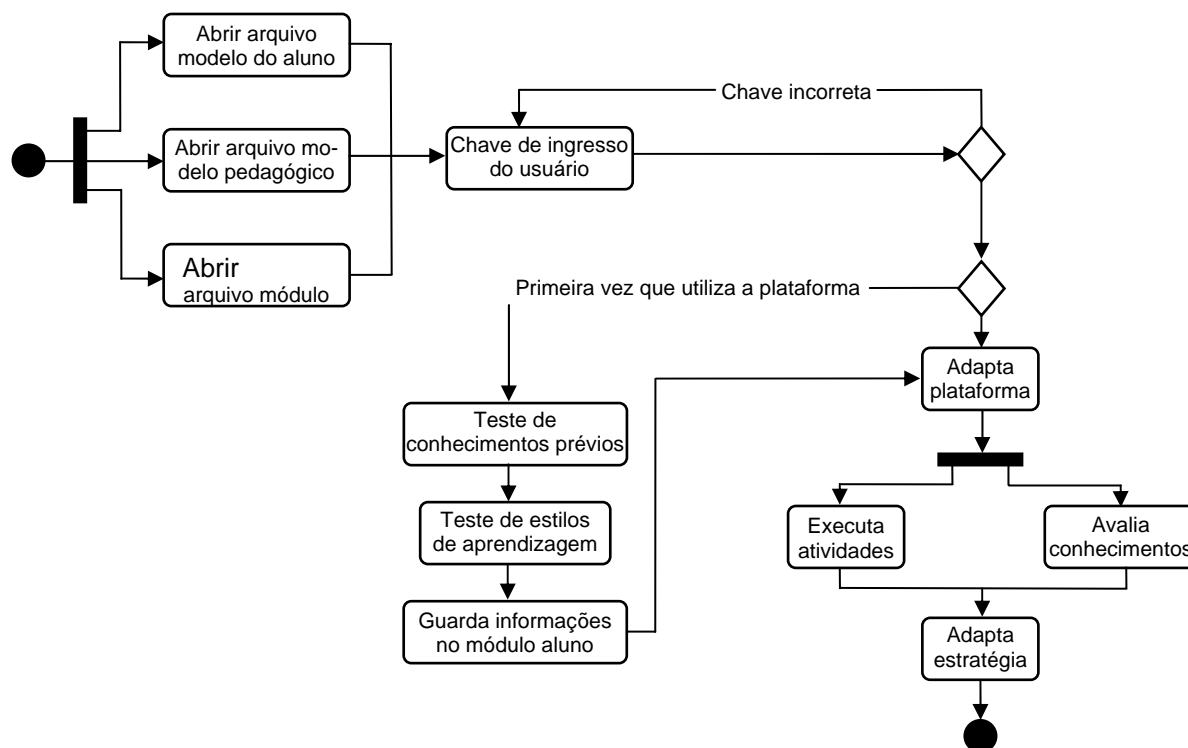


Figura 10: Diagrama da atividade interação entre o sistema e o aluno.  
Fonte: Lagos, Labraña e Leiva (2002).

Para a análise, projeto e construção do sistema MISTRAL foi utilizada a metodologia *CommonKADS*<sup>35</sup>. Esta é uma metodologia projetada para análise e construção de sistemas baseados em conhecimento (SBC) de forma análoga aos métodos empregados na engenharia de *software*. Esta metodologia abrange todo o ciclo de desenvolvimento do *software* mediante o uso de seis modelos inter-relacionados que capturam os principais traços do sistema e do seu ambiente. De acordo com Lagos, Labraña e Leiva (2002) estes modelos são:

- modelo da organização (OM) – que é uma ferramenta para a análise da organização na qual o SBC será introduzido, pretendendo descobrir problemas e oportunidades;
- modelo de tarefa (TM) – este modelo descreve em nível geral as tarefas realizadas ou a serem realizadas no ambiente organizativo no qual será instalado o SBC e proporciona o marco para distribuição de tarefas entre agentes;

<sup>35</sup> *CommonKADS* – metodologia proposta e desenvolvida por um grupo de investigadores pertencentes a diversos países da comunidade europeia, através do programa ESPRIT para a inovação e a aplicação de tecnologia informática avançada (Lagos, Labraña e Leiva, 2002).

- modelo de agente (AM) – o agente é o executor de uma tarefa, podendo ser humano, um *software* ou qualquer outra entidade capaz de realizar uma tarefa. Descreve as competências, características e limites de atuação dos agentes;
- modelo de comunicações (CM) – detalha o intercâmbio de informações entre os diferentes agentes envolvidos na execução das tarefas descritas no modelo de tarefa;
- modelo de conhecimento (de perícia ou de experiência – EM) – este é o principal modelo da metodologia CommonKADS. Ele modela o conhecimento de resolução de problemas empregado por um agente para realizar uma tarefa, além de identificar as relações entre conceitos e entre expressões;
- modelo de projeto (DM) – enquanto os outros cinco modelos tratam da análise do SBC, este modelo serve para descrever a arquitetura e o projeto técnico do SBC para a sua implementação. Em geral, produz a especificação técnica em termos de arquitetura, plataforma de implementação, módulos de *software*, construções de representação e mecanismos computacionais para a implementação de SBC.

A plataforma MISTRAL além de utilizar a metodologia CommonKADS, incorporou a notação UML na descrição de seus modelos. Vários cursos a distância e *web sites* adaptativos têm sido desenvolvidos com esta plataforma, sendo que o primeiro curso foi o de “análise e desenho orientado a objetos”, oferecido para o terceiro ano de engenharia informática, seguido dos cursos de inteligência artificial e de informática básica (Lagos, Labraña e Leiva, 2002).

#### 2.7.3.5 Sistema educacional multimídia DVJ2

O *Digital VideoJockey* (DVJ2) é um sistema educacional de entrega multimídia digital desenvolvido na *School of Electrical and Computer Engineering* na *Perdue University*, operando na forma *online* desde 1998. Este sistema foi desenvolvido para fornecer métodos baseados em tecnologia criativos e inovadores aos estudantes, ajudando-os a aprender material do curso de engenharia, obter diferentes perspectivas sobre certos tópicos e revisar material para os exames. Seu desenvolvimento visou compreender melhor como os estudantes usam os sistemas educacionais multimídia e avaliar os efeitos da tecnologia da informação sobre a aprendizagem dos estudantes. Por último, este sistema foi desenvolvido para auxiliar a adaptação dos estudantes a sistemas baseados em tecnologia e métodos que são usados para aprendizagem ao longo da vida. Uma vez que, muitas corporações e

instituições usam sistemas educacionais multimídia para aprendizagem *just-in-time* e *on-the-job* (Reuther e Meyer, 2002).

Neste exemplo, a aplicação do instrumento *Keirsey Temperament Sorter* aos estudantes foi realizada para fins de analisar as relações existentes entre os tipos de personalidade dos estudantes e as estatísticas do uso do sistema.

#### 2.7.3.6 Modelagem dinâmica de um sistema de ensino-aprendizagem

Este estudo foi desenvolvido no *Mechanical and Industrial Engineering Department* da *University of Manitoba* (Canadá). Para desenvolver o modelo, Eftekhar e Strong (1998) analisaram o *Myers-Briggs Type Indicator* (MBTI) e o modelo de estilos de aprendizagem de Kolb, buscando encontrar as similaridades existentes em ambos os modelos de estilos de aprendizagem. Além disso, eles incorporaram em seu processo de análise outra abordagem que está baseada em estratégias e habilidades de aprendizagem, desenvolvida Marton (1975) e Saljo (1979) na *University of Gothenburg* (Suécia). Trata-se de uma abordagem fenomenológica que descreve dois diferentes modos de como os estudantes executam suas tarefas no livro-texto: processamento superficial e processamento aprofundado.

O Quadro 24 apresenta as similaridades encontradas por Eftekhar e Strong (1998), que possibilitaram identificar as características de dois tipos de aprendizes: Tipo I e Tipo II. Estas características foram posteriormente refinadas pelos autores, que estabeleceram uma nova teoria baseada na orientação da mente para a forma ou para a função da informação.

Os aprendizes tipo I têm características de aprendizagem que combinam com: os tipos de aprendizes da escala Sentidos (S) do MBTI; a combinação das habilidades de aprendizagem Sentir (RO) e Observar (CE) do estilo de aprendizagem divergente do modelo de Kolb, e o estudante com tipo de processamento superficial na visão de Marton. Os aprendizes tipo II seriam aqueles com características de aprendizagem que combinam com: a escala (N) do MBTI; a combinação das habilidades de aprendizagem Pensar (CA) e Fazer (EA), que corresponde ao estilo de aprendizagem convergente do modelo de Kolb, e o estudante com tipo de processamento aprofundado na visão de Marton.

Quadro 24: Caracterização inicial de dois tipos de aprendizes.

	<b>Aprendiz tipo I</b>	<b>Aprendiz tipo II</b>
<b>MBTI</b>	<p>Estudante do tipo S</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gosta de instrução passo-a-passo;</li> <li>• gosta de muitos exemplos numéricos;</li> <li>• atenção para detalhes;</li> <li>• tenta imaginar o problema;</li> <li>• mediante a um problema a ser resolvido, tenta identificá-lo a um problema previamente resolvido.</li> </ul>	<p>Estudante do tipo N</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gosta de princípios teóricos seguidos de exemplos e aplicações;</li> <li>• tende a ler rapidamente o material;</li> <li>• relaciona o tópico ao contexto geral do assunto;</li> <li>• gosta de primeiro entender o conceito geral e as idéias globais.</li> </ul>
<b>Kolb</b>	<p>Estudante com estilo de aprendizagem divergente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gosta de aprender, principalmente, por leitura de texto e observações;</li> <li>• necessita entender porque a tarefa é importante;</li> <li>• vê as coisas a partir de diferentes perspectivas e gera idéias facilmente;</li> <li>• quando muito divergentes têm dificuldades de tomar decisões;</li> <li>• quando pouco divergentes têm dificuldades de gerar idéias;</li> <li>• sobressaem em <i>brainstorming</i>;</li> <li>• não adaptáveis às mudanças.</li> </ul>	<p>Estudante com estilo de aprendizagem convergente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• não gostam muito de aulas;</li> <li>• gostam de aprender por análise lógica;</li> <li>• agem sobre o entendimento de uma situação;</li> <li>• abordagem prática para o trabalho;</li> <li>• habilidade para fazer as coisas;</li> <li>• disposição de assumir riscos;</li> <li>• habilidade para tomar rápidas decisões;</li> <li>• bom em definir e resolver problemas;</li> <li>• se muito convergentes podem errar na tomada de decisão e na resolução de problemas;</li> <li>• se pouco convergentes podem ter pensamentos dispersos e falta de foco.</li> </ul>
<b>Marton</b>	<p>Processamento do tipo superficial</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• memorizam as partes da informação que ele consideram importantes;</li> <li>• guiados pelo tipo de questão que já conhecem;</li> <li>• têm um conceito de aprendizagem mecânica ou reprodutiva de estudo; consideram que aprendizagem é memorização;</li> <li>• consideram o valor da aprendizagem num sentido quantitativo.</li> </ul>	<p>Processamento do tipo aprofundado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• extraem significado a partir do que eles lêem;</li> <li>• interagem ativamente com o argumento;</li> <li>• relacionam princípios gerais com seu corrente conjunto de idéias;</li> <li>• tentam ver até que ponto a evidência apresentada justifica a declaração;</li> <li>• consideram o valor da aprendizagem no sentido qualitativo.</li> </ul>

Fonte: Eftekhar e Strong (1998) adaptado pela autora.

### 2.7.3.7 Investigação dos estilos de aprendizagem dos alunos de engenharia da UFRGS

A pesquisa realizada por Silva, T. (1999) teve por objetivo conhecer as características dos alunos de engenharia quanto às preferências de aprendizagem, bem como estabelecer o perfil deste grupo, consistindo na aplicação do *Keirsey Temperament*

*Sorter* (Keirsey & Bates, 1978) e do *Learning Style Inventory* - LSI (Kolb, 1984). Dentro do contexto do trabalho, optou-se pela utilização do *Keirsey Temperament Sorter*, por este ser de livre uso e, devido à equivalência existente entre seus resultados e os do MBTI, algumas referências bibliográficas sobre o MBTI foram utilizadas para analisar os resultados obtidos.

### **Método de pesquisa**

O teste de Keirsey, como citado no item 2.7.2.5, compreende 70 questões fechadas, com duas alternativas, das quais o respondente optará pela alternativa que mais se aproxima de sua preferência na referida situação.

O teste de Kolb consiste de 9 questões que apresentam 4 vocábulos cada uma, que indicam as atitudes das pessoas sob determinado enfoque. Em cada questão, o respondente deve indicar a ordem decrescente de sua preferência frente às palavras citadas, considerando o seu comportamento no dia-a-dia, conforme Silva, T. (1999).

Além de responder os questionários referentes aos testes citados, foram coletados outros dados adicionais do aluno, entre os quais o curso de engenharia que ele frequenta (cartográfica, civil, elétrica, materiais, mecânica, metalúrgica, minas e química).

A aplicação dos questionários foi feita de uma maneira direta e presencial, desta forma procurando obter o máximo de retorno possível dos mesmos. Em cada turma, inicialmente foi explicado o procedimento para a realização dos testes, bem como a finalidade a que o mesmo se propunha. Assim, seguindo uma breve introdução e explanação do assunto, cada aluno respondeu os questionários. Estes foram, então, processados para posterior análise dos dados, sendo consideradas como não-respostas, aqueles questionários mal respondidos.

### **Amostra**

A amostra foi obtida a partir das turmas da disciplina ARQ-03317 Geometria Descritiva II-A no primeiro semestre de 1999, totalizando 370 alunos de engenharia. Esta disciplina tem caráter obrigatório para os cursos de engenharia citados acima, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

### **Resultados da Pesquisa**

Primeiramente, foi feita uma análise dos resultados obtidos pela aplicação do teste de Keirsey, que permitiu situar os alunos de engenharia dentro dos 16 tipos caracterizados pelo teste, o qual tem por finalidade indicar o tipo de personalidade do aluno. E após, foram

analisados os resultados obtidos pela aplicação do teste de Kolb, que permitiu identificar os estilos de aprendizagem dos mesmos.

### Resultados obtidos da aplicação do *Keirsey Temperament Sorter*

Os resultados da aplicação deste teste estão apresentados na Figura 11 através de um diagrama de setores dos 16 tipos de *Keirsey*. Outros resultados obtidos da pesquisa são apresentados em Silva, T. (1999).

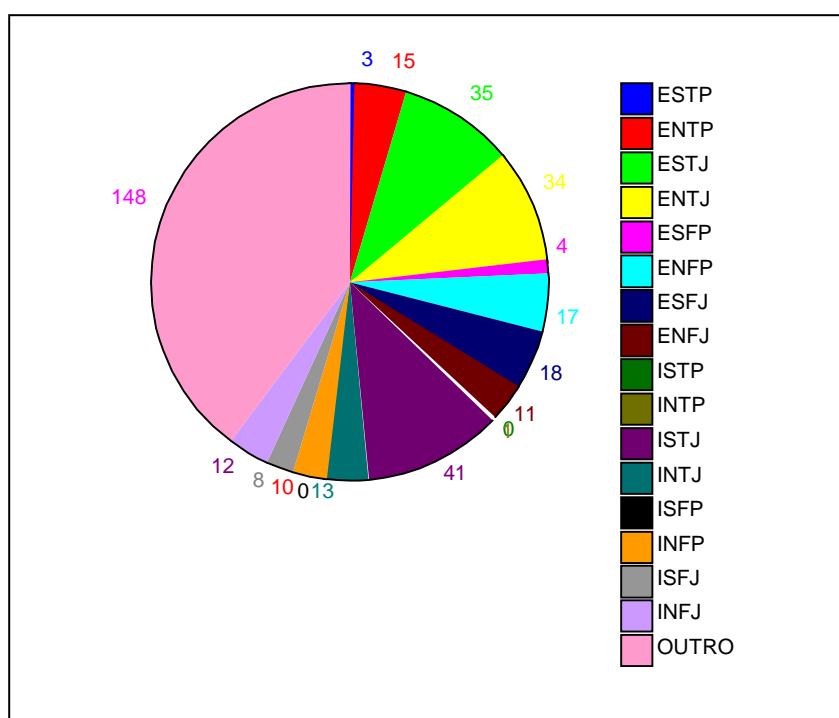


Figura 11: Diagrama de setores "16 tipos".  
Fonte: Silva, T. (1999).

### Análise dos resultados obtidos da aplicação do *Keirsey Sorter Indicator*

As respostas dadas ao teste de *Keirsey* pelos 370 alunos de engenharia demonstraram que estes formam um grupo com características uniformes quanto ao tipo psicológico, porém a maioria dos tipos está presente. Estes resultados são apresentados de forma resumida na Tabela 1. De onde pode-se destacar, que:

- 60% dos alunos caracterizaram-se por um determinado tipo, o restante foram alunos que não definiram preferência em uma ou mais das escalas bipolares, sendo na amostra denominados como "outros";
- 33% enquadram-se em 4 dos 16 tipos (ISTJ, ESTJ, ENTJ, INTJ);
- 54% são extrovertidos (preferências na escala extrovertido-introvertido);

- 45% preferem o uso da intuição e 42 % preferem o uso dos sentidos, (escala sentido-intuição);
- 58% usam o pensar e 34 % o sentir (preferências na escala pensar-sentir);
- 74 % têm a característica do julgar, considerando-se a escala julgar-perceber.

Tabela 1: Resultados obtidos nas escalas bipolares.

Característica	%	Característica	%	Característica	%
E	54	I	28	E = I	18
S	42	N	45	S = N	13
T	58	F	34	T = F	8
J	74	P	19	J = P	7

Fonte: Silva, T. (1999).

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos através das combinações das escalas bipolares, a partir da qual se pode dizer que:

- na combinação das escalas da percepção (S/N) e de decisão (T/F), os percentuais dos respondentes foram preponderantes em ST e NT, com 29% e 22%, respectivamente. Também se encontra NF com 20% e SF com 10%;
- na combinação das escalas de decisão (T/F) e da orientação para com o mundo exterior (J/P), ocorre um percentual preponderante para o tipo TJ de 48%;
- na combinação das escalas de direcionamento da energia (E/I) e da orientação para com o mundo exterior (J/P), as combinações com o Julgar ocorrem em maior número, num total de 74%.

Tabela 2: Resultados obtidos nas combinações das escalas bipolares em %.

Combinação das escalas (S/N) x (T/F)		Combinação das escalas (T/F) x (J/P)		Combinação das escalas (E/I) x (J/P)	
ST	29	TJ	48	EJ	36
NT	22	FJ	19	IJ	23
NF	20	FP	11	XJ	15
SF	10	TP	7	EP	12

Fonte: Silva, T. (1999).

Para a verificação dos reflexos destes resultados na relação entre usuários e recursos computacionais, pode-se fazer a análise dos resultados obtidos da amostra, pela consideração dos quatro tipos psicológicos característicos, ou predominantes, do grupo

estudado. Quais sejam: ISTJ (11%), ESTJ (9%), ENTJ (9%) e INTJ (4%). Assim, considerando-se este conjunto restrito de tipos psicológicos, pode-se segundo Schmitt (1998), excluir a escala bipolar extroversão-introversão permanecendo, então, duas combinações de escalas, que são designadas por XSTJ e XNTJ.

Entre os respondentes para os quais se obteve um tipo psicológico específico, os percentuais de cada uma destas combinações é de 20% (ISTJ + ESTJ) e 13% (ENTJ + INTJ). Adicionando-se a estes valores aqueles referentes aos respondentes cujo resultado era indiferente em relação a escala extroversão-introversão, tem-se um total de 26% (20% + 6%) para a combinação XSTJ e 17% (13% + 4%) para a combinação XNTJ. Considerando estas combinações, tem-se a representatividade de 43% do total de observações.

### Outros resultados obtidos na investigação

Com relação à frequência relativa aos cursos de engenharia que compõem a amostra. Têm-se as maiores contribuições dos cursos de engenharia civil, mecânica, metalúrgica e elétrica, conforme ilustra a Figura 12 do diagrama de setores correspondente aos cursos de engenharia.

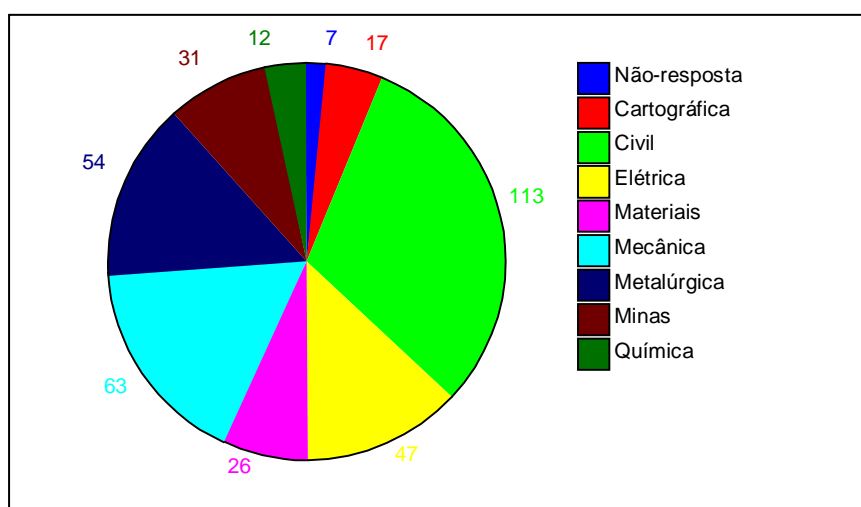


Figura 12: Diagrama de setores "cursos de engenharia".  
Fonte: Silva, T. (1999).

A partir da distribuição de frequência dos 16 tipos nos diferentes cursos de engenharia mostrada na Figura 13, pode-se observar:

- curso da engenharia civil as percentagens de 15%, 10%, 8% e 6% respectivamente, para os tipos ISTJ, ESTJ, ESFJ e ENTJ;
- curso da engenharia mecânica as percentagens de 19%, 13% e 13% respectivamente, para os tipos ENTJ, ISTJ e ESTJ;



- curso da engenharia metalúrgica as percentagens de 15%, 11%, 7% e 7% respectivamente, para os tipos ISTJ, ENFP, ESTJ e ENTP;
- curso da engenharia elétrica 11%, 9% e 6% respectivamente, para os tipos INTJ, ESTJ e ENTJ;
- curso de engenharia de minas 23%, 10% e 10% respectivamente, para os tipos ENTJ, ESTJ e INFJ;
- curso de engenharia de materiais apresentou percentuais iguais a 8% para os tipos ISTJ, ESTJ, ENTJ, ENFP, ENFJ e ISFJ;
- curso de engenharia cartográfica apresentou 18% para o tipo ESTJ e 12% para os seguintes tipos ISTJ, INFJ e ENFJ;
- curso de engenharia química apresentou 17% para o tipo INFP e 8% para os seguintes tipos ISTJ, ENTJ, ESFJ, ISFJ e INTP.

Para a confecção do histograma da Figura 13 foram excluídas as não respostas e os “outros” (alunos que igualaram uma das escalas).

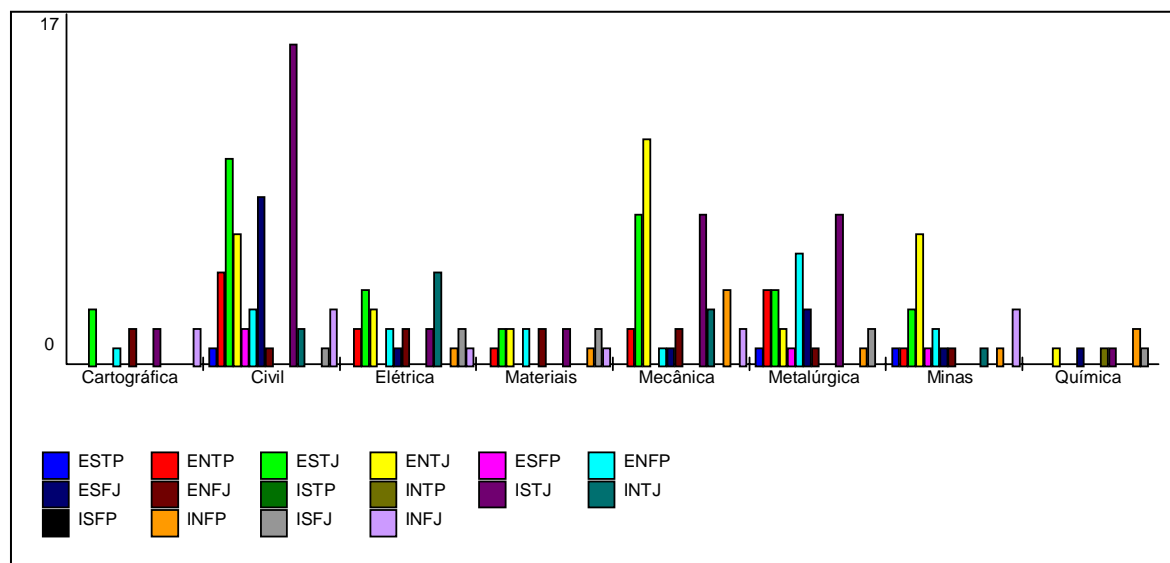


Figura 13: Histograma “16 tipos nos cursos de engenharia”.  
Fonte: Silva, T. (1999).

Com a exclusão da escala extroversão-introversão (E/I), considerando-se então as combinações de maior frequência na amostra, tem-se os seguintes valores:

- curso de engenharia civil com 33%, 11%, 9% e 4% respectivamente, para as seguintes combinações STJ, NTJ, SFJ e NFP;

- curso de engenharia mecânica com 32%, 24%, 8% e 2% respectivamente para as combinações STJ, NTJ, NFP e SFJ;
- curso de engenharia metalúrgica com 30%, 15%, 9% e 6% respectivamente, para as combinações STJ, NFP, SFJ e NTJ;
- curso de engenharia elétrica com 26%, 19%, 8% e 6% respectivamente, para as combinações NTJ, STJ, NFP e SFJ;
- curso de engenharia de minas com 29%, 16%, 13% e 6% respectivamente, para as combinações NTJ, NFP, STJ e SFJ;
- curso de engenharia de materiais com 19%, 15%, 12% e 12% respectivamente, para as combinações STJ, NTJ, SFJ e NFP;
- curso de engenharia cartográfica com 35%, 6% e 6% respectivamente, para as combinações STJ, NTJ e NFP;
- curso de engenharia química com 17% em cada uma das combinações NTJ, SFJ e NFP, e 8% em STJ.

Disto, observam-se os percentuais apresentados pelos cursos de engenharia nas combinações XSTJ e XNTJ consideradas inicialmente pela exclusão da escala E/I. Assim, a civil totaliza nestas combinações (STJ + NTJ) 44%, a mecânica 56%, a metalúrgica 36%, a elétrica 45%, de minas 42%, de materiais 34%, cartográfica 41% e química 25%. Todas as engenharias apresentaram um maior percentual para a soma das combinações STJ e NTJ, com exceção da engenharia química que apresentou um percentual de 35% para a soma das combinações SFJ e NFP.

Isto demonstra que apesar dos cursos de engenharia, desta amostra, apresentarem uma grande parte de seus alunos bem caracterizados dentro destas combinações STJ e NTJ, os demais alunos se caracterizam pelos demais tipos.

### **Resultados obtidos na aplicação do *Learning Style Inventory* (teste de Kolb)**

Os resultados obtidos com a aplicação do teste de Kolb a esta amostra de alunos de engenharia, podem ser visualizados na Figura 14.

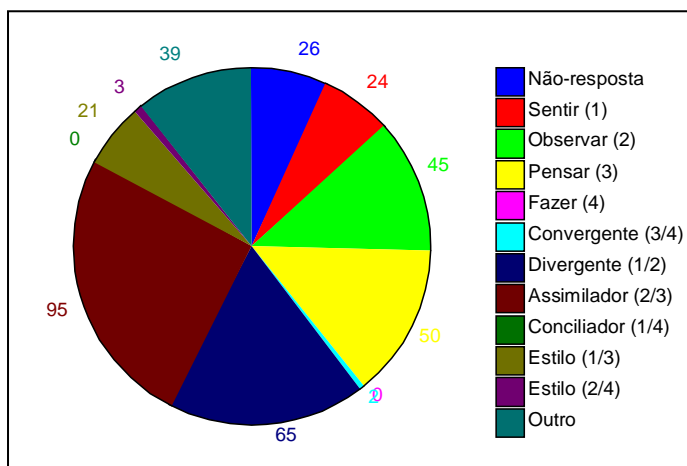


Figura 14: Diagrama de setores “estilos de aprendizagem”.  
Fonte: Silva, T. (1999).

### Análise dos resultados obtidos da aplicação do teste de Kolb

Quanto aos estilos de aprendizagem obtidos pela aplicação do teste de Kolb aos alunos de engenharia, pode-se observar na amostra a predominância de quatro estilos, totalizando 70% destes, conforme visto na Figura 14:

- o estilo assimilador, representa 26% dos alunos da amostra;
- o estilo divergente, representa 18%;
- o estilo pensar, representa 14%;
- o estilo observar, representa 12%.

Os estilos de aprendizagem observados nos diferentes cursos de engenharia podem ser vistos na Figura 15, sendo:

- o estilo assimilador se define em todos os cursos, aparecendo nas seguintes freqüências: engenharia química 50%, engenharia cartográfica 47%, engenharia elétrica 34%, engenharia mecânica 33%, engenharia civil 20%, engenharia de materiais 19%, engenharia metalúrgica 17%, engenharia de minas 16%, considerando o total de alunos de cada curso;
- o estilo divergente também se observa em todos os cursos de engenharia nas seguintes freqüências: materiais 27%, química 25%, cartográfica 24%, metalúrgica 24%, civil 18%, mecânica 14%, minas 13% e elétrica 9%;
- o estilo pensar é representado por 19% dos alunos da engenharia elétrica, 18% da civil, 13% da mecânica, 12% da materiais 11% da metalúrgica e 10% da engenharia de minas, não apresentando observações nos cursos de engenharia química e cartográfica;

- o estilo observar aparece em todos as engenharias com 19% em minas, 19% materiais, 17% elétrica, 17% química, 6% cartográfica, 12% civil, 10% mecânica e 7% na engenharia metalúrgica.

Para a confecção deste histograma foram excluídas as não respostas e os “outros” (alunos que não se definiram em nenhum dos estilos).

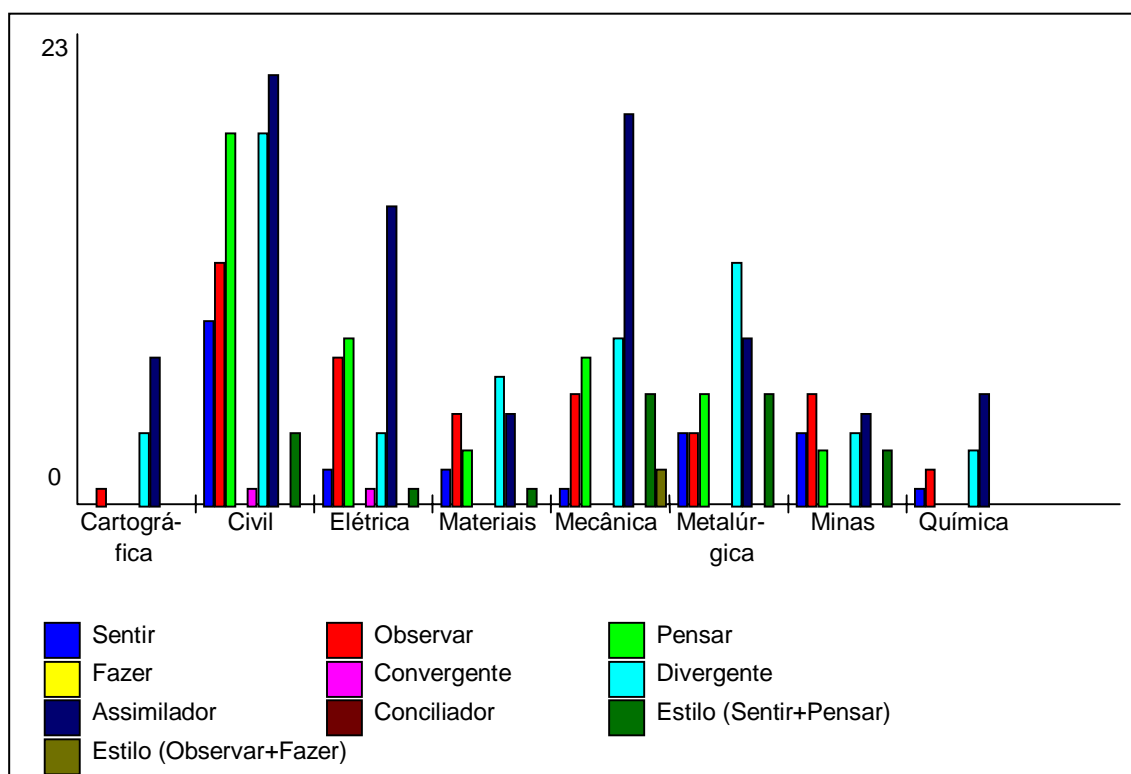


Figura 15: Histograma “estilos de aprendizagem nos cursos de engenharia”.  
Fonte: Silva, T. (1999).

Assim, a partir dos estilos de aprendizagem preferidos pelos alunos, nos diferentes cursos de engenharia, foi possível observar certa similaridade entre os cursos, quanto a ordem de preferência dos estilos, sendo que:

- o estilo assimilador é o preferencial dos alunos das engenharias química (50%), cartográfica (47%), elétrica (34%), mecânica (33%) e civil (20%), aparecendo como segunda preferência na engenharia de materiais (19%), metalúrgica (17%) e minas (16%);
- o estilo divergente é o preferencial dos alunos das engenharias de materiais (27%) e metalúrgica (24%); aparece como segunda preferência nos cursos de engenharia química (25%), cartográfica (24%), civil (18%), mecânica (14%) e como uma terceira preferência na engenharia de minas (13%) e ainda com quarta preferência no curso de engenharia elétrica (9%);

- “pensar” é uma habilidade que aparece como segunda preferência nos cursos de engenharia elétrica (19%), civil divide a terceira preferência (em 18% para ambas) com o divergente, como terceira preferência aparece na mecânica (13%), materiais (12%), metalúrgica (11%) e como quarta preferência na minas (10%);
- “observar” é a habilidade preferida dos alunos nos cursos de engenharia de minas (19%), no curso de engenharia de materiais divide a segunda preferência com assimilador (19% ambas), como terceira preferência aparece na elétrica (17%), química (17%), cartográfica (6%), civil (12%) e quarta preferência nos cursos de mecânica (10%) e metalúrgica (7%).

A partir da Figura 15, observa-se certa similaridade entre os cursos, como: os cursos de engenharia cartográfica e engenharia química além de apresentarem a mesma ordem de preferências, ambos não apresentaram a habilidade “pensar” como estilo; a engenharia civil e mecânica são semelhantes quanto a distribuição das preferências; a engenharia de materiais e metalúrgica são próximas na escolha das preferências; a engenharia elétrica considera o estilo divergente a última preferência. E ainda, o curso de engenharia de minas apresentou uma inversão na ordem das preferências com relação aos demais cursos.

### **Análise cruzada dos resultados obtidos nos testes de Keirsey e de Kolb**

Para fazer uma análise entre os tipos de Keirsey e os estilos de Kolb obtidos na amostra, foi efetuado um cruzamento destas variáveis. Para isto, os 16 tipos foram agrupados desconsiderando-se a escala E-I (extroversão-introversão), bem como foram retiradas da amostra as não respostas. Este cruzamento pode ser visualizado na Figura 16, a partir do qual, pode-se observar que:

- na combinação XSTJ, de 80 respondentes 46% são assimiladores, 31% pensar, 3% divergentes e 5% observar;
- na combinação XNTJ de 54 respondentes 31% são assimiladores, 30% observar, 17% divergentes e 15% pensar;
- na combinação XSFJ de 19 respondentes 47% são divergentes, 16% assimiladores, 16% sentir e 11% observar;
- na combinação XNFP de 30 respondentes 47% são divergentes, 17% observar, 17% sentir e 13% assimiladores.

Da mesma forma analisando os estilos Kolb e os tipos de Keirsey:

- do estilo assimilador, 61 respondentes, 61% são XSTJ, 28% são XNTJ, 5% são XSFJ e 6% são XNFP;

- do estilo divergente, 34 respondentes, 41% são XNFP, 27% são XSFJ, 27% são XNTJ e 5% são XSTJ;
- do estilo pensar, 33 respondentes, 76% são XSTJ, e 24% são XNTJ;
- do estilo observar, 27 respondentes, 60% são XNTJ, 19% são XNFP, 15% são XSTJ, e 7% são XSFJ.

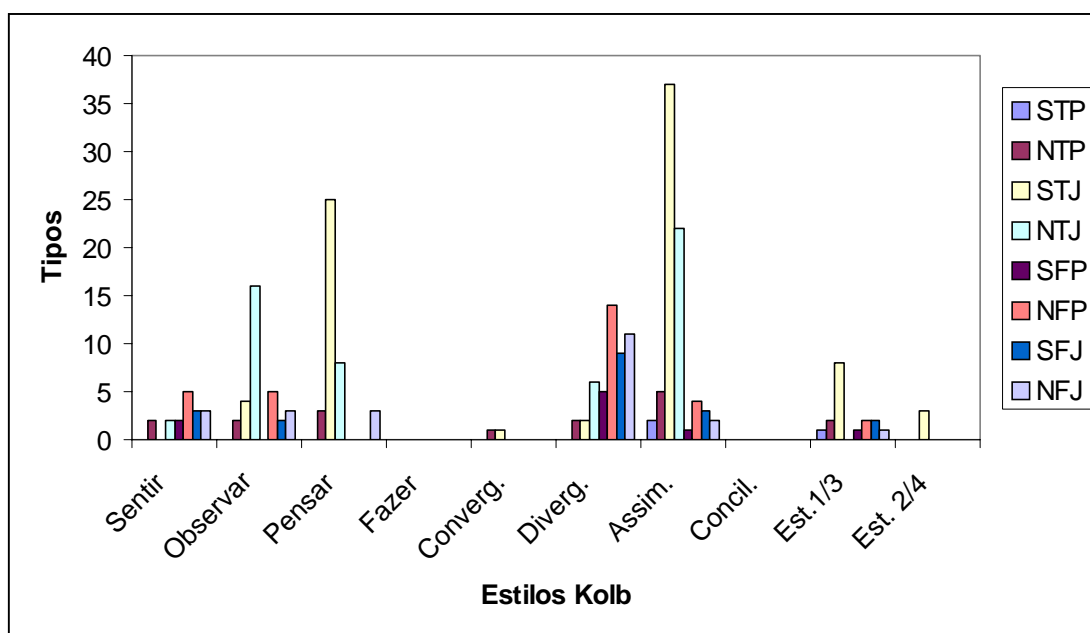


Figura 16: Histograma "tipos (Keirsey) x estilos (Kolb)".  
Fonte: Silva, T. (1999).

### Descrição das características dos alunos de engenharia da UFRGS

A partir das análises realizadas com os resultados obtidos da aplicação dos testes de Keirsey e de Kolb, foi possível conhecer as características dos estilos de aprendizagem destes alunos. A análise destas características teve por finalidade mapear estratégias de aprendizagem para este grupo considerado, conforme Silva, T. (1999).

## 2.8 MODELO CONCEITUAL PARA O USO DAS TICS NO PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM

De acordo com Rumble (2001), a partir da década de 1970 o desenvolvimento das tecnologias, mais precisamente das tecnologias de informação e comunicação, tem ocasionado mudanças na educação a distância. Tecnicamente, o sistema de educação a distância baseado em multimídia (com início na *Open University*) evolui para o uso de educação *online*. Em decorrência, no aspecto pedagógico a educação a distância tende a mudar do tradicional modelo de transmissão para o modelo construtivista, empregando a

comunicação mediada por computador. Outras mudanças observadas por Rumble se referem: a crescente aceitação desta modalidade de educação e, conseqüentemente, sua expansão; ao modo como a educação a distância vem sendo percebida, o aumento da confiança em seus métodos permite que sejam adotados na educação como um todo; e a forma como a educação a distância é concebida, mudando do modelo fordista (burocrático) para um modelo pós-fordista focado no estudante, na flexibilidade e no alcance global.

Esta mudança do modelo de educação baseado na produção em massa (fordista) para um modelo mais flexível, de customização em massa (pós-fordista), é associada a uma orientação construtivista que enfatiza a abordagem centrada no aprendiz. Conforme Irvine (2001), os modelos de educação *online* centrados em objetos de aprendizagem reusáveis são mais capazes de oferecer customização, juntamente com avaliação para resultados específicos. De acordo com esta abordagem, Keefe (1987) considera que além das necessidades de aprendizagem do aprendiz, atenção especial deve ser dada ao seu estilo de aprendizagem, que deve ser levado em conta no planejamento instrucional e no modo de entrega da instrução.

Para Jasinski (1998), o uso de tecnologias *online* tem melhorado continuamente as oportunidades de entrega flexível da instrução. Esta entrega flexível pode estar focada no acesso ou centrada no aprendiz. Quando focada no acesso, a entrega oferece oportunidades para as pessoas tomar parte na educação e treinamento, com conteúdo suficiente em qualquer hora e lugar. Quando centrada no aprendiz, a entrega oferece aprendizagem em modos que atendam a diversidade em preferências de aprendizagem.

Esta decisão é influenciada pelas intenções educacionais dos projetistas instrucionais e pela logística disponível para suportá-las. Se a intenção está direcionada principalmente para a formação de competências (conteúdo – o que) predomina o caminho do acesso. No entanto, se considerar componentes que agregam valor como desenvolvimento de competências-chave e aprender a aprender, então é dada mais atenção ao processo de aprendizagem do aprendiz (processo – como). O suporte logístico depende de uma série de fatores: orçamento do projeto, tempo de execução, habilidades e experiências dos profissionais de desenvolvimento (Jasinski, 1998).

O modelo conceitual das influências sobre o ensino e aprendizagem *online* pode ser visto na Figura 17. De acordo com Jasinski (1998), a abordagem centrada no aprendiz para o *design* e entrega instrucional requer uma apreciação das diferenças individuais e uma compreensão dos diversos modos como as pessoas aprendem. Pois, diferentes atividades de aprendizagem são adequadas aos estilos de aprendizagem em diferentes proporções. As TICs têm grande potencial para acomodar diferentes estilos de aprendizagem melhor do que

os meios tradicionais, porém dependem do *design* instrucional que apóia as oportunidades de aprendizagem.

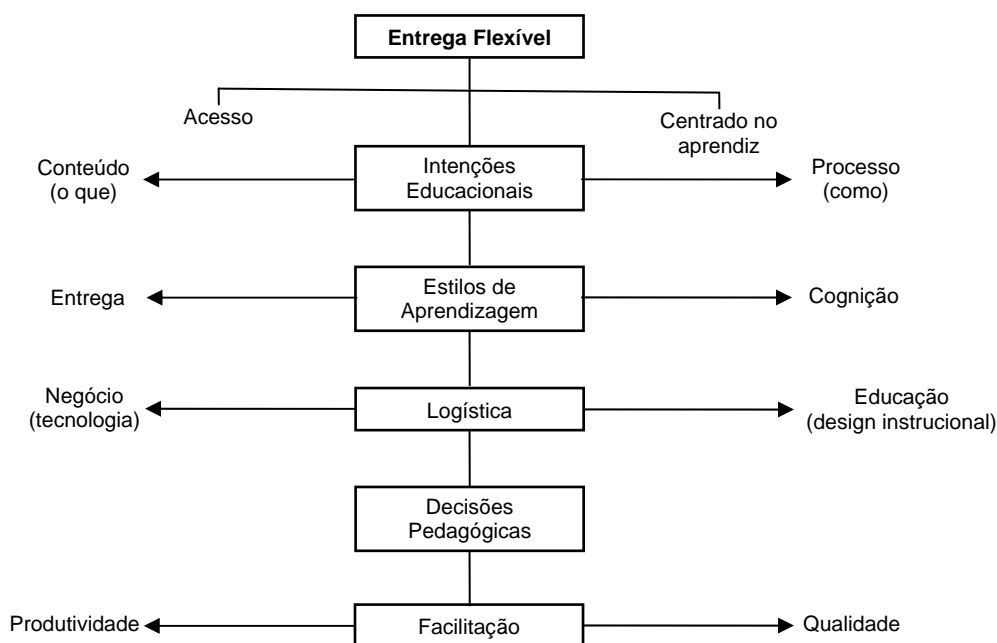


Figura 17: Modelo conceitual do ensino e aprendizagem *online*.  
Fonte: Jasinski (1998) adaptada pela autora.

Vidal (2002) analisou a influência das tecnologias de informação e comunicação na aprendizagem das técnicas de expressão gráfica na engenharia. Ele considera que estas tecnologias não são apenas um recurso didático ou um auxílio tecnológico para continuar o modelo de educação clássica de expressão gráfica (unidirecional, baseado no professor detentor do conhecimento, postura passiva do aluno, com meios tradicionais de desenho), no qual a docência é realizada de uma forma essencialmente artesanal. Pois, estas tecnologias oferecem novas possibilidades e novas formas na organização do tempo e do espaço na docência, e sua aplicação leva implícito um modelo mais “industrial”, ou melhor pós-industrial de aprendizagem. Além disso, as TICs permitem explorar a “não presencialidade” no sistema convencional de ensino, o que é previsto na legislação da *Universitat Politècnica de Catalunya* (20% dos créditos de cada disciplina podem ser a distância). Como visto na descrição das ocorrências objetivas, esta legislação também é prevista no Brasil.

Portanto, quando se pretende atender necessidades individuais com relação a entrega de conteúdo, a abordagem objetos de aprendizagem facilita o processo *just-in-time* para customização e personalização. Pois, objetos de aprendizagem modulares maximizam o potencial do sistema que personaliza conteúdo por permitir a entrega e recombinação de material em um nível de granularidade desejado (Longmire, 2000).



### 3. METODOLOGIA DE INTERVENÇÃO

O objetivo deste capítulo é descrever os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento desta pesquisa sobre a produção flexível de materiais educacionais personalizados para o ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva.

De acordo com Silva, H. (2002), a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa deve estar centrada e dirigida pela fundamentação teórica que a sustenta, apresentando os procedimentos necessários para estabelecer as mudanças desejadas. Ou seja, a alteração da condição do fenômeno investigado e descrito.

Neste estudo, esta metodologia vai gerar um plano de intervenção no processo de produção de materiais educacionais para o ensino da Geometria Descritiva a ser realizado, de forma experimental, no Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (DEG/UFRGS) que, até então, se caracteriza por um modelo de ensino tradicional.

Para a reformulação desejada, a fundamentação teórica apresentou as potencialidades oferecidas com a introdução das TICs, que primordialmente eram utilizadas no contexto da educação a distância, mas que hoje também se inserem no sistema convencional de ensino. Desta forma, a EaD vem contribuindo com suas experiências metodológicas em ambientes de aprendizagem apoiados por estas tecnologias, bem como através dos modelos de produção utilizados, conforme Campion (1995).

As mudanças necessárias para realizar esta intervenção estão relacionadas com esses modelos de produção. Pois, a forma tradicional de produção dos materiais educacionais em EaD está vinculada ao modelo Fordista de produção, enquanto que processos de produção mais flexíveis relacionam-se com o modelo pós-Fordista. Este último aponta para: o uso da teoria de objetos de aprendizagem, principalmente devido a redução dos custos proporcionada pela modularização e reutilização destes objetos, conforme apresentado no item 2.6 da fundamentação teórico-metodológica; e, para o uso de modelos de estilos de aprendizagem, devido a mudança do sistema de controle da produção (“puxar” ao invés de “empurrar”) a abordagem passa ser centrada no aprendiz, necessitando conhecer suas características (necessidades e preferências), conforme apresentado no item 2.7 da fundamentação teórico-metodológica.

### 3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos descritos para o projeto e desenvolvimento dos objetos de aprendizagem têm como base a metodologia ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) utilizada no *design* instrucional, onde: a análise corresponde ao processo de definição dos conteúdos (o que deve ser ensinado); o projeto é o processo de determinação de como estes conteúdos serão ensinados (seqüenciamento, mídias e metodologia de ensino) de acordo com os objetivos educacionais; o desenvolvimento é o processo de autoria e produção dos materiais educacionais; a implementação corresponde ao processo de entrega destes materiais para uso; a avaliação permeia todos os processos e guia as atividades pós-desenvolvimento dos materiais. De acordo com Molenda (2003), estes processos são vistos como seqüenciais, mas também são interativos, como mostra a Figura 18.

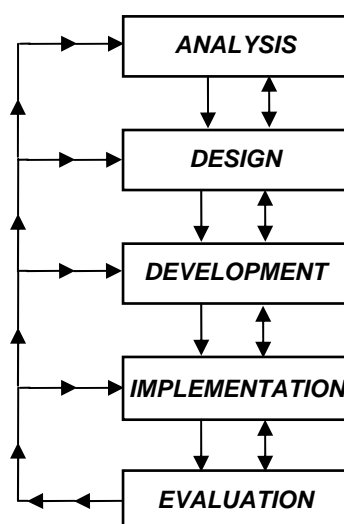


Figura 18: Processos da metodologia ADDIE.  
Fonte: Granfinger (1988, *apud* Molenda, 2003)

A seguir, os procedimentos são descritos:

- Análise dos conteúdos do programa da disciplina ARQ-03320 Geometria Descritiva III do DEG/UFRGS para a confecção de um mapa conceitual da mesma, conforme estudo realizado por Silva, R. (2004). Este mapa auxilia no estabelecimento dos episódios de ensino e “nós” correspondentes que formam a lição, de acordo com Durling (1996). Esta análise possibilita determinar a granularidade dos objetos de aprendizagem, conforme sugerido por Bannan-Ritland, Dabbagh e Murphy (2000) a partir da taxonomia de objetos de aprendizagem de Wiley (2000);

- Projeto dos objetos de aprendizagem a partir do escopo e seqüenciamento do conteúdo, vinculando pré-requisitos, objetivos de aprendizagem e estratégias de ensino e avaliação. Nesta fase será necessário estabelecer:
  - Especificação das categorias e atributos que serão utilizados nos metadados dos objetos de aprendizagem, conforme padronização do IEEE/LTSC (2002);
  - Definição dos atributos adequados ao modelo de estilo de aprendizagem. Nesta pesquisa será adotado o *Keirsey Temperament Sorter* (Kersey e Bates, 1978), que é um modelo segundo as dimensões de personalidade. O modelo *CAIUS* (Durling, 1996) será utilizado como ferramenta para estabelecer as estratégias adequadas para os diferentes estilos de aprendizagem obtidos;
  - Verificação da necessidade de extensão<sup>36</sup> dos atributos das categorias do IEEE/LTSC (2002) para inserir vocabulário relativo aos requisitos de projeto.
- Desenvolvimento dos objetos de aprendizagem convertendo o material multimídia educacional existente no HyperCAL<sup>GD</sup> e/ou criando novos objetos de aprendizagem necessários para atender os diferentes cursos que desenvolvem a referida disciplina. Nesta fase, os objetos de aprendizagem serão catalogados, registrados e armazenados em um banco de dados no servidor do DEG.
  - Criação de um editor de metadados, com a finalidade de registrar os arquivos de diversos recursos: textos; imagens; arquivos de áudio; vídeos; animações; modelos em realidade virtual; etc.
- Implementação de um protótipo, correspondente a um episódio de ensino, com a utilização dos objetos de aprendizagem adequados a especificidade do curso e estilo de aprendizagem do aluno.
- Avaliação do protótipo e da metodologia quanto a viabilidade de implantação e uso efetivo no ambiente HyperCAL<sup>GD</sup> *online*.

---

<sup>36</sup> A extensão em atributos de certas categorias é necessária para atender os requisitos do projeto de pesquisa, sendo sugerida nos trabalhos de Suthers (2000) e Agostinho *et al* (2004). Pois, as estruturas de informação LOM não determinam especificações de uma implementação, nem de uma interface de usuário, as implementações são livres para reorganizar a apresentação da informação para o usuário como conveniente para o projeto (Suthers, 2000).

## 4. PROCESSO DE INTERVENÇÃO

Este capítulo tem por objetivo apresentar o processo de intervenção realizado conforme os procedimentos metodológicos descritos no capítulo anterior.

### 4.1 ANÁLISE DOS CONTEÚDOS

Os conteúdos analisados têm como base o programa da disciplina Geometria Descritiva III – ARQ-03320 ministrada para os seguintes cursos de graduação em engenharia: civil, mecânica, de minas e de produção. Esta disciplina é de responsabilidade do Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Esta análise foi realizada com o auxílio de mapas conceituais, uma técnica desenvolvida por Novak e Gowin (1996) com base na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Estes mapas consistem em diagramas que apresentam os conceitos e as relações entre os mesmos de forma hierárquica. Como pode ser visto na Figura 19, o mapa elaborado por Silva, R. (2004) apresenta os conceitos mais gerais da referida disciplina na parte superior do mapa e os mais específicos na parte inferior do mesmo.

Como recurso pedagógico o mapa conceitual oferece um meio de planejar e organizar os conteúdos e as atividades. No entanto, a forma hierárquica de elaboração deste mapa não significa que o mesmo seja um recurso de exploração unidirecional. Pois, para promover a reconciliação integrativa<sup>37</sup>, à medida que uma nova informação seja apresentada, o ensino deve ser organizado de forma que seja possível realizar o movimento bidirecional durante a exploração das relações conceituais contidas no mapa.

Neste trabalho, o mapa conceitual apresentado na Figura 19 é utilizado para a análise dos conteúdos e como direcionamento na construção dos objetos de aprendizagem, possibilitando estabelecer as relações existentes entre estes objetos no contexto da disciplina, o seqüenciamento e a granularidade dos mesmos.

---

<sup>37</sup> A Reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva são dois princípios utilizados na teoria de Ausubel para a organização do conteúdo de uma determinada disciplina Silva, R. (2004).

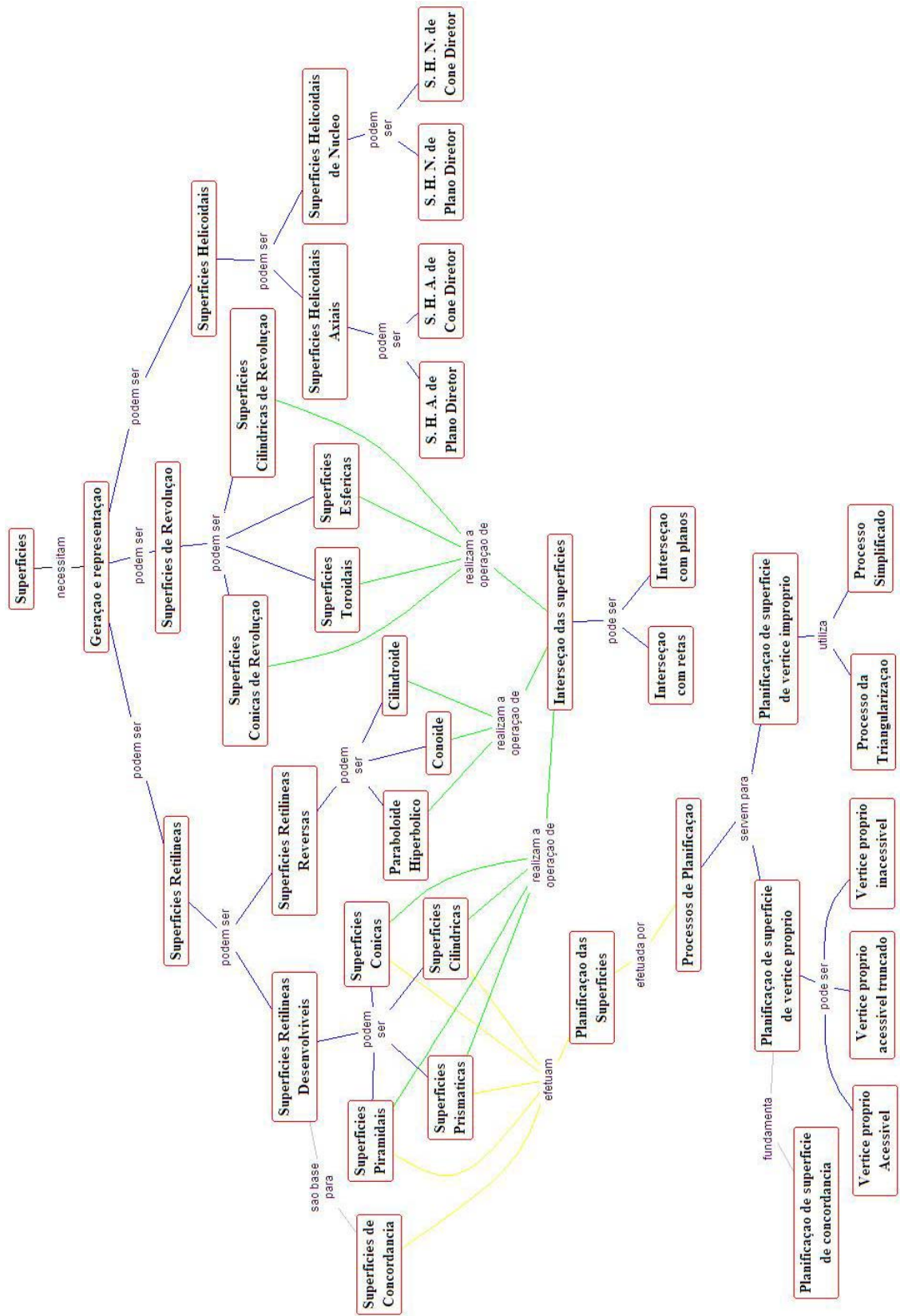


Figura 19: Mapa conceitual da disciplina ARQ-03320. Fonte: Silva, R. (2004)

## 4.2 PROJETO DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Os objetos de aprendizagem são projetados a partir do escopo e seqüenciamento dos conteúdos, tendo como base o mapa conceitual apresentado na Figura 19, vinculando objetivos de aprendizagem, pré-requisitos e estratégias de ensino e avaliação. Tendo como meta o desenvolvimento do protótipo, parte deste mapa foi abstraída mostrando os objetos de aprendizagem e as relações entre eles no contexto da disciplina, conforme a Figura 20.

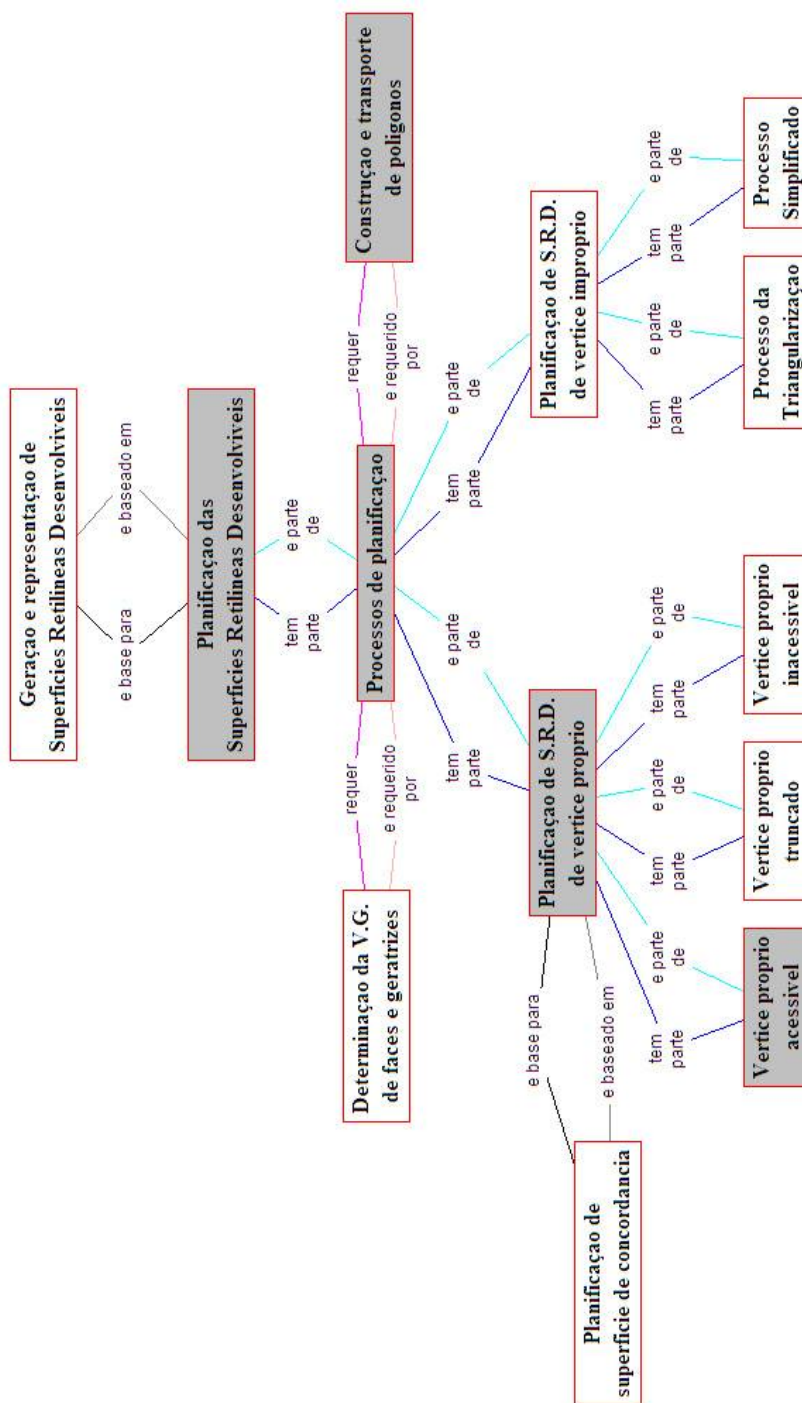


Figura 20: Mapa conceitual para o protótipo.  
Fonte: a autora.

Como visto nesta figura, os objetos de aprendizagem são representados através de caixas e as relações entre os mesmos através de linhas bidirecionais. Estas relações estão em conformidade com o vocabulário utilizado para metadados LOM do IEEE/LTSC (2002).

Segundo a taxonomia de Wiley (2000) estes objetos de aprendizagem são do tipo combinado, construídos a partir de objetos fundamentais e/ou outros objetos combinados, apresentando diferentes granularidades. A estrutura dos objetos combinados é composta de três elementos principais: objetivo educacional, conteúdo e avaliação, como proposto por Singh (2001), visto na Figura 21.

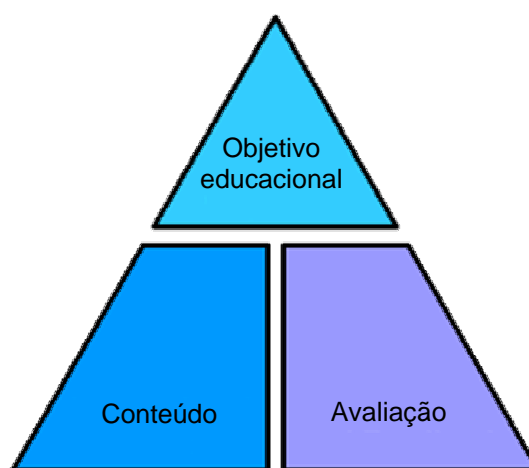


Figura 21: Elementos do objeto de aprendizagem.  
Fonte: Singh (2001).

Nesta estrutura, o objetivo educacional é a raiz que mantém uma seqüência instrucional, apresentando ao aprendiz o que ele irá aprender. O conteúdo instrucional suporta os objetivos e promove a realização dos resultados de aprendizagem, incluindo uma combinação de texto e exemplos como: animações, imagens, modelos em realidade virtual, etc. Estes exemplos consistem em objetos fundamentais (taxonomia de Wiley) criados neste projeto para atender diferentes estilos de aprendizagem, através das escalas dicotômicas S/N (sentido/intuição) e T/F (pensar/sentir) do instrumento *Keirsev Temperament Sorter*, conforme fundamentação teórico-metodológica. A avaliação é outro objeto combinado que permite verificar o desempenho do aluno com relação aos objetivos, avaliando seu sucesso e possibilitando remediar seu desempenho, uma vez que ele poderá utilizar o objeto quantas vezes julgar necessário.

Os objetos combinados podem possuir outros elementos adicionais, como os conhecimentos prévios para um bom desempenho no estudo e os exemplos específicos para o curso do aluno. No mapa da Figura 20, os conhecimentos prévios são verificados, através das relações “requer” e “é baseado em”.

Portanto, nesta etapa de projeto, propõe-se a construção de dois tipos de objetos os fundamentais e os combinados. Devendo esta construção seguir a estrutura apresentada no mapa da Figura 20, explorando-a no sentido dos objetos de menor granularidade (que contém conceitos menos inclusivos) para os objetos de maior granularidade (que contém conceitos mais abrangentes).

#### 4.2.1 Estrutura utilizada no metadados

A estrutura utilizada no metadados permite agrupar as informações sobre os objetos de aprendizagem. Conforme apresentado na fundamentação teórico-metodológica, o IEEE/LTSC (2002) propõe atributos agrupados em nove categorias para o metadados de objetos de aprendizagem, não sendo de caráter obrigatório a utilização de todas as categorias. Neste trabalho, as seguintes categorias e respectivos atributos são utilizados:

- Categoria geral – agrupa as informações gerais que descrevem o objeto de aprendizagem como um todo;
  - Identificador – através dos agregados
    - catálogo (DEG/NCA);
    - entrada (um número único atribuído ao objeto).
  - Título
  - Idioma
  - Descrição
  - Palavras-chave
  - Estrutura – vocabulário LOM v.1.0.
    - Atômico – um objeto que é indivisível (objeto fundamental);
    - Coleção – um grupo de objetos sem relações especificadas entre eles;
    - Rede – um grupo de objetos que têm relações, porém não especificadas;
    - Hierárquica – um grupo de objetos cujas relações são representadas hierarquicamente (estrutura em árvore);
    - Linear – um grupo de objetos que são ordenados linearmente.



- Nível de agregação – vocabulário LOM v.1.0.
  - 1 – menor nível de granularidade (objetos atômicos);
  - 2 – agrupamento de objetos de nível 1 (coleção ou rede);
  - 3 – agrupamento de objetos de nível 2 (linear ou hierárquica);
  - 4 – maior nível de granularidade (linear ou hierárquica).
- Categoria ciclo de vida – agrupa características relacionadas ao histórico e estado atual do objeto de aprendizagem e de todos aqueles que o tem afetado durante sua evolução;
  - Versão;
  - Status – vocabulário LOM v.1.0 (esboço, final, revisado, indisponível).
  - Contribuição – através dos agregados
    - Tipo de contribuição – vocabulário LOM v.1.0 (autor, editor, redator, *designer* gráfico, implementador técnico, provedor de conteúdo, *designer* instrucional, *expert* de conteúdo, etc);
    - Entidade;
    - Data.
- Categoria técnica – agrupa requisitos e características técnicas do objeto de aprendizagem;
  - Formato;
  - Tamanho;
  - Localização;
  - Exigências técnicas – vocabulário LOM v.1.0
    - Sistema operacional (*pc-dos*, *ms-windows*, *macos*, *unix*, *multi-os*, nenhum);
    - Browser (*netscape communicator*, *ms-internet explorer*, *opera*, *amaya*, qualquer).
  - Outras exigências técnicas;
  - Duração.
- Categoria educacional – agrupa as características educacionais e pedagógicas do objeto de aprendizagem;

- Tipo de interatividade – vocabulário LOM v.1.0 (ativo, expositivo, misto);
- Tipo de recurso de aprendizagem – vocabulário LOM v.1.0 (exercício, simulação, questionário, diagrama, figura, gráfico, índice, tabela, *slides*, tabela, texto, exame, experimento, problema, auto-avaliação e aula). Vocabulário GEM<sup>38</sup> (*image set* - animações, *environment*- modelos em realidade virtual)
- Nível de interatividade – vocabulário LOM v.1.0 (muito baixo, baixo, médio, alto, muito alto).
- Usuário final – vocabulário LOM v.1.0 (professor, autor, aprendiz, administrador).
- Contexto – vocabulário LOM v.1.0 (escola, educação superior, treinamento, outros).
- Categoria direitos – agrupa os direitos de propriedade intelectual e as condições de uso do objeto de aprendizagem;
  - Custo – vocabulário LOM v.1.0 (sim, não).
  - *Copyright* e outras restrições – vocabulário LOM v.1.0 (sim, não).
  - Descrição.
- Categoria relação – define o relacionamento entre o objeto de aprendizagem que está sendo cadastrado e outros objetos
  - Tipo de relação – vocabulário LOM v.1.0 baseado no *Dublin Core* (é parte de, tem parte, é baseado em, é base para, requer, é requerido por, é versão de, tem versão, é formato de, tem formato, referencia, é referenciado por)
  - Recurso – objeto de aprendizagem que se estabelece a relação, através dos agregados.
    - Identificador – Catálogo e entrada.
    - Descrição do objeto
- Categoria classificação – descreve este objeto de aprendizagem em relação a um sistema de classificação particular, ou para atender requisitos específicos de

---

<sup>38</sup> GEM – Gateway to Educational Materials (Resource type GEM controlled vocabulary).

projeto. Neste caso, esta categoria foi utilizada para elaborar algumas extensões, com os seguintes propósitos, fontes e valores:

- Objetivo educacional, tendo como fonte a taxonomia de Bloom (Rodrigues, 1994), que atribui os valores – conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese, e avaliação;
- Estilo de aprendizagem, tendo como fonte DEG/NCA que através desta pesquisa propõe-se utilizar as escalas do instrumento *Keirsey Temperament Sorter*, com os valores das escalas centrais do tipo psicológico – S (sentido), N (intuição), T (pensar), e F (sentir) atribuídos aos exemplos;
- Cursos de graduação, tendo como fonte DEG/NCA e valores atribuídos aos cursos atendidos por esta disciplina – engenharia civil, engenharia mecânica, engenharia de minas e engenharia de produção.

#### 4.2.2 Tecnologias utilizadas para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem

Para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem foram utilizadas as seguintes tecnologias:

- HTML – *Hyper Text Markup Language*, significa Linguagem de Marcação de Hipertexto, ou seja, HTML é uma coleção de estilos que define os vários componentes de um documento *web* (como formatação, *hyperlinks* clicáveis, imagens gráficas, documentos multimídia, formulários, etc.);
- MySQL v.4.0.18 – banco de dados dos objetos e dos metadados. Este banco de dados foi utilizado, tendo em vista que é o utilizado no ambiente HyperCAL<sup>GD</sup>;
- PHP v.4.3.10 – *Personal Home Page* é uma linguagem "script" (interpretada) que funciona como uma extensão do protocolo HTML. É uma parte de código especial que é interpretada pelo *browser* ou pelo servidor *web*. Esta parte interage no lado do servidor para a criação de páginas dinâmicas na *web*. O PHP estabelece a comunicação cliente/servidor, além de fazer a integração entre o XML e o XSL para transformar uma apresentação em HTML ;
- XML v.1.0 – *eXtensible Markup Language* é uma linguagem de marcação, que permite que uma determinada marcação seja criada para especificar idéias e compartilhá-las na *web*. Esta linguagem é utilizada na modelagem dos objetos combinados;

- XSLT v.1.0 – *eXtensible Style Language Transformations* é a linguagem que serve para converter documentos de um formato XML em outro, definindo folhas de estilos para a transformação;
- *Java Script* – é uma linguagem *script* baseada em objetos que serve para criar documentos HTML para serem visualizados em *browsers* compatíveis. As funções escritas em *Java Script* podem ser utilizadas no documento HTML permitindo sofisticar este documento. Possibilita estabelecer a comunicação em tempo real com o cliente, tornando-se um HTML dinâmico;
- *Macromedia Dreamweaver MX 2004* – é um *software* que permite desenvolver páginas dinâmicas interagindo com PHP e MySQL;
- *Altova XMLSpy 2005* – é um *software* para a construção de aplicativos baseados na tecnologia XML. Através desse ambiente, é possível editar, transformar e depurar todos os aplicativos que utilizam a tecnologia XML, permitindo executar automaticamente um código de programação, em múltiplas linguagens. É utilizado como suporte para modelagem do XML e das folhas de estilo do XSL;
- *MySQL Control Center 0.9.4* – é um administrador gráfico para o MySQL, que permite criar, apagar e modificar bases de dados. Utilizado durante o processo de desenvolvimento dos objetos para visualizar o banco de dados;
- *Adobe Photoshop cs* – é um *software* para edição de imagens, utilizado para elaboração das *skins*.

A partir da definição da estrutura dos objetos de aprendizagem, da estrutura utilizada nos metadados e das tecnologias a serem utilizadas, é possível passar para a próxima etapa do processo de intervenção que consiste no desenvolvimento dos objetos de aprendizagem.

#### 4.3 DESENVOLVIMENTO DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM

O desenvolvimento dos objetos de aprendizagem teve como uma das metas a sua integração com o ambiente HyperCAL<sup>GD</sup> *online*, de uso efetivo na disciplina Geometria Descritiva III. Para tanto, o *menu* deste ambiente apresenta o ícone “Objetos” que conduz à tela de desenvolvimento de objetos de aprendizagem, como pode ser visto na Figura 22.

Em conformidade com o projeto, os objetos de aprendizagem são dos tipos fundamentais e combinados, sendo seu desenvolvimento guiado pelo mapa conceitual do

protótipo (Figura 20). Primeiramente, são criados os diferentes tipos de recursos de aprendizagem, como: textos, animações, imagens, modelos em realidade virtual, exercícios para avaliações, etc., necessários para os conteúdos menos inclusivos do mapa (extremidades inferior e laterais do mapa). Estes recursos que estão disponibilizados em arquivos são, então, utilizados na elaboração dos objetos de aprendizagem fundamentais.

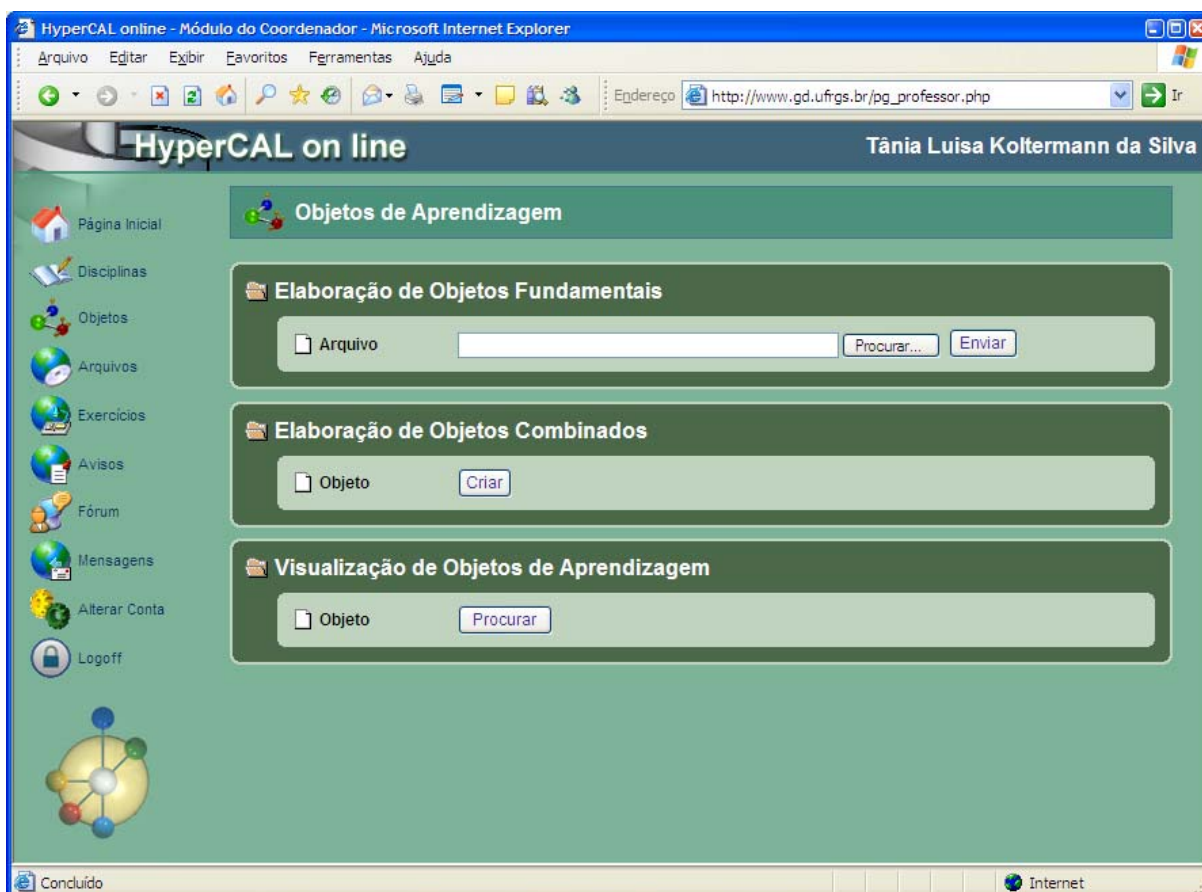


Figura 22: Tela de desenvolvimento dos objetos de aprendizagem.  
Fonte: a autora.

Na tela mostrada na Figura 22, ao clicar no botão “Procurar”, seleciona-se o arquivo de recurso a ser utilizado na elaboração do objeto fundamental (Figura 23), que depois de selecionado é enviado para o banco de dados do DEG (botão “Enviar”).

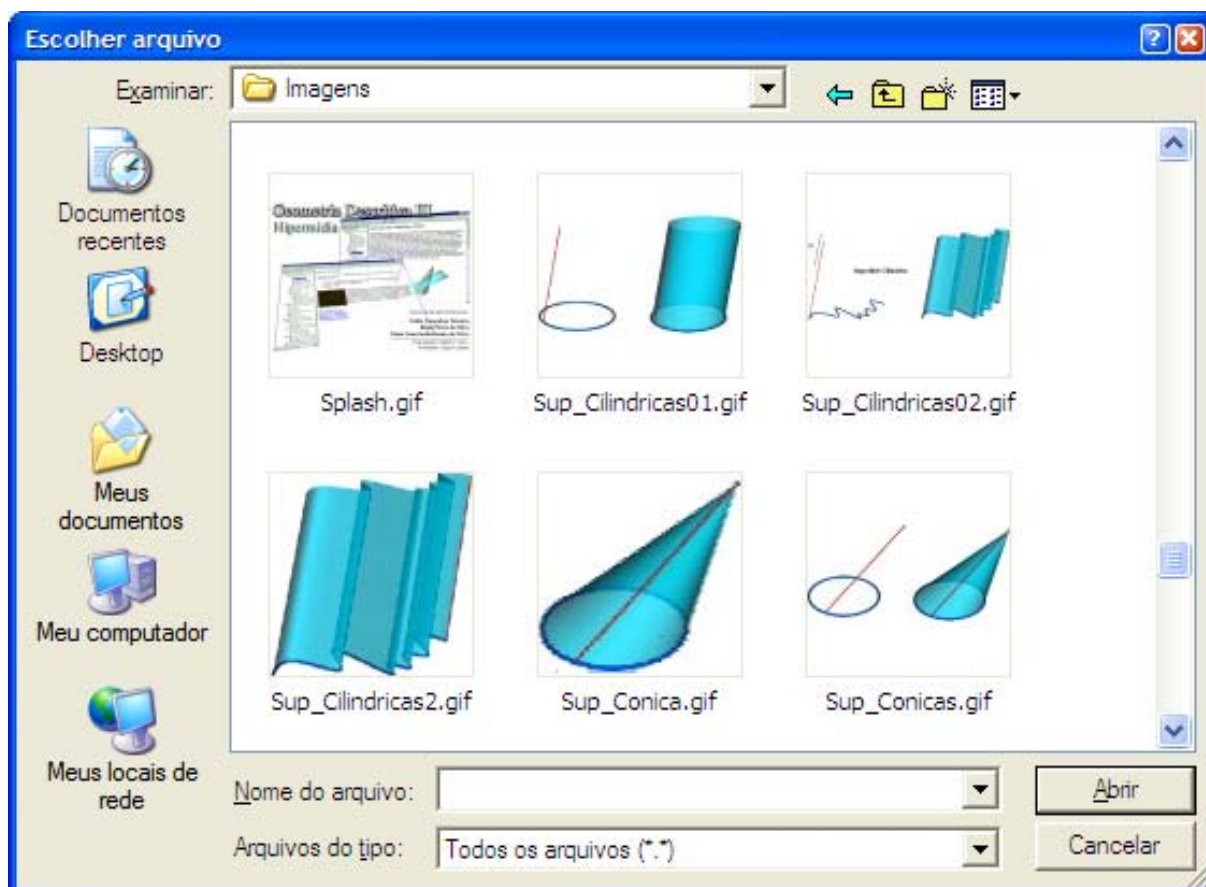


Figura 23: Seleção do recurso para o objeto fundamental.  
Fonte: a autora.

Se o envio do arquivo de recurso for realizado com sucesso, um ID (número de identificação no banco de dados) é atribuído ao objeto. Então, abre-se o formulário de metadados para o preenchimento das informações sobre o recurso que é cadastrado como objeto fundamental. Algumas destas informações são automaticamente preenchidas após a inserção do recurso no banco de dados, como por exemplo: o identificador e as informações da categoria técnica (formato, tamanho e localização). Neste formulário de metadados são utilizados as categorias e os atributos descritos no item 4.2.1. Uma parte deste formulário pode ser vista na Figura 24.

HyperCAL on line - Módulo do Coordenador - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://www.gd.ufrgs.br/pg\_professor.php Ir

**HyperCAL on line** Tânia Luisa Koltermann da Silva

**Cadastro de Objetos de Aprendizagem**

**Geral**

Identificador Catalog: DEG-NCA  
Entry: 94

Titulo: Português do Brasil Cone

Idioma: Português do Brasil

Descrição: Português do Brasil Exemplo de cone

Palavras-chave: Português do Brasil cone; superfície de revolução

Estrutura: Atômico

Nível de agregação: Menor Nível (fundamental)

**Ciclo de vida**

Versão: Português do Brasil

Status: Final

Contribuições: Tipo de contribuição

Entidade:

Concluído Internet

Figura 24: Cadastro de objetos de aprendizagem.  
Fonte: a autora.

Após enviar as informações contidas no cadastro dos objetos, têm-se as opções de continuar cadastrando outros objetos (voltando à tela de desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, vista na Figura 22), ou encerrar a atividade (voltando à tela inicial do HyperCAL<sup>GD</sup> online).

Como decisão da etapa de projeto, foram criadas duas tabelas no banco de dados MySQL, uma para os objetos propriamente ditos e outra para os metadados. Estas tabelas são apresentadas nas Figuras 25 e 26.

MySQL Control Center 0.9.4-beta - [[angelina] Query Window]

Console Options HotKeys Window Help

File Edit View Query Options HotKeys

id	objeto	nome	tamanho	tipo	
38	44	1- O que é	avaliacao_planif_SF	573	text/plain
39	45	1- Em que consiste	avaliacao_planif_prc	126	text/plain
40	46	1- Como são as	avaliacao_planif_v_	215	text/plain
41	47	1- Planificar a	avaliacao_planif_v_	505	text/plain
42	48	Objeto indisponível.	objeto_indisponivel.t	20	text/plain
43	49	<?xml	planif_v_p_truncadc	830	text/xml
44	50	<?xml	planif_v_p_inaccessiv	835	text/xml
45	51	GIF89aãÿÿ-y	windmill1.gif	30702	image/gif
46	54	<l	sup_conica.WRL	67533	model/vml
47	55	<l	sup_piramidal.WRL	64585	model/vml
48	56	#VRML V2.0 utf8	sup_conica_truncac	68050	model/vml
49	57	<?xml	aval_planif_sup_ret_	959	text.xml
50	59	#VRML V2.0 utf8	planif_sup_conica.V	176952	model/vml
51	60	<?xml	planif_sup_ret_v_p_	7991	text.xml

Result 1

60 rows in set (1.86) sec

Messages History Explain

Executing Query | Read Only

Figura 25: Tabela de objetos de aprendizagem.  
Fonte: a autora.

MySQL Control Center 0.9.4-beta - [[angelina] Query Window]

Console Options HotKeys Window Help

File Edit View Query Options HotKeys

id	objeto	instancia	language	vocabulary	atributo	valor
1	1	1	0		general_identifier_c	NCA-GD3
2	2	1	0		general_identifier_er	1
3	3	1	0		general_title	Construção de uma
4	4	1	0		general_language	pt-BR
5	5	1	0	pt-BR	general_description	Imagem com a
6	6	1	0	pt-BR	general_keywords	hélice
7	7	1	1	pt-BR	general_keywords	helicóide
8	8	1	0	LOMv1.0	general_structure	atomic
9	9	1	0	LOMv1.0	general_aggregator	1
10	10	1	0	pt-BR	lifecycle_version	6
11	11	1	0	LOMv1.0	lifecycle_status	unavailable
12	12	1	1	LOMv1.0	lifecycle_contribute_	author
13	13	1	1		lifecycle_contribute_	Fernando
14	14	1	1		lifecycle_contribute_	2004-12-08
15	15	1	0		technical_fomat	image/gif

Result 1

1000 rows in set (0.05) sec

Messages History Explain

Executing Query | Read Only

Figura 26: Tabela de metadados dos objetos de aprendizagem.  
Fonte: a autora.



Voltando a tela de desenvolvimento dos objetos de aprendizagem (Figura 22), pode-se elaborar objetos combinados a partir do botão “Criar”, abrindo-se uma nova tela para a construção do objeto (Figura 27). Neste momento, são preenchidos os campos com: o título atribuído ao objeto; nome do arquivo a ser gerado em XML para este objeto combinado (que irá à tabela de objetos no banco de dados mostrada na Figura 25); descrição e objetivo educacional do mesmo. Como fora previsto no projeto, estes objetos têm em sua estrutura além do objetivo educacional, o conteúdo e a avaliação. Sendo, necessário buscar os demais elementos que o compõe, através do botão “Buscar Objetos”.

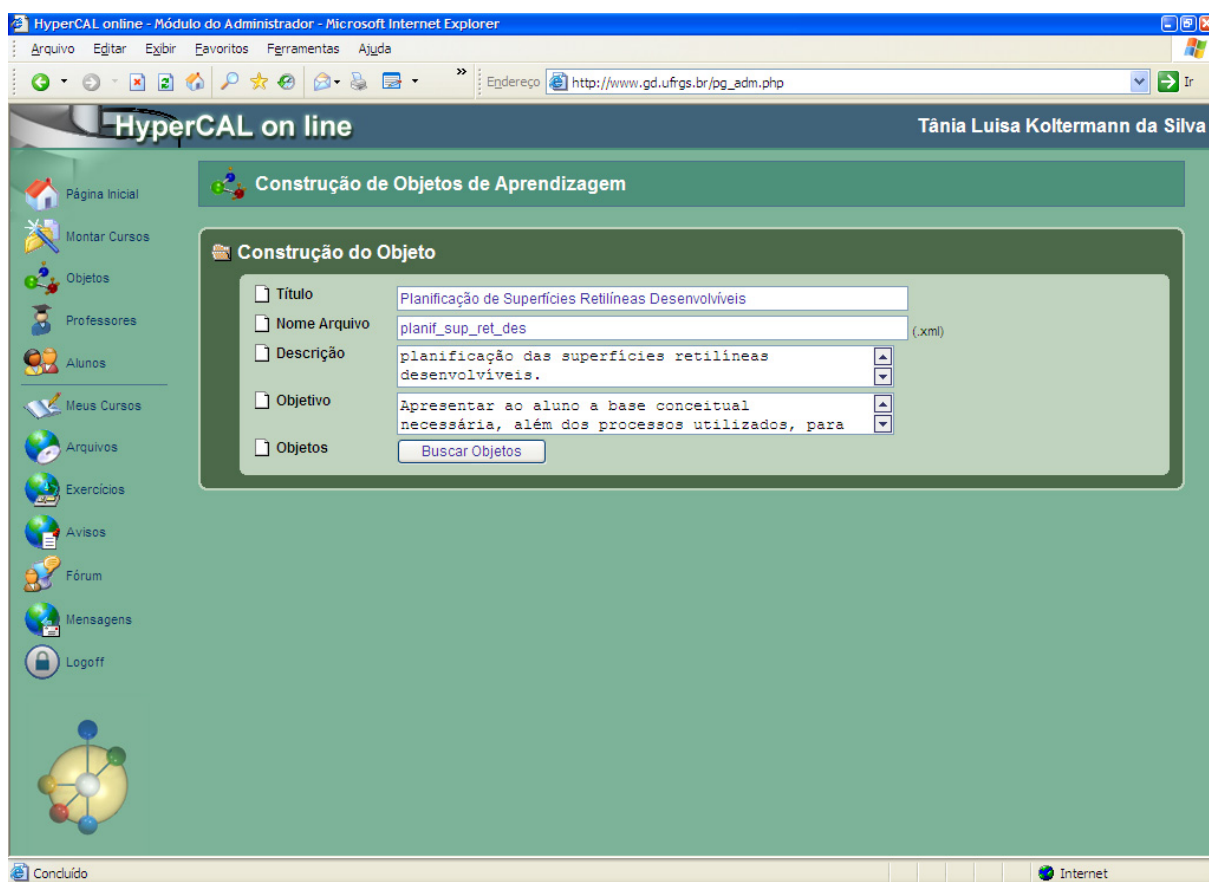


Figura 27: Construção dos objetos de aprendizagem combinados.  
Fonte: a autora.

Assim, quando se inicia o processo de busca de objetos para estabelecer as relações, o título e o objetivo educacional do objeto combinado já estão definidos, como pode ser visto na Figura 28.

Esta busca de objetos para compor o objeto combinado pode ser realizada por diferentes critérios, tais como: palavras-chave, tipo de recurso de aprendizagem, estrutura, nível de agregação e *status*.

HyperCAL on line Tânia Luisa Koltermann da Silva

**Dados do objeto**

Título: Planificação de Superfícies de Vértice Próprio Acessível

Objetivo: Possibilitar ao aluno o entendimento de como resolver problemas de planifica

**Busca de objetos para estabelecer relações**

Palavras-chave:

Tipo de recurso de aprendizagem: Qualquer

Estrutura: Qualquer

Nível de agregação: Qualquer

Status: Qualquer

Buscar

Figura 28: Busca dos objetos de aprendizagem para estabelecer as relações.  
Fonte: a autora.

HyperCAL on line Tânia Luisa Koltermann da Silva

**Dados do objeto**

Título: Avaliação - Planificação das Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis

Objetivo: Avaliar os conhecimentos sobre planificação das superfícies retilíneas desenv

**Objetos encontrados para estabelecer relações**

RELAÇÃO	TÍTULO	PALAVRAS-CHAVE	OBJ. EDUCACIONAL	RECURSO	ESTILO	CURSO	ESTRUT
Nenhuma	Questionário - Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio (Este objeto contém exercícios sobre planificação de superfícies retilíneas de vértice próprio.)	exercícios questionários vértice próprio superfícies planificação	Aplicação	questionnaire	Todos	Todos	atomic
Nenhuma	Questionário - Processos de Planificação de Superfícies Retilíneas (Este objeto contém exercícios sobre os processos de planificação de superfícies retilíneas.)	questionários processos superfícies exercícios planificação	Aplicação	questionnaire	Todos	Todos	atomic
Tem parte	Questionário - Planificação de Superfícies Retilíneas (Este objeto contém exercícios sobre Planificação de Superfícies Retilíneas.)	questionários exercícios superfícies planificação	Aplicação	questionnaire	Todos	Todos	atomic

Enviar

Figura 29: Resultado da busca dos objetos de aprendizagem.  
Fonte: a autora.

O resultado desta busca apresenta uma lista de objetos de aprendizagem que possuem os valores dos atributos que satisfazem os critérios de busca e que estão disponíveis no banco de dados, conforme pode ser visto na Figura 29.

Dos objetos encontrados na busca, algumas informações destes são apresentadas, como: título; descrição (localizada abaixo do título); palavras-chave; objetivo educacional (taxonomia de Bloom<sup>39</sup>); tipo de recurso de aprendizagem; estilo; curso; estrutura; nível de agregação; status e as relações já existentes deste objeto com outros. Também é possível visualizar os objetos encontrados (através do ícone da lupa), verificando inclusive o tamanho necessário para sua visualização. A partir destas informações, são selecionados os objetos que formarão o objeto combinado, por estabelecer o tipo de relação que existe entre o objeto combinado e os objetos componentes (conforme o mapa da Figura 20). Após selecionar estes objetos e estabelecer as devidas relações, estas informações são enviadas para os metadados do objeto combinado e de seus objetos componentes.

Como consequência desta operação uma tela adicional é aberta para que outras informações sejam acrescentadas ao objeto combinado, possibilitando gerar seu arquivo XML (Figura 30). Estas informações definem a estrutura deste objeto, do seguinte modo:

- A estrutura se divide em conteúdo e avaliação, dependendo do objetivo educacional dos objetos componentes. Se o objetivo de um destes objetos for avaliação (na taxonomia de Bloom), este objeto forma um *link* para a avaliação no objeto combinado, e os demais fazem parte do conteúdo;
  - O conteúdo, por sua vez, é classificado em textos ou exemplos – em função do tipo de recurso de aprendizagem;
    - A forma de apresentação deste conteúdo no objeto combinado depende do nível de agregação do objeto selecionado (componente). Podendo ser visualização direta quando o objeto componente for do tipo fundamental (nível 1 de agregação), ou através de *links* quando o objeto componente for do tipo combinado (nível 2 ou superior);

Assim, esta classificação e estruturação organizam o objeto combinado para sua posterior apresentação.

---

<sup>39</sup> Rodrigues (1994).

HyperCAL on line

Tânia Luisa Koltermann da Silva

Estruturação do objeto

Tipo Conteúdo	Comentário	Dimensões	Ordenação	Relação	Título	Tipo Recurso	N. Agreg.	Descrição
Texto			1	haspart	Construção e Transporte de Polígonos	narrative text	1	Este objeto apresenta as técnicas de construção e transporte de polígonos.
Exemplo	A construção de um triângulo a partir	200 300	4	haspart	Construção de Triângulo	figure	1	Este objeto apresenta como construir um triângulo a partir de seus lados.
Exemplo	Para entender melhor este	200 300	5	haspart	Construção de um Polígono	figure	1	Este objeto apresenta a construção de um polígono por triangulação.
Exemplo	Resultado da operação de	200 300	6	haspart	Polígono de n Lados	figure	1	Este objeto apresenta um polígono de n lados.
Exemplo	Processo de construção de um	300 225	7	haspart	Construção de um Triângulo - Animação	image set	1	Este objeto apresenta a técnica de construção de um triângulo a partir de seus lados.
Avaliação			8	haspart	Avaliação - Construção e Transporte de Polígonos	exercise	2	Este objeto apresenta um avaliação sobre construção e transporte de polígonos.

Figura 30: Tabela para a confecção do arquivo XML do objeto combinado.  
Fonte: a autora.

Nesta tabela também podem ser inseridos comentários ou explicações à cerca dos exemplos, além da possibilidade de especificar dimensões em *pixels* para apresentação de exemplos do tipo animações em *Flash* e modelos em realidade virtual. Os demais tipos de exemplos têm tamanho fixo para que não ocorram distorções na sua visualização.

Neste momento, com o auxílio do PHP, o arquivo XML do objeto combinado é construído e enviado para a tabela de objetos de aprendizagem (Figura 25). Ao mesmo tempo, o formulário de cadastro de metadados de objetos de aprendizagem é aberto para completar as informações que não foram carregadas durante o processo de construção do objeto (Figura 24). Após completar este formulário de cadastro, o mesmo é enviado para a tabela de metadados do objeto (Figura 26). Em seguida, a página de controle da atividade de cadastro de objetos de aprendizagem é carregada com as opções de continuar ou encerrar a atividade.

Estes procedimentos descritos anteriormente para a elaboração de objetos de aprendizagem podem ser vistos no esquema apresentado na Figura 31.

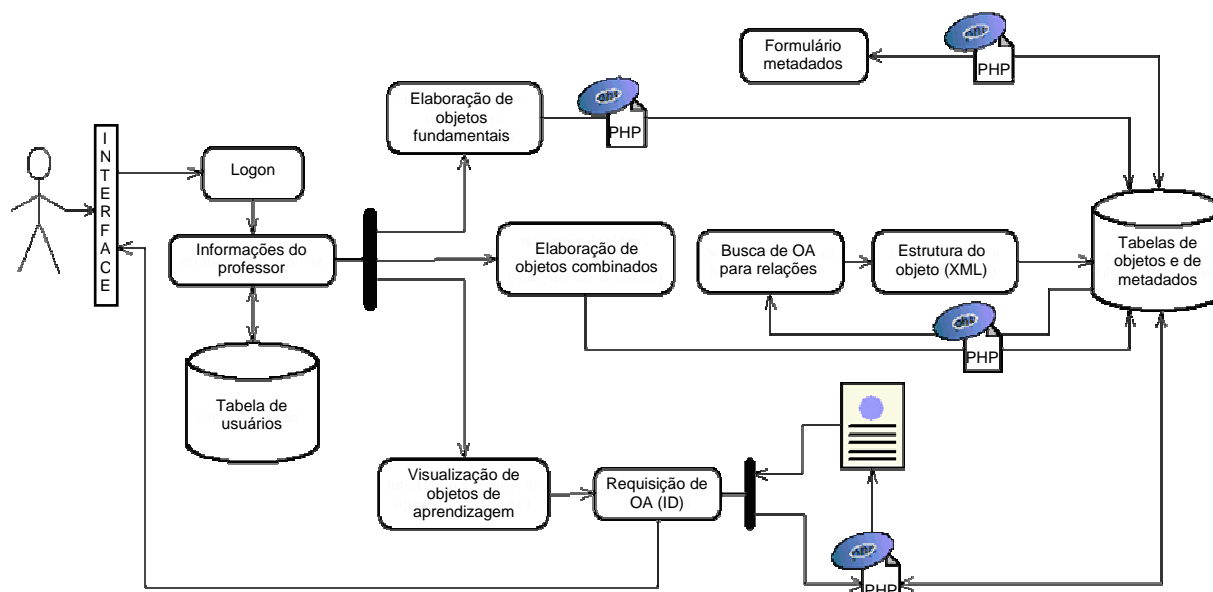


Figura 31: Esquema do processo de desenvolvimento de objetos de aprendizagem.  
Fonte: a autora.

Um exemplo de arquivo XML gerado para um objeto de aprendizagem pode ser visto, em parte, na Figura 32.

```

http://www.gd.ufrgs.br/objetos/objeto_download.php?txtObjeto=60 - Microsoft Internet Explorer
Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda
Endereço http://www.gd.ufrgs.br/objetos/objeto_download.php?txtObjeto=60 Ir

<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1" ?>
- <objeto>
  <titulo>Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível</titulo>
  <objetivo>Capacitar o aluno a planificar as superfícies retilíneas de vértice próprio acessível.</objetivo>
  - <conteudo>
    - <item tipo_conteudo="exemplo" nivel_agregacao="1" estilo="Todos" curso="Todos">
      <id_item>7</id_item>
      <titulo_item>Planificação de Superfície Cônica</titulo_item>
      - <comentario>
        <paragrafo>Exemplo de planificação de uma superfície cônica.</paragrafo>
      </comentario>
      <largura>200</largura>
      <altura>300</altura>
      <tipo>figure</tipo>
      <mime>image/gif</mime>
      <relacao>haspart</relacao>
      <descricao>Este objeto consiste numa imagem da planificação de uma superfície cônica</descricao>
      <localizacao>http://www.gd.ufrgs.br/objetos/objeto_download.php?txtObjeto=7</localizacao>
    </item>
    - <item tipo_conteudo="exemplo" nivel_agregacao="1" estilo="T" curso="Todos">
      <id_item>8</id_item>
      <titulo_item>Planificação de Superfície Cônica</titulo_item>
      - <comentario>
        <paragrafo>Descrição do do processo de planificação de uma superfície cônica.</paragrafo>
      </comentario>
      <largura>200</largura>
      <altura>300</altura>
      <tipo>figure</tipo>
      <mime>image/gif</mime>
      <relacao>haspart</relacao>
      <descricao>Este objeto consiste numa imagem do processo de planificação de uma superfície cônica, passo a
      passo</descricao>
      <localizacao>http://www.gd.ufrgs.br/objetos/objeto_download.php?txtObjeto=8</localizacao>
    </item>
    - <item tipo_conteudo="exemplo" nivel_agregacao="1" estilo="S" curso="Todos">
      <id_item>10</id_item>
      <titulo_item>Superfície Cônica - Planificação Animada em Écura</titulo_item>
  
```

Figura 32: Arquivo XML gerado para um objeto combinado.  
Fonte: a autora.

A tela inicial apresentada para os objetos de aprendizagem (Figura 22), além de possibilitar a elaboração dos objetos fundamentais e dos combinados, oferece a opção de visualização destes objetos. Para isto, basta clicar no botão “Procurar”, que uma tela de busca é ativada. Esta tela é apresentada na Figura 33.

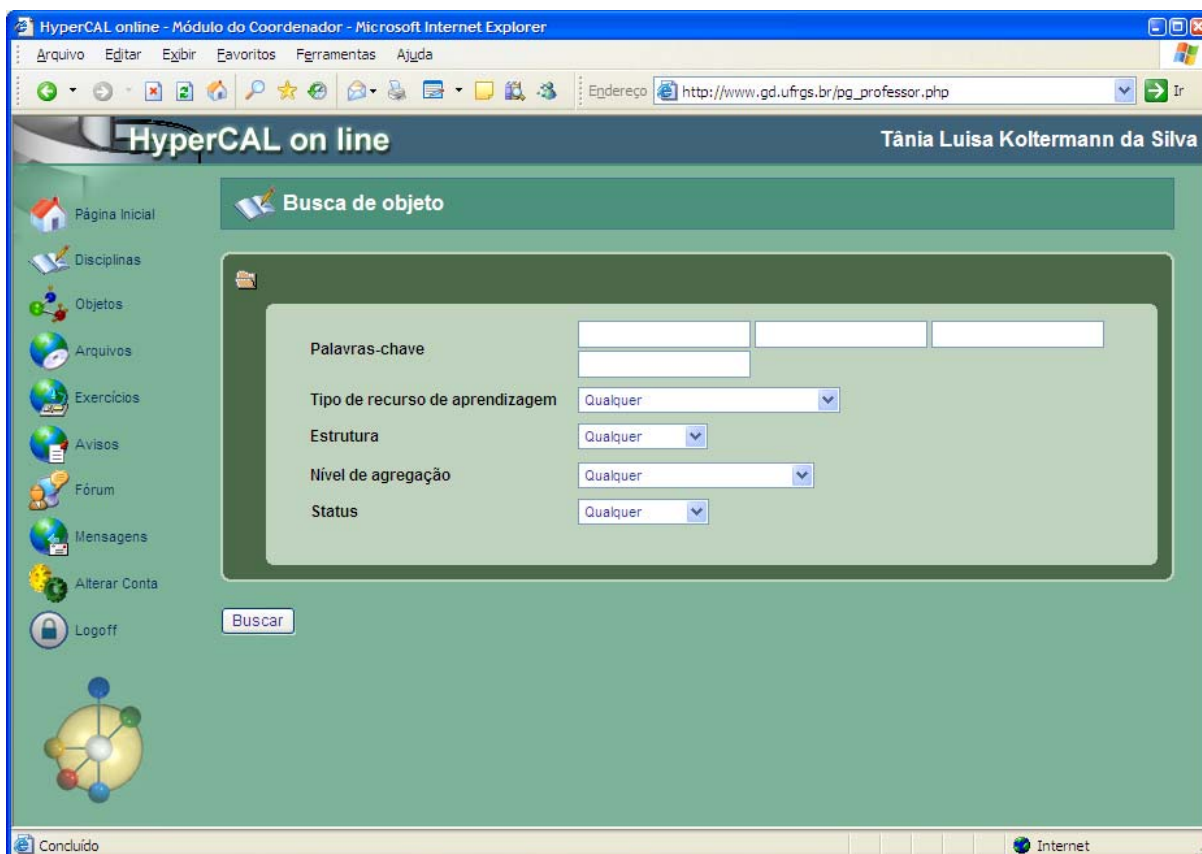


Figura 33: Busca de objeto de aprendizagem para visualização.  
Fonte: a autora.

Esta busca é realizada com os mesmos critérios utilizados na busca de objetos para estabelecer as relações e construir objetos combinados. O resultado desta busca é apresentado na Figura 34.

The screenshot shows the HyperCAL online interface in Microsoft Internet Explorer. The browser title is 'HyperCAL online - Módulo do Coordenador - Microsoft Internet Explorer'. The address bar shows 'http://www.gd.ufg.br/pg\_professor.php'. The user is logged in as 'Tânia Luisa Koltermann da Silva'. The main content area displays 'Resultado da busca' and 'Objetos encontrados'. A table lists search results with the following columns: TITULO, PALAVRAS-CHAVE, RECURSO, ESTRUTURA, N. AGREG., STATUS, and RELAÇÕES.

TITULO	PALAVRAS-CHAVE	RECURSO	ESTRUTURA	N. AGREG.	STATUS	RELAÇÕES
const2 (sdfsdfas)	planificação		atomic	1	final	ispartof DEG-NCA-95(Técnicas de planificação de superfícies de vértice próprio acessível)
						ispartof DEG-NCA-35(sadf)
						ispartof DEG-NCA-(saf)
						ispartof DEG-NCA-(asdfsdf)
						ispartof DEG-NCA-(saf)
						ispartof DEG-NCA-(asdfsdf)
						ispartof DEG-NCA-(asdfsdf)
						ispartof DEG-NCA-(saf)

Figura 34: Resultado da busca de objeto de aprendizagem para visualização.  
Fonte: a autora.

A partir do resultado obtido na busca é possível selecionar o objeto de aprendizagem que se pretende visualizar, utilizando o ícone da lupa. O objeto é, então, carregado para apresentação, levando em consideração as informações que o ambiente tem sobre o usuário, que pode ser um professor ou um aluno. Quando o objeto de aprendizagem é apresentado para um aluno o sistema requer as seguintes informações: nome; estilo de aprendizagem; curso de graduação e *skin* preferida (caso não houver preferência, apresenta-se o objeto na *skin* padrão). Este processo é representado de forma esquemática na Figura 35.

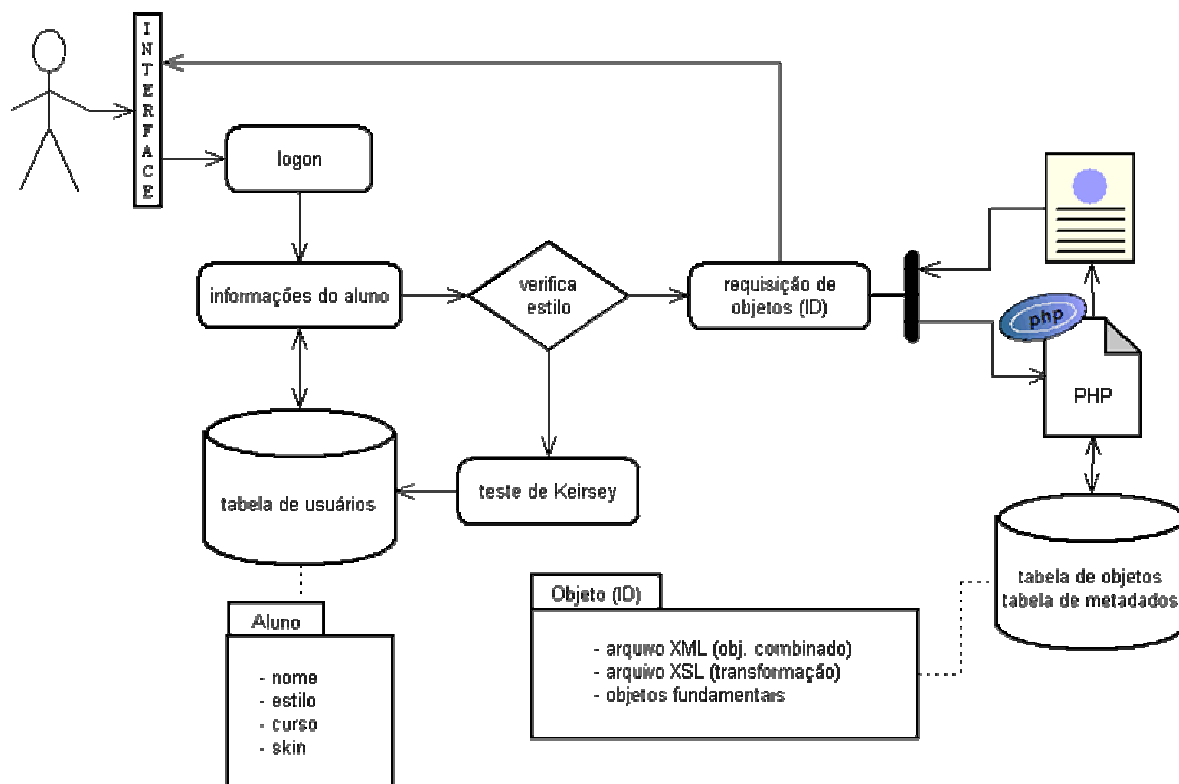


Figura 35: Esquema de requisição de objetos de aprendizagem.  
Fonte: a autora.

Em função do estilo de aprendizagem do aluno, o objeto combinado é apresentado numa direção do concreto para o abstrato (aluno que possui a escala S em seu estilo) mostrando primeiro exemplos e aplicações, para depois abordar os conceitos. A mesma estrutura do objeto combinado toma outra forma de apresentação para o aluno que possui a escala N em seu estilo, ou seja, primeiro são tratados os conceitos para após serem apresentados os exemplos (direção do abstrato para o concreto). Além disso, cada estilo de aprendizagem tem uma dominância, em função das escalas centrais do tipo, que vincula a seqüência de apresentação dos exemplos, conforme descrito na fundamentação teórico-metodológica. Exemplos de como os objetos são apresentados para os alunos podem ser vistos no desenvolvimento do protótipo.

Como o estilo de aprendizagem está relacionado às formas preferenciais quanto a apresentação da informação, o aluno pode ainda escolher entre opções de *skins* para personalizar a visualização do objeto de aprendizagem, como visto na Figura 36.



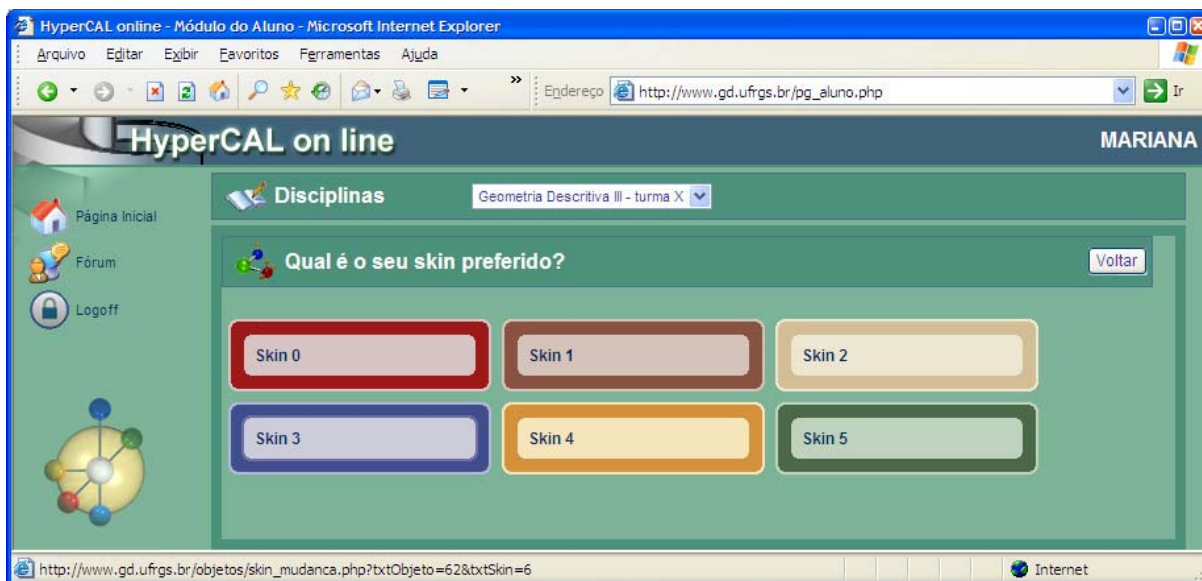


Figura 36: Opções de *skins* no sistema.  
Fonte: a autora.

#### 4.4 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

O protótipo apresentado a seguir teve sua implementação sustentada pela etapa de desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, descrita anteriormente. Para tanto, procurou-se analisar os recursos didáticos integrantes no HyperCAL<sup>GD</sup>, com a finalidade de comporem objetos de aprendizagem, classificando-os em textos e os demais recursos em exemplos. Esta classificação foi necessária para atender os requisitos de projeto, como o estilo de aprendizagem e curso de graduação dos alunos. Desta forma, os exemplos e respectivos valores para o atributo estilo de aprendizagem, são: imagens do objeto – “todos”; animações do objeto e animações passo-a-passo – “S”; modelos em realidade virtual – “N”; e, imagens que apresentam um determinado processo passo-a-passo – “T”.

A partir desta análise, verificou-se a necessidade de construir alguns recursos contendo animações e modelos em realidade virtual, bem como buscar outros exemplos adequados à escala “F” do estilo de aprendizagem e exemplos específicos para os cursos de graduação atendidos pela disciplina. Além destes recursos, foi necessário elaborar exercícios de avaliação relacionados aos conteúdos tratados no protótipo.

Conforme metodologia proposta neste trabalho, a implementação do protótipo teve como base o mapa apresentado na Figura 20, do qual foram desenvolvidos os objetos salientados: construção e transporte de polígonos (conteúdo pré-requisito, oriundo do desenho geométrico); vértice próprio acessível; planificação de S.R.D. de vértice próprio; processos de planificação; e, planificação de superfícies retilíneas desenvolvíveis.

Portanto, levando-se em consideração que no processo ensino-aprendizagem o mapa conceitual é explorado a partir dos conceitos mais gerais para os mais específicos, o objeto de aprendizagem de maior granularidade é disponibilizado para a turma “X”, da disciplina Geometria Descritiva III. Nesta turma, os alunos possuem diferentes estilos de aprendizagem e podem estar cursando diferentes cursos de engenharia.

Tomando como exemplo dois alunos hipotéticos desta turma, que realizaram o teste de Keirsey: o aluno Fernando é do tipo ISTJ e está cursando Engenharia Civil; a aluna Mariana é do tipo ENTJ e seu curso é Engenharia Mecânica. A forma como este objeto de aprendizagem e os demais objetos que compõem o mapa são apresentados para estes dois alunos é diferente. O aluno Fernando por possuir a escala S em seu tipo, prefere ver primeiro as aplicações e exemplos para depois estudar a teoria (os conceitos), além disso, os exemplos segundo seu tipo são apresentados na ordem de dominância S, T, F, N. Por sua vez, a aluna Mariana tendo a escala N em seu tipo prefere primeiramente explorar os conceitos para, então, ver exemplos onde possa aplicá-los, sendo estes apresentados na dominância T, N, S. F.

A Figura 37 mostra a forma de apresentação do objeto de aprendizagem cujo título é “Planificação das Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis”, juntamente com: a declaração do objetivo; os conhecimentos necessários (sendo acessado por *link*, neste caso o objeto que trata da geração e representação de superfícies retilíneas desenvolvíveis); os exemplos específicos para o curso do aluno apresentados através de um *link* com seu título, sendo que ele também pode acessar o *link* “outros” para ver demais exemplos. Além do conteúdo, que neste caso contém texto e um *link* para outro objeto combinado no qual ele tem parte, como é o caso do objeto que tem por título “Processos de Planificação de Superfícies Retilíneas”. Também no final é apresentado o *link* para avaliação.

A Figura 38 e a Figura 39 apresentam exemplos específicos para os cursos de graduação dos alunos Fernando e Mariana, respectivamente.

Na Figura 40 é mostrado o objeto de aprendizagem para a avaliação de planificação de superfícies retilíneas desenvolvíveis, com a descrição do objetivo e questionário a ser respondido pelos alunos.

A Figura 41 apresenta o objeto combinado que faz parte do conteúdo do objeto “planificação das superfícies retilíneas desenvolvíveis” (Figura 37). Trata-se do objeto

“processos de planificação de superfícies retilíneas”, que requer como conhecimentos necessários os objetos “construção e transportes de polígonos” e “determinação da verdadeira grandeza de faces e geratrizes”. Como exemplo, o objeto referente à “construção e transporte de polígonos” é apresentado para os dois alunos, conforme a Figura 42.

Faz parte do conteúdo do objeto “processos de planificação de superfícies retilíneas” dois objetos combinados, que são: “planificação de superfícies retilíneas de vértice próprio” e “planificação de superfícies retilíneas de vértice impróprio”. A forma de apresentação do objeto “planificação de superfícies retilíneas de vértice próprio” para os dois alunos pode ser vista, como exemplo, na Figura 43.

A Figura 44 mostra como o objeto de aprendizagem “planificação de superfícies retilíneas de vértice próprio acessível” é apresentado para os dois alunos de engenharia. Sabendo que este objeto faz parte do objeto “planificação de superfícies retilíneas de vértice próprio”, conforme vista na Figura 43.

E por último, na Figura 45 apresentam-se as telas de avaliação para os dois alunos, contendo os enunciados de problemas sobre a planificação de superfícies de vértice próprio acessível, a serem resolvidos graficamente.

Da Figura 37 a 45 todos os objetos de aprendizagem são mostrados conforme a forma de apresentação considerando os estilos e cursos de graduação dos dois alunos hipotéticos.

HyperCAL online - Módulo do Aluno - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço [http://www.gd.ufgfs.br/pg\\_aluno.php](http://www.gd.ufgfs.br/pg_aluno.php)

**HyperCAL on line** FERNANDO

**Disciplinas** Geometria Descritiva III - turma X

**Planificação das Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis** Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Apresentar ao aluno a base conceitual necessário, além dos processos utilizados para capacitá-lo a planificar as superfícies retilíneas desenvolvíveis.

**Conhecimentos necessários**

- Geração e Representação de Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis

**Exemplos específicos (ENGENHARIA CIVIL)**

- Construção de Domos
- Casa em Forma de Domo - Flórida
- Vista Aérea de Domos
- Cúpulas Geodésicas
- Estrutura Geométrica
- Outros

Planificação de uma superfície é o processo que consiste em desdobrá-la sobre um plano, evitando-se, ao máximo, deformações e rupturas. A planificação também recebe o nome de desenvolvimento ou transformação da superfície.

A planificação objetiva encontrar o modelo ou "molde" da superfície para que a mesma possa ser construída. Obtido o modelo, corta-se o material que pode ser qualquer superfície plana, e depois se monta a superfície.

Algumas superfícies são passíveis de serem planificadas com exatidão, ou seja, ao longo do processo não sofrem nenhuma deformação. É o caso das superfícies piramidais e as prismáticas que possuem diretrizes poligonais. Por sua vez, as superfícies cônicas e as cilíndricas por possuírem diretrizes curvas são planificadas através de aproximações.

Processos de planificação de Superfícies Retilíneas

Concluído Internet

**Planificação das Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis** Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Apresentar ao aluno a base conceitual necessário, além dos processos utilizados para capacitá-lo a planificar as superfícies retilíneas desenvolvíveis.

**Conhecimentos necessários**

- Geração e Representação de Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis

**Exemplos específicos (ENGENHARIA CIVIL)**

- Construção de Domos
- Casa em Forma de Domo - Flórida
- Vista Aérea de Domos
- Cúpulas Geodésicas
- Estrutura Geométrica
- Outros

Planificação de uma superfície é o processo que consiste em desdobrá-la sobre um plano, evitando-se, ao máximo, deformações e rupturas. A planificação também recebe o nome de desenvolvimento ou transformação da superfície.

A planificação objetiva encontrar o modelo ou "molde" da superfície para que a mesma possa ser construída. Obtido o modelo, corta-se o material que pode ser qualquer superfície plana, e depois se monta a superfície.

Algumas superfícies são passíveis de serem planificadas com exatidão, ou seja, ao longo do processo não sofrem nenhuma deformação. É o caso das superfícies piramidais e as prismáticas que possuem diretrizes poligonais. Por sua vez, as superfícies cônicas e as cilíndricas por possuírem diretrizes curvas são planificadas através de aproximações.

- Processos de planificação de Superfícies Retilíneas

**Avaliação:** Avaliação - Planificação das Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis

Mudar skin Fe

**Planificação das Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis** Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Apresentar ao aluno a base conceitual necessário, além dos processos utilizados para capacitá-lo a planificar as superfícies retilíneas desenvolvíveis.

**Conhecimentos necessários**

- Geração e Representação de Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis

**Exemplos específicos (ENGENHARIA MECÂNICA)**

- Dutos de Ar Condicionado
- Funilaria e Caldeira
- Coifas
- Outros

Planificação de uma superfície é o processo que consiste em desdobrá-la sobre um plano, evitando-se, ao máximo, deformações e rupturas. A planificação também recebe o nome de desenvolvimento ou transformação da superfície.

A planificação objetiva encontrar o modelo ou "molde" da superfície para que a mesma possa ser construída. Obtido o modelo, corta-se o material que pode ser qualquer superfície plana, e depois se monta a superfície.

Algumas superfícies são passíveis de serem planificadas com exatidão, ou seja, ao longo do processo não sofrem nenhuma deformação. É o caso das superfícies piramidais e as prismáticas que possuem diretrizes poligonais. Por sua vez, as superfícies cônicas e as cilíndricas por possuírem diretrizes curvas são planificadas através de aproximações.

- Processos de planificação de Superfícies Retilíneas

**Avaliação:** Avaliação - Planificação das Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis

Mudar skin Fechar objeto Voltar

Figura 37: Planificação das superfícies retilíneas desenvolvíveis.  
Fonte: a autora.



Figura 38: Exemplo específico: engenharia civil.  
Fonte: <http://www.aidomes.com/pics/slide11.jpg>



Figura 39: Exemplo específico: engenharia mecânica.  
Fonte: <http://www.mavi.com.br>

HyperCAL online - Módulo do Aluno - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://www.gd.ufrgs.br/pg\_aluno.php Ir

**HyperCAL on line** FERNANDO

Disciplinas Geometria Descritiva III - turma X

Página Inicial Fórum Logoff

## Avaliação - Planificação das Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis

Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Avaliar os conhecimentos sobre planificação das superfícies retilíneas desenvolvíveis.

1- O que é planificação de superfícies? Para que serve?

2- Quais são as superfícies que podem ser planificadas com exatidão?

a) Superfícies retilíneas prismáticas  
b) Superfícies retilíneas cilíndricas  
c) Superfícies retilíneas cônicas  
d) Superfícies retilíneas piramidais

Explique por que:

3- Quais são as superfícies que podem ser planificadas por aproximação?

a) Superfícies retilíneas prismáticas  
b) Superfícies retilíneas cilíndricas  
c) Superfícies retilíneas cônicas  
d) Superfícies retilíneas piramidais

Explique por que:

Concluído Internet

**Avaliação - Planificação das Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis** Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Avaliar os conhecimentos sobre planificação das superfícies retilíneas desenvolvíveis.

1- O que é planificação de superfícies? Para que serve?

2- Quais são as superfícies que podem ser planificadas com exatidão?

a) Superfícies retilíneas prismáticas  
b) Superfícies retilíneas cilíndricas  
c) Superfícies retilíneas cônicas  
d) Superfícies retilíneas piramidais

Explique por que:

3- Quais são as superfícies que podem ser planificadas por aproximação?

a) Superfícies retilíneas prismáticas  
b) Superfícies retilíneas cilíndricas  
c) Superfícies retilíneas cônicas  
d) Superfícies retilíneas piramidais

Explique por que:

Mudar skin

**Avaliação - Planificação das Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis** Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Avaliar os conhecimentos sobre planificação das superfícies retilíneas desenvolvíveis.

1- O que é planificação de superfícies? Para que serve?

2- Quais são as superfícies que podem ser planificadas com exatidão?

a) Superfícies retilíneas prismáticas  
b) Superfícies retilíneas cilíndricas  
c) Superfícies retilíneas cônicas  
d) Superfícies retilíneas piramidais

Explique por que:

3- Quais são as superfícies que podem ser planificadas por aproximação?

a) Superfícies retilíneas prismáticas  
b) Superfícies retilíneas cilíndricas  
c) Superfícies retilíneas cônicas  
d) Superfícies retilíneas piramidais

Explique por que:

Mudar skin Fechar objeto Voltar

Figura 40: Avaliação – planificação das superfícies retilíneas desenvolvíveis.

Fonte: a autora.

HyperCAL online - Módulo do Aluno - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://www.gd.ufrgs.br/pg\_aluno.php

HyperCAL on line FERNANDO

Disciplinas Geometria Descritiva III - turma X

Página inicial Fórum Logoff

## Processos de planificação de Superfícies Retilíneas

Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Capacitar o aluno a planificar superfícies retilíneas de vértice próprio e vértice impróprio.

**Conhecimentos necessários**

- Construção e Transporte de Polígonos
- Determinação da V.G. de Faces e Geratrizes

Qualquer que seja o tipo de superfície desenvolvível, o problema de planificação fica reduzido à determinação das verdadeiras grandezas das faces que compõem a superfície. Esta planificação resulta em uma única projeção e em verdadeira grandeza.

As várias técnicas utilizadas para planificação de superfícies dizem respeito, principalmente, à obtenção das verdadeiras grandezas das faces da superfície e do transporte das respectivas geometrias para a posição de planificação. Portanto, antes de se iniciar a planificação, é necessário conhecer as técnicas de construção e transporte de polígonos.

Quando a superfície é fechada, a planificação depende da ruptura da superfície em uma das arestas, que é chamada de aresta de fechamento, pois representa a posição onde deve ser feita a costura na montagem da superfície. Portanto, na superfície planificada esta aresta se apresenta duplicada.

As superfícies de diretrizes poligonais (piramidais e prismáticas) são apresentadas com suas faces dispostas lado a lado, bastando determinar as verdadeiras grandezas destas faces para obter a planificação.

Concluído Internet

Processos de planificação de Superfícies Retilíneas

Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Capacitar o aluno a planificar superfícies retilíneas de vértice próprio e vértice impróprio.

**Conhecimentos necessários**

- Construção e Transporte de Polígonos
- Determinação da V.G. de Faces e Geratrizes

Qualquer que seja o tipo de superfície desenvolvível, o problema de planificação fica reduzido à determinação das verdadeiras grandezas das faces que compõem a superfície. Esta planificação resulta em uma única projeção e em verdadeira grandeza.

As várias técnicas utilizadas para planificação de superfícies dizem respeito, principalmente, à obtenção das verdadeiras grandezas das faces da superfície e do transporte das respectivas geometrias para a posição de planificação. Portanto, antes de se iniciar a planificação, é necessário conhecer as técnicas de construção e transporte de polígonos.

Quando a superfície é fechada, a planificação depende da ruptura da superfície em uma das arestas, que é chamada de aresta de fechamento, pois representa a posição onde deve ser feita a costura na montagem da superfície. Portanto, na superfície planificada esta aresta se apresenta duplicada.

As superfícies de diretrizes poligonais (piramidais e prismáticas) são apresentadas com suas faces dispostas lado a lado, bastando determinar as verdadeiras grandezas destas faces para obter a planificação.

As superfícies de diretrizes curvas (cônicas e cilíndricas) são planificadas através de aproximações, sendo tratadas como superfícies de diretriz poligonal com grande número de lados, resultando em grande número de faces. Quanto maior o número de faces, mais precisa a aproximação.

Quando a superfície é fechada, a planificação depende da ruptura da superfície em uma das arestas, que é chamada de aresta de fechamento, pois representa a posição onde deve ser feita a costura na montagem da superfície. Portanto, na superfície planificada esta aresta se apresenta duplicada.

As superfícies de diretrizes poligonais (piramidais e prismáticas) são apresentadas com suas faces dispostas lado a lado, bastando determinar as verdadeiras grandezas destas faces para obter a planificação.

As superfícies de diretrizes curvas (cônicas e cilíndricas) são planificadas através de aproximações, sendo tratadas como superfícies de diretriz poligonal com grande número de lados, resultando em grande número de faces. Quanto maior o número de faces, mais precisa a aproximação.

• Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio

• Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Impróprio

**Avaliação:** Avaliação - Processos de Planificação de Superfícies Retilíneas

Mudar skin

Processos de planificação de Superfícies Retilíneas

Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Capacitar o aluno a planificar superfícies retilíneas de vértice próprio e vértice impróprio.

**Conhecimentos necessários**

- Construção e Transporte de Polígonos
- Determinação da V.G. de Faces e Geratrizes

Qualquer que seja o tipo de superfície desenvolvível, o problema de planificação fica reduzido à determinação das verdadeiras grandezas das faces que compõem a superfície. Esta planificação resulta em uma única projeção e em verdadeira grandeza.

As várias técnicas utilizadas para planificação de superfícies dizem respeito, principalmente, à obtenção das verdadeiras grandezas das faces da superfície e do transporte das respectivas geometrias para a posição de planificação. Portanto, antes de se iniciar a planificação, é necessário conhecer as técnicas de construção e transporte de polígonos.

Quando a superfície é fechada, a planificação depende da ruptura da superfície em uma das arestas, que é chamada de aresta de fechamento, pois representa a posição onde deve ser feita a costura na montagem da superfície. Portanto, na superfície planificada esta aresta se apresenta duplicada.

As superfícies de diretrizes poligonais (piramidais e prismáticas) são apresentadas com suas faces dispostas lado a lado, bastando determinar as verdadeiras grandezas destas faces para obter a planificação.

As superfícies de diretrizes curvas (cônicas e cilíndricas) são planificadas através de aproximações, sendo tratadas como superfícies de diretriz poligonal com grande número de lados, resultando em grande número de faces. Quanto maior o número de faces, mais precisa a aproximação.

Quando a superfície é fechada, a planificação depende da ruptura da superfície em uma das arestas, que é chamada de aresta de fechamento, pois representa a posição onde deve ser feita a costura na montagem da superfície. Portanto, na superfície planificada esta aresta se apresenta duplicada.

As superfícies de diretrizes poligonais (piramidais e prismáticas) são apresentadas com suas faces dispostas lado a lado, bastando determinar as verdadeiras grandezas destas faces para obter a planificação.

As superfícies de diretrizes curvas (cônicas e cilíndricas) são planificadas através de aproximações, sendo tratadas como superfícies de diretriz poligonal com grande número de lados, resultando em grande número de faces. Quanto maior o número de faces, mais precisa a aproximação.

• Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio

• Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Impróprio

**Avaliação:** Avaliação - Processos de Planificação de Superfícies Retilíneas

Mudar skin Fechar objeto Voltar

Figura 41: Processos de planificação das superfícies retilíneas.  
Fonte: a autora.

HyperCAL online - M3dulo do Aluno - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço [http://www.gd.ufgfs.br/pg\\_aluno.php](http://www.gd.ufgfs.br/pg_aluno.php)

# HyperCAL on line

FERNANDO

Disciplinas Geometria Descritiva III - turma X

## Constru3o e Transporte de Pol3gonos

Mudar skin Fechar objeto Voltar

Objetivo: Capacitar o aluno a construir pol3gonos.

Constru3o e Transporte de Pol3gonos

Objetivo: Capacitar o aluno a construir pol3gonos.

As t3cnicas de constru3o e transporte de pol3gonos resolvem qualquer problema de Verdadeira Geometria de face poligonal. A t3cnica fundamental 3 a obten3o das VIGs dos pol3gonos que constroem as faces planas de uma superf3cie com o m3nimo de opera3es descritivas, valendo-se de conceitos fundamentais de geometria plana.

Para se construir um tri3ngulo, basta conhecer as medidas de seus lados, isto pode ser escrito da seguinte forma. Se 3 poss3vel construir um tri3ngulo a partir de tr3s segmentos de reta, a solu3o 33nica em termos de forma, n3o levando-se em conta a posi3o3o do tri3ngulo.

Pol3gonos com quatro lados ou mais n3o admitem uma3nica configura3o topol3gica contendo-se apenas os comprimentos de seus lados. Neste caso existem infinitas configura3es poss3veis. No entanto, qualquer pol3gono com mais de tr3s lados pode ser decomposto em tri3ngulos, reduzindo o problema de constru3o de pol3gonos a constru3o dos tri3ngulos que os comp3em. Confira o n3mero de lados de um pol3gono, podem existir v3rias configura3es poss3veis para os tri3ngulos que o subdividem. Porém, qualquer configura3o deve permitir a constru3o do pol3gono a partir dos tri3ngulos resultantes.

Quando um pol3gono 3 decomposto em tri3ngulos, cada um dos lados do pol3gono coincide com um lado de algum tri3ngulo, bem como algumas de suas diagonais. Em sentido assim, para se construir um pol3gono a partir de tri3ngulos 3 necess3rio conectar todos os seus lados e, conforme a configura3o escolhida, as diagonais que s3o tamb3m lados dos tri3ngulos. Um quadr3tero pode ser constru3do contendo-se seus lados e uma diagonal.

Constru3o de um tri3ngulo a partir de tr3s segmentos de reta a, b e c

Resultado da opera3o de transporte do pol3gono

1. Segue tr3s segmentos de reta a, b e c.
2. Transportar um dos segmentos, por exemplo, c, para a posi3o3o onde o tri3ngulo deve ser constru3do; isto determina dois dos tr3s v3rtices do tri3ngulo.
3. Tra3ar uma circunfer3ncia de raio a com o centro em uma das extremidades do segmento c.
4. Tra3ar uma circunfer3ncia de raio b com o centro na outra extremidade do segmento c.
5. Se houver interse3es entre as duas circunfer3ncias, a solu3o3o existe. O terceiro v3rtice 3 poss3vel por interse3o das duas circunfer3ncias. Apertadamente existem duas solu3es, por3m n3o s3o duas interse3es. Portanto, levando-se em conta somente a forma do tri3ngulo, existe apenas uma solu3o3o, uma vez que as duas solu3es s3o id3nticas apenas na posi3o3o, j3 que s3o sim3tricas em rela3o3o ao segmento base c.

Para entender melhor este processo de constru3o ser3 apresentado um exemplo de transporte de um pol3gono.

1. Seja um pol3gono ABCDEF contido.
2. Subdividir o pol3gono em tri3ngulos. Aqui se escolheu a seguinte configura3o: ABC, ACF, FCD e FDE (existem outras poss3veis).
3. Transportar o segmento A, para a posi3o3o desejada.
4. Tra3ar uma circunfer3ncia com centro em A e raio AC e outra com centro em B e raio BC; no encontro destas circunfer3ncias, marcar o ponto C.
5. Repetir os passos 3 e 4 para os tri3ngulos restantes, levando-se em conta que o pr3ximo tri3ngulo deve ser adjacente ao tri3ngulo anterior.

Avalia3o: Avalia3o - Constru3o e Transporte de Pol3gonos

Mudar skin Fechar objeto Voltar

Figura 42: Constru3o e transporte de pol3gonos. Fonte: a autora.



HyperCAL online - Módulo do Aluno - Microsoft Internet Explorer

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Endereço http://www.gd.ufrgs.br/pg\_aluno.php

**HyperCAL on line** FERNANDO

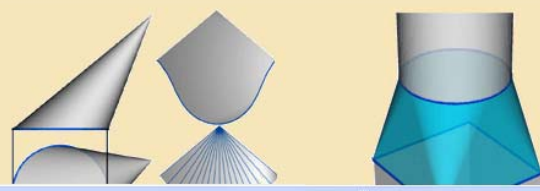
Disciplinas Geometria Descritiva III - turma X

**Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio** Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Capacitar o aluno a planificar as superfícies retilíneas de vértice próprio acessível, truncada, e vértice inacessível.

As superfícies de vértice próprio acessível, cônicas e piramidais, possuem faces triangulares quando o vértice faz parte da estuda. Quando a porção em estudo não contém o vértice as faces são quadriláteros (superfícies de vértice próprio truncado inacessível). Porém, mesmo não pertencendo à porção em estudo, é possível tratar esta superfície com faces triangulares, seja acessível, tornando mais simples a resolução do problema.

- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível
- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Truncado
- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Inacessível



Concluído Internet

**Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio** Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Capacitar o aluno a planificar as superfícies retilíneas de vértice próprio acessível, truncada, e vértice inacessível.

As superfícies de vértice próprio acessível, cônicas e piramidais, possuem faces triangulares quando o vértice faz parte da porção em estudo. Quando a porção em estudo não contém o vértice as faces são quadriláteros (superfícies de vértice próprio truncado mesmo não pertencendo à porção em estudo, é possível tratar esta superfície com faces triangulares, caso o vértice seja acessível, tornando mais simples a resolução do problema.

- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível
- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Truncado
- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Inacessível



Superfície cônica Superfície de concordância

**Avaliação:** Avaliação - Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio

Mudar skin

**Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio** Mudar skin Fechar objeto Voltar

**Objetivo:** Capacitar o aluno a planificar as superfícies retilíneas de vértice próprio acessível, truncada, e vértice inacessível.

As superfícies de vértice próprio acessível, cônicas e piramidais, possuem faces triangulares quando o vértice faz parte da porção em estudo. Quando a porção em estudo não contém o vértice as faces são quadriláteros (superfícies de vértice próprio truncado ou inacessível). Porém, mesmo não pertencendo à porção em estudo, é possível tratar esta superfície com faces triangulares, caso o vértice seja acessível, tornando mais simples a resolução do problema.

- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível
- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Truncado
- Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Inacessível



Superfície cônica Superfície de concordância

**Avaliação:** Avaliação - Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio

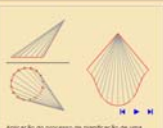
Mudar skin Fechar objeto Voltar

Figura 43: Planificação das superfícies retilíneas de vértice próprio.  
Fonte: a autora.


**Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível**

Moda em | Fechar objeto | Voltar

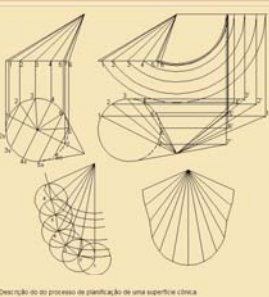
**Objetivo:** Capacitar o aluno a planificar as superfícies retilíneas de vértice próprio acessível.



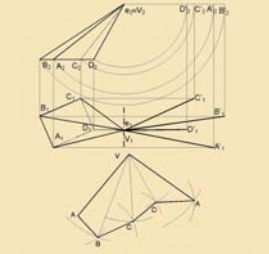
Aplicação do processo de planificação de uma superfície cilíndrica




Exemplo de planificação de uma superfície cilíndrica




Descrição do processo de planificação de uma superfície cilíndrica



Descrição do processo de planificação de uma superfície piramidal



Exemplo do uso de planificação de superfícies. As embalagens são utilizadas em diferentes tipos de materiais: papel, cartão, madeira e plástico. A construção de uma embalagem de forma e tamanho, assim como o melhor aproveitamento de matéria-prima dependem da planificação.




Quando o vértice da superfície está próximo, é possível determinar as VGS de todas as arestas utilizando-se o método de rotação. Através de um único eixo que contém o vértice da superfície. Além das arestas, é necessário determinar as emendas, geralmente das laterais da frente. Para isso, pode ser utilizado qualquer método descritivo porém, o método de rotação (relativamente em geral é menos trabalhoso e mais preciso).

O procedimento para a planificação de uma superfície com vértice próprio e acessível pode ser resumido da seguinte forma:

1. Segue uma superfície retilínea descomposta de dentro ABCD e vértice V.
2. Verificar, para cada face, se existem lados que não se apresentam em VGS, discriminando se pertencem à direita ou se são geratrizes.
3. Para as geratrizes, correspondentes às arestas da superfície que não estão em VGS, utilizar o processo de rotação com um eixo que contenha o vértice da superfície. Com isso, as verdadeiras grandezas das arestas são determinadas facilmente.
4. As VGS das laterais pertencentes à geratriz podem ser determinadas pelo rebatimento do plano da geratriz, caso não seja plana. Em caso contrário, é necessário determinar a VGS de cada segmento da geratriz individualmente.
5. Escalar a aresta de fechamento. A montagem da superfície planificada começa e acaba pela aresta de fechamento.
6. Montar a superfície planificada através da construção sucessiva das faces (triângulos), adje entre.

A dobradura de papel consiste em uma arte japonesa conhecida como "Origami" que no japo corresponde à "Arquitetura Laminar" ou de lâminas dobráveis e desmontáveis.



Exemplo de planificação de uma superfície cilíndrica

**Avaliação:** Avaliação - Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível

Moda em | Fechar objeto | Voltar

**Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível**

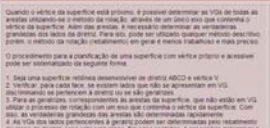
Moda em | Fechar objeto | Voltar

**Objetivo:** Capacitar o aluno a planificar as superfícies retilíneas de vértice próprio acessível.


Quando o vértice da superfície está próximo, é possível determinar as VGS de todas as arestas utilizando-se o método de rotação. Através de um único eixo que contém o vértice da superfície. Além das arestas, é necessário determinar as emendas, geralmente das laterais da frente. Para isso, pode ser utilizado qualquer método descritivo porém, o método de rotação (relativamente em geral é menos trabalhoso e mais preciso).

O procedimento para a planificação de uma superfície com vértice próprio e acessível pode ser resumido da seguinte forma:


1. Segue uma superfície retilínea descomposta de dentro ABCD e vértice V.
2. Verificar, para cada face, se existem lados que não se apresentam em VGS, discriminando se pertencem à direita ou se são geratrizes.
3. Para as geratrizes, correspondentes às arestas da superfície que não estão em VGS, utilizar o processo de rotação com um eixo que contenha o vértice da superfície. Com isso, as verdadeiras grandezas das arestas são determinadas facilmente.
4. As VGS das laterais pertencentes à geratriz podem ser determinadas pelo rebatimento do plano da geratriz, caso não seja plana. Em caso contrário, é necessário determinar a VGS de cada segmento da geratriz individualmente.
5. Escalar a aresta de fechamento. A montagem da superfície planificada começa e acaba pela aresta de fechamento.
6. Montar a superfície planificada através da construção sucessiva das faces (triângulos), adje entre.




Aplicação do processo de planificação de uma superfície cilíndrica




Exemplo de planificação de uma superfície cilíndrica



Descrição do processo de planificação de uma superfície piramidal



Exemplo do uso de planificação de superfícies. As embalagens são utilizadas em diferentes tipos de materiais: papel, cartão, madeira e plástico. A construção de uma embalagem de forma e tamanho, assim como o melhor aproveitamento de matéria-prima dependem da planificação.

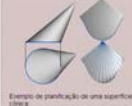


Quando o vértice da superfície está próximo, é possível determinar as VGS de todas as arestas utilizando-se o método de rotação. Através de um único eixo que contém o vértice da superfície. Além das arestas, é necessário determinar as emendas, geralmente das laterais da frente. Para isso, pode ser utilizado qualquer método descritivo porém, o método de rotação (relativamente em geral é menos trabalhoso e mais preciso).

O procedimento para a planificação de uma superfície com vértice próprio e acessível pode ser resumido da seguinte forma:

1. Segue uma superfície retilínea descomposta de dentro ABCD e vértice V.
2. Verificar, para cada face, se existem lados que não se apresentam em VGS, discriminando se pertencem à direita ou se são geratrizes.
3. Para as geratrizes, correspondentes às arestas da superfície que não estão em VGS, utilizar o processo de rotação com um eixo que contenha o vértice da superfície. Com isso, as verdadeiras grandezas das arestas são determinadas facilmente.
4. As VGS das laterais pertencentes à geratriz podem ser determinadas pelo rebatimento do plano da geratriz, caso não seja plana. Em caso contrário, é necessário determinar a VGS de cada segmento da geratriz individualmente.
5. Escalar a aresta de fechamento. A montagem da superfície planificada começa e acaba pela aresta de fechamento.
6. Montar a superfície planificada através da construção sucessiva das faces (triângulos), adje entre.

A dobradura de papel consiste em uma arte japonesa conhecida como "Origami" que no japo corresponde à "Arquitetura Laminar" ou de lâminas dobráveis e desmontáveis.



Exemplo de planificação de uma superfície cilíndrica

**Avaliação:** Avaliação - Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível

Moda em | Fechar objeto | Voltar

Figura 44: Planificação das superfícies retilíneas de vértice próprio acessível. Fonte: a autora.

The image displays two screenshots of the HyperCAL online interface, showing a geometry assessment page for 'Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível'.

**Top Screenshot (User: FERNANDO):**

- Browser: Microsoft Internet Explorer, URL: [http://www.gd.ufrgs.br/pg\\_aluno.php](http://www.gd.ufrgs.br/pg_aluno.php)
- Page Title: HyperCAL on line
- Disciplinas: Geometria Descritiva III - turma X
- Assessment Title: Avaliação - Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível
- Buttons: Mudar skin, Fechar objeto, Voltar
- Objetivo: *Avaliar os conhecimentos sobre planificação de superfícies retilíneas de vértice próprio acessível.*
- Problemas:
  - 1- Planificar a superfície retilínea desenvolvível de vértice próprio V, cuja diretriz é uma poligonal fechada ABC contida num plano frontal de afastamento igual a 70 mm. Dados: A (0, -, 60); B (40, -, 0); C (80, - 70) e V (120, 10, 10). Un. = mm, Esc. = 1/1.
  - 2- Planificar a superfície retilínea desenvolvível de vértice V, cuja diretriz é uma circunferência de centro O e raio de 30 mm. A diretriz pertence a um plano horizontal de cota 70 mm. Dados: O (100, 35, -) e V (30, 5, 10). Un. = mm, Esc. = 1/1.
- Buttons: Mudar skin, Fechar objeto, Voltar

**Bottom Screenshot (User: MARIANA):**

- Browser: Microsoft Internet Explorer, URL: [http://www.gd.ufrgs.br/pg\\_aluno.php](http://www.gd.ufrgs.br/pg_aluno.php)
- Page Title: HyperCAL on line
- Disciplinas: Geometria Descritiva III - turma X
- Assessment Title: Avaliação - Planificação de Superfícies Retilíneas de Vértice Próprio Acessível
- Buttons: Mudar skin, Fechar objeto, Voltar
- Objetivo: *Avaliar os conhecimentos sobre planificação de superfícies retilíneas de vértice próprio acessível.*
- Problemas:
  - 1- Planificar a superfície retilínea desenvolvível de vértice próprio V, cuja diretriz é uma poligonal fechada ABC contida num plano frontal de afastamento igual a 70 mm. Dados: A (0, -, 60); B (40, -, 0); C (80, - 70) e V (120, 10, 10). Un. = mm, Esc. = 1/1.
  - 2- Planificar a superfície retilínea desenvolvível de vértice V, cuja diretriz é uma circunferência de centro O e raio de 30 mm. A diretriz pertence a um plano horizontal de cota 70 mm. Dados: O (100, 35, -) e V (30, 5, 10). Un. = mm, Esc. = 1/1.
- Buttons: Mudar skin, Fechar objeto, Voltar

Figura 45: Avaliação – Planificação das superfícies retilíneas de vértice próprio acessível.  
Fonte: a autora.

#### 4.5 AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO E DA METODOLOGIA UTILIZADA

A avaliação faz parte da metodologia ADDIE, utilizada para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, consistindo em um processo que permeia todos os demais, como: a análise de conteúdos; o projeto; o desenvolvimento; e, a própria implementação do protótipo. Neste sentido, a avaliação não corresponde a uma etapa que acontece no final do trabalho de desenvolvimento dos objetos, mas consiste num processo que ocorre durante todo este trabalho, sendo aqui relatado.

Com relação à análise de conteúdos, o mapa conceitual se mostrou uma técnica eficaz ao ser utilizado como suporte para estabelecer as relações entre os objetos de aprendizagem, o seqüenciamento e a granularidade destes. Este mapa serviu como estrutura de orientação para o processo de desenvolvimento dos objetos, indicando, também, que conteúdos fazem parte de cada objeto.

Quanto ao projeto dos objetos de aprendizagem, pode-se dizer que a decisão de trabalhar com os tipos “fundamental” e “combinado” trouxe mais facilidade e flexibilidade para a tarefa de projeto destes objetos. Pois no tipo fundamental, que representa o menor nível de agregação, é possível elaborar objetos que sejam adequados às características das escalas dicotômicas S/N e T/F, assim como oferecer exemplos específicos para o curso de graduação dos alunos. Com relação ao objeto do tipo combinado, a estrutura utilizada (composta por objetivo, conteúdo e avaliação) torna mais eficiente a exploração deste objeto no contexto da aprendizagem, mostrando com clareza ao aluno o que o objeto propõe e o que ele contém em seu conteúdo. Por sua vez, o conteúdo ao ser construído por uma combinação de diferentes tipos de recursos didáticos (textos, imagens, animações e outros) permite que estes sejam apresentados na forma preferencial dos alunos, em função do seu estilo de aprendizagem. Por fim, as informações e as extensões estabelecidas para compor o metadados dos objetos possibilitaram organizar os arquivos XML de cada objeto combinado para sua posterior apresentação.

Com relação ao desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, avalia-se este como sendo um processo que exige planejamento e tempo, além de uma etapa de programação consistente, requerendo o emprego de várias tecnologias como descrito no item 4.2.2 e esquema apresentado na Figura 31. A utilização destas tecnologias possibilitou a integração do processo de desenvolvimento de objetos no ambiente HyperCAL<sup>GD</sup> *on line*, viabilizando a implementação do protótipo.

Finalmente, a implementação do protótipo possibilitou verificar a funcionalidade da metodologia empregada no desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, uma vez que os objetos são dinamicamente produzidos através da geração do seu arquivo XML, possibilitando apresentá-los de diferentes formas com o auxílio do XSL.

Portanto, considera-se que estes resultados podem responder de forma satisfatória ao problema de pesquisa. Pois, os objetos de aprendizagem são desenvolvidos e entregues de forma flexível, adaptando-se às demandas que se diferenciam em termos de estilo de aprendizagem e curso de graduação do aluno, podendo ser também utilizados num ambiente virtual de ensino presencial ou à distância.

## 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Este capítulo tem por objetivo apresentar as conclusões deste trabalho e propor algumas recomendações para futuros trabalhos de pesquisa.

### 5.1 CONCLUSÕES

O presente trabalho de pesquisa foi desenvolvido segundo a metodologia utilizada para a produção do conhecimento científico, a qual demarca o nível de investigação do fenômeno a partir da descrição das ocorrências objetivas. Apesar desta pesquisa apresentar uma demarcação espaço-temporal, as ocorrências objetivas formam um conjunto de regularidades que inserem o fenômeno investigado num universal. Este conjunto de regularidades reflete as dificuldades enfrentadas pelas diversas unidades acadêmicas das instituições de ensino superior, para produzir e oferecer materiais educacionais de forma flexível visando atender as demandas diferenciadas (os alunos possuem diferentes estilos de aprendizagem e provêm de diversos cursos de graduação).

Desta forma, a demarcação do fenômeno se dá ao nível de investigar como produzir e entregar materiais educacionais de forma flexível, visando atender as demandas diferenciadas. Considerando-se, também, que estes materiais possam ser utilizados nas modalidades de ensino presencial e a distância.

No caso da Geometria Descritiva que consiste numa base conceitual necessária à formação dos alunos de diversos cursos, entre eles os diferentes cursos de engenharia, as disciplinas que compõem este bloco conceitual além de apresentarem rigidez quanto a metodologia de ensino utilizada, apóiam-se em materiais educacionais elaborados de forma massificada. Sendo difícil atender de forma diferenciada as especificidades dos cursos no que se refere a interdisciplinaridade destes conteúdos nas diferentes grades curriculares.

Contudo, constata-se a busca de mudanças com o objetivo de reestruturar os processos de ensino-aprendizagem dos cursos de graduação em engenharia, principalmente com a introdução de recursos computacionais e a utilização das tecnologias de informação e comunicação.

Em conseqüência da introdução destas tecnologias, os sistemas convencionais de ensino necessitam transformar as metodologias de ensino e a forma de organização do trabalho, beneficiando-se das experiências da educação a distância quanto a utilização de metodologias não presenciais.

A organização do trabalho acadêmico, a implementação de estratégias de ensino e a produção de materiais educacionais têm sido influenciadas por modelos de produção industrial. Estes modelos, apesar de terem sido originados da economia e da sociologia industrial, para descrever formas específicas de produção econômica, quando transferidos à educação vinculam diferentes resultados sociais, econômicos, políticos e educacionais.

Tradicionalmente, o modo de produção de materiais educacionais é conseqüência de um *design* instrucional baseado na concepção pedagógica empirista, focada no professor que é considerado o detentor do conhecimento. Assim, estes materiais são elaborados de forma massificada não considerando as expectativas, preferências e necessidades de aprendizagem do aluno, que adota uma postura passiva no processo ensino-aprendizagem. Correspondendo a um controle da produção do tipo “empurrar” que segue princípios do modelo de produção fordista.

O modelo fordista apresenta uma abordagem de produção em massa, que fornece custo-eficiência e qualidade na produção de materiais. No entanto, entre os fatores que levam ao questionamento da continuidade deste modelo no sistema educativo estão a redução da demanda para a instrução produzida em massa e distribuída de forma centralizada e, a não adaptação deste modelo para as rápidas mudanças ocorridas na sociedade. Pois, esta abordagem apresenta rigidez quanto à adaptação de currículo, ou alteração da estrutura e conteúdos dos cursos às necessidades dos alunos.

O conjunto de regularidades também reflete que o avanço das tecnologias na área da informática e telecomunicações, que culminou no surgimento da telemática, foi o aspecto-chave que impulsionou mudanças em todos os setores da atividade humana inclusive o educacional. As instituições de ensino superior, cada vez mais, buscam introduzir estas tecnologias seja em cursos presenciais, na oferta de cursos a distância, ou ainda procurando utilizá-las de forma integrada em ambas modalidades. Porém, apesar destas tecnologias terem melhorado continuamente as oportunidades de entrega flexível no ensino, a preocupação ainda reside no fato que a introdução destas tecnologias não é suficiente para gerar mudanças no modo de produzir e oferecer materiais educacionais. Pois, a produção e entrega flexível de materiais utilizados no processo ensino-aprendizagem depende do *design* instrucional e da concepção pedagógica adotada.

O *design* instrucional focado no acesso oferece oportunidades para os alunos se engajarem no processo educativo através da oferta de conteúdos suficientes em

qualquer hora e lugar. Enquanto que, o *design* instrucional centrado no aluno, oferece a entrega flexível através de materiais educacionais em modos que atendam a diversidade em preferências relacionadas à aprendizagem.

Neste sentido, o modelo pós-fordista, caracterizado por um controle de produção do tipo “puxar”, é considerado como o mais adequado para a produção e entrega flexível de materiais educacionais segundo a abordagem centrada no aluno. Pois, este modelo está relacionado à concepção pedagógica construtivista que adota uma postura mais ativa para o aluno, mantendo-se sensível às suas necessidades e preferências para a aprendizagem.

A produção de materiais educacionais segundo o modelo pós-fordista encontra subsídios teóricos e estratégicos no Sistema Toyota de Produção (STP) que contribui com algumas características, como: a produção *just-in-time* que produz os itens necessários no tempo necessário; um sistema de informação que gerencia esta produção (*Kanban*); a produção em pequenos lotes, que garante a produção nivelada para atender a demanda diversificada; e, a troca rápida de ferramentas que permite alterar as matrizes para ajustar a produção à demanda. Estas características trazem como benefícios a redução de custos (controle de quantidade e qualidade) e o menor tempo no ciclo de produção de diversos produtos para atender a linha de montagem final.

No contexto do trabalho, esses subsídios orientam para a utilização de objetos de aprendizagem. Pois, quando se pretende atender necessidades individuais com relação a entrega flexível, a utilização de objetos de aprendizagem vem facilitar o processo *just-in-time*, possibilitando a customização e a personalização. Os sistemas que utilizam objetos de aprendizagem se beneficiam das potencialidades oferecidas pelas TICs que permitem mudanças no modo como os materiais educacionais são projetados, desenvolvidos e entregues aos alunos. Desta forma, a educação se distancia do tradicional modelo de produção em massa para aproximar-se de um modelo mais personalizado, permitindo incorporar estratégias pedagógicas adequadas para uma variedade de estilos de aprendizagem.

No processo ensino-aprendizagem os alunos demonstram preferências em relação a forma como as informações são apresentadas e como lhes são ensinadas. Assim, os estilos de aprendizagem denotam as características dos alunos com relação as formas preferenciais de captar, organizar e processar as informações.

Como visto na fundamentação teórico-metodológica, os vários modelos de estilos de aprendizagem podem ser categorizados segundo os fatores envolvidos no



processo ensino-aprendizagem, desde aqueles que focam os fatores mais externos (como ambiente de estudo) àqueles que focam os fatores mais internos (como a personalidade). Os instrumentos psicométricos que focam os fatores mais internos se denominam como instrumentos de “Dimensões de personalidade”, como é o caso do MBTI e do *Keirsey Temperament Sorter*. De acordo com Haley e Stumpf (1989), os tipos psicológicos (com base na teoria de Jung) demonstram distintas preferências para a coleta de dados, geração e avaliação de respostas, podendo indicar as trilhas cognitivas habitualmente usadas nos processos de atenção e decisão.

Em 1999, a autora deste trabalho realizou uma investigação sobre os estilos de aprendizagem dos alunos dos cursos de graduação em engenharia da UFRGS, onde o instrumento *Keirsey Temperament Sorter* fora aplicado para uma amostra de 370 alunos. Os resultados obtidos demonstraram que neste grupo de alunos todos os tipos psicológicos estavam presentes. E, existia certa homogeneidade no grupo de alunos (33% se enquadravam em 4 dos 16 tipos psicológicos: ISTJ; ESTJ; ENTJ; e INTJ), principalmente declarada pelas escalas TJ, que os caracteriza como alunos que tendem a ser lógicos e analíticos, e que diante de uma situação decidem de forma impessoal, além de gostarem de atividades planejadas e controladas.

Tradicionalmente, a educação em engenharia tem se caracterizado por: acentuar aulas expositivas e tarefas individuais; focar a ciência de engenharia antes que o projeto e operações; enfatizar a análise abstrata e negligenciar interações interpessoais; e concentrar-se em tarefas pré-definidas e programadas antes que em explorar idéias e resolver problemas criativamente. Sendo esta orientação adequada para o tipo INTJ, pode-se constatar que o restante do grupo (pertencente aos demais tipos psicológicos) recebe uma orientação que não é adequada ao seu tipo. Podendo ser este o motivo que os levam a ter um baixo desempenho na aprendizagem, ou mesmo à evasão do curso. Este é um aspecto que deve ser levado em consideração em qualquer modalidade de ensino, presencial ou a distância.

Sendo assim, com os resultados obtidos em 1999, a autora propôs que um ambiente computacional de ensino-aprendizagem deveria contemplar os diferentes estilos de aprendizagem, para proporcionar um bom desempenho aos alunos. A partir do protótipo desenvolvido com a utilização da linguagem HTML, constatou-se que apesar de haver a possibilidade de integração de diferentes tipos de mídia, permitindo adequar a apresentação dos conteúdos às preferências dos alunos, a estrutura oferecida era rígida, pré-formatada, exigindo grandes esforços de programação para desenvolver todos os conteúdos da disciplina no ambiente. Isto envolveria muitos

recursos (financeiros e humanos), sendo que desta forma os materiais não poderiam ser reutilizados.

O processo de intervenção deste trabalho de pesquisa, apresentado no capítulo 4, foi realizado em conformidade com a metodologia ADDIE utilizada no *design* instrucional. Esta metodologia serviu como orientação para o planejamento das etapas de desenvolvimento dos objetos de aprendizagem. O processo de intervenção consistiu na alteração da condição do fenômeno investigado, permitindo discutir os resultados obtidos a partir da avaliação deste processo.

Diante da concepção adotada no presente trabalho, a produção flexível de materiais educacionais é possibilitada pela abordagem objetos de aprendizagem que, por serem modulares, maximizam o potencial do sistema que personaliza conteúdo, permitindo a entrega e recombinação de objetos em diferentes granularidades. Assim, torna-se possível produzir objetos de aprendizagem em um nível de menor granularidade, adequados às características das escalas centrais do tipo psicológico (teste de Keirsey), que quando combinados atendem os diferentes tipos. Sendo que as escalas centrais, S/N e T/F, são consideradas mais significativas para fins educacionais por estarem relacionadas aos processos de informação (preferência de percepção) e de tomada de decisão, respectivamente.

Para que os objetos de aprendizagem sejam inseridos num ambiente educacional e utilizados de forma efetiva no processo ensino-aprendizagem, eles devem ser originados a partir de uma estrutura epistemológica. Sendo, então, necessário que o desenvolvedor tenha conhecimento da base teórica subjacente ao projeto. O mapa conceitual da disciplina Geometria Descritiva III (Figura 19), desenvolvido numa perspectiva de aprendizagem significativa, forneceu uma boa orientação para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem. Uma vez que, serviu como referência para elaborar o mapa utilizado para o protótipo (Figura 20). No projeto destes objetos, determinou-se que objetos deveriam ser criados, quais relações existiam entre eles, e que estrutura eles teriam.

Considerar estes objetos como do tipo combinado, tendo uma estrutura composta de objetivo educacional, conteúdo e avaliação, foi uma forma de proporcionar seu uso efetivo no contexto da disciplina, bem como de possibilitar sua reutilização. Como se pode observar, alguns objetos que compõem o mapa são considerados pré-requisitos (quando oriundos de outras disciplinas) ou base teórica para os demais (quando pertencentes a mesma disciplina). Os objetos pré-requisitos apresentam potencial para reuso intracontextual.

A necessidade de se estabelecer uma metodologia para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, surgiu em função da granularidade e seqüenciamento destes. Primeiramente, deveriam ser criados e catalogados os objetos de aprendizagem do tipo fundamental. Pois, cada um destes objetos pode abranger um diferente tipo de recurso didático, permitindo adequar os estilos de aprendizagem (através das escalas S/N e T/F) às características apresentadas pelos recursos. E, ainda, conter exemplos específicos para os cursos de graduação. Os objetos combinados que contém os conteúdos menos inclusivos são desenvolvidos pela relação “tem parte” com os objetos fundamentais, Os demais objetos combinados podem conter objetos fundamentais e/ou objetos combinados, devendo respeitar a hierarquia do mapa durante o seu desenvolvimento.

Como visto, a metodologia elaborada para desenvolver os objetos combinados utilizou as relações declaradas no mapa do protótipo. E, com o auxílio das informações já contidas no metadados dos objetos fundamentais e/ou objetos combinados foi possível organizar e construir a estrutura do objeto combinado para a confecção do seu arquivo XML. Este conteúdo descrito no documento XML é apresentado de forma formatada (usando HTML) através de uma folha de estilos XSLT. Esta transformação possibilitou adequar as formas de apresentação do objeto às características do aluno.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem foi totalmente integrada ao ambiente HyperCAL<sup>GD</sup> *on line*, junto ao qual foi feita a implementação do protótipo. Os resultados obtidos foram satisfatórios, comprovando sua exeqüibilidade. Quando o aluno efetua o *logon* no ambiente de aprendizagem e se identifica (nome do aluno e senha), o sistema de gerenciamento de dados traz as informações do aluno, para apresentar de forma adequada o objeto de aprendizagem enviado pelo professor, ou o objeto que o próprio aluno selecionou para visualização. Esta é uma das vantagens apresentadas pelo ambiente que utiliza esta abordagem, pois o aluno pode utilizar o objeto quantas vezes achar necessário para seu processo de aprendizagem e, ainda, pode selecionar outros objetos devido a demanda específica de conteúdo. Para o professor esta abordagem permite que ele responda mais rapidamente às necessidades do aluno.

Com relação as tecnologias utilizadas, a implementação do protótipo demonstrou que a linguagem XML, quando comparada a linguagem HTML, oferece uma facilidade de uso muito maior por permitir mais flexibilidade na rotulagem do conteúdo. Possibilitando gerar objetos de aprendizagem de forma dinâmica, com flexibilidade e rapidez para atender os diferentes estilos de aprendizagem.

## 5.2 SUGESTÕES

Neste item são apresentadas algumas sugestões para futuros trabalhos de pesquisa.

Aprofundar a investigação das relações existentes entre a teoria da aprendizagem significativa e a abordagem de objetos de aprendizagem, uma vez que a cada novo conteúdo explorado, este pode apresentar uma relação subordinada ou superordenada na estrutura conceitual de uma determinada área de conhecimento. Isto implica na necessidade de atualizar dinamicamente as relações entre os objetos de aprendizagem e, conseqüentemente, no arquivo XML de objetos combinados.

Desenvolver uma ferramenta integrada ao ambiente de aprendizagem para a construção de mapas conceituais, individuais ou compartilhados, para oportunizar a utilização flexível de objetos de aprendizagem, permitindo ao aluno relacionar estes objetos em seu próprio modo para seu propósito (estrutura cognitiva).

Desenvolver e implementar o sistema de gerenciamento de objetos de aprendizagem, possibilitando a utilização do repositório destes objetos em nível de unidade acadêmica. E, permitindo o acompanhamento dos alunos quanto a utilização destes objetos para fins de refinamento de seu estilo de aprendizagem.

## 6. REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, S.; BENNETT, S.; LOCKYER, L.; HARPER, B. **Developing a learning object metadata application profile based on LOM suitable for the Australian higher education context**. Mai. 2004. Disponível em: <[http://www.smartinternet.com.au/SITWEB/publication/files/35\\_\\$\\$\\$\\_81932/P04\\_089\\_paper.pdf](http://www.smartinternet.com.au/SITWEB/publication/files/35_$$$_81932/P04_089_paper.pdf)>. Acesso em 27 Jun. 2004.
- AHERN, T. C.; CLEAVE, N. V. **The mentor project**: from content to instruction. Nov. 2002. Disponível em: <<http://fie.engrng.pitt.edu/fie2002/papers/1249.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2003.
- AHERN, T. C.; CLEAVE, N. V. MARTINDALE, T.; SMORGUN, J. **Curator**: learning object construction matrix. Nov. 2003. Disponível em: <<http://fie.engrng.pitt.edu/fie2003/papers/1505.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2004.
- BANNAN-RITLAND, B.; DABBAGH, N.; MURPHY, K. Learning object systems as constructivist learning environments: Related assumptions, theories, and applications. In WILEY, D. A. **The instructional use of learning objects**: Online Version. Nov. 2000. Disponível em: <<http://www.reusability.org/read/chapters/bannan-ritland.doc>>. Acesso em: 11 out. 2002.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Legislação educacional**. Out. 2001. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/legis/default.shtm>>. Acesso em 10 jan. 2004.
- BEGAG, A. *et al.* L'espace des bits: utopies et réalités. Téléinformatique, localisation des entreprises et dynamique urbaine. In: **Communication et territoires**. Paris: La Documentation Française, 1990.
- BELLONI, M. L. **Educação a distância**. Campinas: Autores Associados, 2001.
- BIANCHETTI, L. **Da chave de fenda ao laptop**. Tecnologia digital e novas qualificações: desafios à educação. Florianópolis: Vozes, 2001.
- BORATTI, I. **Programação orientada a objetos usando Delphi**. Florianópolis: Visual Books, 2001.
- CAMPION, M. The supposed demise of bureaucracy: Implications for distance education and open learning – More on the post-Fordism debate. In: **Distance Education**. 16(2), pp. 192-216, 1995.
- CAMPOS, G. H. B. Relato de uma experiência – Parte II. In: **Revista TI**, Rio de Janeiro, 03 dez. 2003. Disponível em: <[http://www.timaster.com.br/revista/colunista/ler\\_colunas\\_emp.asp?cod=879](http://www.timaster.com.br/revista/colunista/ler_colunas_emp.asp?cod=879)> .Acesso em: 07 jan. 2004.

CARVER, C. A.; HOWARD, R. A.; LANE, W. D. Addressing different learning styles through course hypermedia. In: **IEEE Transactions on Education**. 42(1), p. 33-38, Fev. 1999.

CASAS, L. A. A. **Ensino assistido por computador**: modelagem de gerador de materiais educativos computadorizados num ambiente de multimídia. Florianópolis, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1994.

CAZAU, P. **Estilos de aprendizagem**: generalidades. 2001. Disponível em: <[http://www.galeon.com/pcazau/guia\\_esti01.htm](http://www.galeon.com/pcazau/guia_esti01.htm)>. Acesso em 29 fev. 2004.

CHEVRIER, J.; FORTIN, G.; THÉBERGE, M.; LEBLANC, R. **Le style d'apprentissage**: une perspective historique. Set. 2000. Disponível em: <<http://www.acelf.ca/revue/XXVIII/articles/02-chevrier.html>>. Acesso em 29 fev. 2004.

DESDe. **Distance education for sustainable development**. Universität Oldenburg. Set. 2003. Disponível em: <<http://www.uni-oldenburg.de/zef/desde/info.htm>>. Acesso em 20 nov. 2003.

DOWNES, S. Learning Objects: Resources for distance education worldwide. In: **International review of research in open and distance learning**. Athabasca, Jul. 2001. Disponível em: <<http://irrod.org/content/v2.1/downes.html>>. Acesso em: 21 mai. 2003.

DURLING, D. **Teaching with style: computer aided instruction, personality and design education**. 1996. Tese. Faculty of Technology, The Open University, Milton Keynes.

EFTEKHAR, N.; STRONG, D. R. Towards dynamic modeling of a teaching/learning system Part 2: A new theory on types of learners. In: **International Journal of Engineering Education**. Vol.14, nº 6, pp. 388-406, 1998.

EVANS, T. Globalisation, post-Fordism and open and distance education. In: **Distance Education**. 16(2), pp. 256-269, 1995.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning styles and teaching styles in engineering education. In: **Journal of Engineering Education**. 78(7), pp. 674-681, 1988.

FELDER, R. M. Matters of style. In: **ASEEE Prism**, 6(4), pp.18-23, 1996.

FELDER, R. M.; FELDER, G.N.; DIETZ, E. J. The effects of personality type on engineering student performance and attitudes. In: **Journal of Engineering Education**. 91(1), pp. 3-17, Jan. 2002.

HALEY, U. C. V.; STUMPF, S. A. Cognitive trails in strategic decision-making: linking theories of personalities and cognitions. **Journal of Management Studies**, vol. 26, n.5, p. 477-497, Sep. 1989.

HANDA, J. K.; SILVA, J. B. G. Objetos de aprendizagem (Learning objects). In: **Boletim EAD**. Campinas, 31 jan. 2003. Disponível em: <[http://www.ead.unicamp.br:9000/GECON/sites/EAD/index\\_html?foco2=Publicacoes/78095/846812&focomenu=Publicacoes](http://www.ead.unicamp.br:9000/GECON/sites/EAD/index_html?foco2=Publicacoes/78095/846812&focomenu=Publicacoes)>. Acesso em 10 mar. 2003.

HIRSH, S. K.; KUMMEROV, J. M. **Introduction to type in organisations**. Oxford: Oxford Psychologists Press Ltd., 1990.

HOOD, K. **Exploring learning styles and instruction**. Set. 1995. Disponível em: <<http://jwilson.coe.ugm.edu/EMT705/EMT705.hood.html>>. Acesso em: 05 jun. 2003.

IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). **Draft standard for learning object metadata** (IEEE 1484.12.1-2002). Jul. 2002. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>>. Acesso em: 28 jan. 2004.

IRVINE, M. **Net knowledge**: The coming revolution in higher education. Jul. 2001. Disponível em: < <http://www.georgetown.edu/faculty/irvinem/articles/netknowledge.html>>. Acesso em: 06 mar. 2004.

JASINSKI, M. **Teaching and learning styles that facilitate online learning**. Fev. 1998. Disponível em: <<http://www.tafe.sa.edu.au/lsrc/one/natproj/tal>>. Acesso em 10 nov. 2003.

KEEFE, J. W. **Theory and practice**. Reston: National Association of Secondary School Principals, 1987.

KEEFE, J. W. **Learning style**: cognitive and thinking skills. Reston: National Association of Secondary School Principals, 1991.

KEIRSEY, D.; BATES, M. **Please understand me**. Prometheus Nemesis Book Company, 1978.

KOLB, D. A. **Experimental Learning**. New Jersey: Prentice-Hall, 1984.

LAGOS, P. S.; LABRAÑA, C.; LEIVA, Y. F. **Una plataforma inteligente de educación a distancia que incorpora la adaptabilidad de estrategias de enseñanza al perfil, estilos de aprendizaje y conocimiento de los alumnos**. Nov. 2002. Disponível em: <<http://lsm.dei.uc.pt/ribie/pt/textos/doc.asp?txtid=22#25>>. Acesso em 10 ago. 2003.

LANDIM, C. M. M. P. F. **Educação a distância**: algumas considerações. Rio de Janeiro: Cláudia Maria das Mercês Paes Ferreira Landim, 1997.

LONGMIRE, W. **A primer on learning objects**. Mar. 2000. Disponível em: <<http://www.learningcircuits.org/2000/mar2000/Longmire.htm>>. Acesso em: 18 jun. 2003.

- MILLER, G. **Long term trends in distance education**. DEOS News, vol. 2, nº 23. 1992. Disponível em: <[http://www.ed.psu.edu/acsde/deos/deosnews/deosnews/deosnews2\\_23.asp](http://www.ed.psu.edu/acsde/deos/deosnews/deosnews/deosnews2_23.asp)>. Acesso em 20 mai. 1998.
- MOLENDÁ, M. **The ADDIE Model**. Fev. 2003. Disponível em: <[http://www.indiana.edu/~mmweb98/The%20ADDIE%20Model3\\_web.doc](http://www.indiana.edu/~mmweb98/The%20ADDIE%20Model3_web.doc)>. Acesso em 26 nov. 2003.
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. Trad. Antonia V. P. Costa e outros. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais (IMAN), 1984.
- MONTGOMERY, S. **Using Myers-Briggs personality types and Kolb's learning styles in course planning**. Fev. 1997. Disponível em: <<http://www-personal.engin.umich.edu/~smontgom/Kolb-MyersBriggs-2.html>>. Acesso em: 09 jun. 1999.
- MOORE, M. G. **Distance education: a systems view**. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1996.
- MORAES, A. B. **A expressão gráfica em cursos de engenharia: o estado da arte e principais tendências**. São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil e Urbana, USP, 2001.
- MORRISON, I.; IP, A.; YOUNG, A. **Whose learning objects?**. Jul. 2002. Disponível em: <<http://www.naccq.ac.nz/conference03.html?page=47>>. Acesso em: 05 mai. 2003.
- MORTIMER, L. **(Learning) Objects of desire: promise and practicality**. Abr. 2002. Disponível em: <<http://www.learningcircuits.org/2002/apr2002/mortimer.htm>>. Acesso em: 25 jun. 2003.
- MYERS, I. B. **Introduction to type**. Oxford: Oxford Psychologists Press Ltd, 1993.
- MYERS, I. B.; MYERS, P. **Gifts Differing**. Palo Alto (CA): Consulting Psychologists Press, 1980.
- NOVAK, J. D. e GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Tradução para o português de Carla Valadares do original Learning how to learn. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.
- NUNES, I. B. Noções de educação a distancia. In: **Educação a distância**, v. 3, n. 4 e 5, p. 7-25, Brasília: INED, dez/93-abr/94.
- O'CONNOR, T. **Using learning styles to adapt technology for higher education**. Jan. 2004. Disponível em: <<http://www.indstate.edu/ctl/styles/learning.html>>. Acesso em 29 fev. 2004.
- PEÑA, C. I.; MARZO, J. L.; DE LA ROSA, J. L.; FABREGAT, R. **Un sistema de tutoria inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje**. Mai. 2002. Disponível em: <<http://eia.udg.es/~clarenes/doc/ribie-udg-2002.pdf>>. Acesso em 10 nov. 2003.



QUINN, C.; HOBBS, S. **Learning objects and instruction components**. Fev. 2000. Disponível em: <[http://ifets.ieee.org/periodical/vol\\_2\\_2000/discuss\\_summary\\_0200.html](http://ifets.ieee.org/periodical/vol_2_2000/discuss_summary_0200.html)>. Acesso em: 11 out. 2002.

RENNER, W. Post-Fordism visions and technological solutions: Education technology and labour process. In: **Distance Education**. 16(2), pp. 285-301, 1995.

REUTHER, A. I.; MEYER, D. G. **The effect of personality type on the usage of a multimedia engineering education system**. Nov. 2002. Disponível em: <<<http://fie.engrng.pitt.edu/fie2002/papers/1274.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2003.

RODRIGUES, J. **A taxonomia de objetivos educacionais – um manual para o usuário**. 2ª edição. Brasília: Editora UNB, 1994.

ROMANELLI, O. O. **História da educação no Brasil (1930/1973)**. 28.ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2003.

ROSEMBERG, M. J. **e-Learning: estratégias para a transmissão do conhecimento na era digital**. Trad. Luciana Penteado Miquelino. São Paulo: Makron Books, 2002.

ROSET, T. B. **Los estilos de aprendizaje**. Mar. 2003. Disponível em: <<http://www.monografias.com/trabajos12/losestils/losestils.shtml>>. Acesso em 29 fev. 2004.

RUMBLE, G. Re-inventing distance education, 1971-2001. In: **International Journal of Lifelong Education**. Vol.20, nº 1-2, pp. 31-43, 2001.

SCHMITT, C. M. **Por um modelo integrado de sistema de informações para a documentação de projetos de obras de edificação da indústria da construção civil**. Porto Alegre, 1998. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, UFRGS, 1998.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Trad. Eduardo Schaan. 2ª. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SILVA, H. L. A despsiquiatrização do método científico. In: **Curso de Capacitação para produção de dissertações e teses**. Florianópolis, 2002.

SILVA, R. P. **Avaliação da perspectiva cognitivista como ferramenta de ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva a partir do ambiente hipermídia HyperCAL<sup>GD</sup>**. Florianópolis, 2004. Exame de qualificação (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2004.

SILVA, R. P.; SILVA, T. L. K.; TEIXEIRA, F. G.; BARCIA, R. M. A aplicação de estratégias pedagógicas não presenciais no processo de ensino-aprendizagem da geometria descritiva. In: **Anais do 16º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. V**

**International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design – GRAPHICA 2003.** Santa Cruz do Sul – RS, Brasil, 08-11 Set. 2003.

SILVA, R. P., SILVA, T. L. K., TEIXEIRA, F. G. O uso da realidade virtual no ensino da Geometria Descritiva. In: **Anais do 15º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. IV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design – GRAPHICA 2001.** São Paulo - SP, Brasil, 05-09 Nov. 2001.

SILVA, T. L. K.; SILVA, R. P.; TEIXEIRA, F. G.; BARCIA, R. M. Concepções pedagógicas e a flexibilização no processo de ensino-aprendizagem da Geometria Descritiva. In: **Anais do 16º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design – GRAPHICA 2003.** Santa Cruz do Sul – RS, Brasil, 08-11 Set. 2003.

SILVA, T. L. K.; BARCIA, R. M.; SCHMITT, C. M. Uma proposta de ambiente computacional para o ensino e aprendizagem da Geometria Descritiva. In: **Anais do 15º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. IV International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design – GRAPHICA 2000.** São Paulo - SP, Brasil, 05-09 Nov. 2001.

SILVA, T. L. K.; BARCIA, R. M.; SCHMITT, C. M. Ensino de Geometria Descritiva: Uma abordagem para o uso de estilos de aprendizagem. In: **Anais do 14º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. III International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design – GRAPHICA 2000.** Ouro Preto - MG, Brasil, 05-09 Jun. 2000.

SILVA, T. L. K. **Uma proposta de ambiente computacional para aprendizagem em geometria descritiva com ênfase na estereotipagem dos estudantes de engenharia.** Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1999.

SIMONSON, M., SMALDINO, S.; ALBRIGHT, M.; ZVACEK, S. **Teaching and learning at a distance:** Foundations of distance education. 2000. Disponível em: <<http://www.nova.edu/~simsmich/entire.pdf>>. Acesso em 06 mar. 2003.

SINGH, H. **Introduction to learning objects.** Jul. 2001. Disponível em: <<http://www.elearningforum.com/july2001/singh.ppt>>. Acesso em 18 out. 2003.

SOSTERIC, M.; HESEMEIER, S. When is a learning object not an object: a first step towards a theory of learning objects. In: **International review of research in open and distance learning.** Athabasca, Out. 2002. Disponível em: <<http://irrod.org/content/v3.2/soc-hes.html>>. Acesso em: 10 jan. 2003.

SOUTH, J. B.; MONSON, D. W. A university-wide system for creating, capturing, and delivering learning objects. In WILEY, D. A. **The instructional use of learning objects:** Online Version. Nov. 2000. Disponível em: <<http://www.reusability.org/read/chapters/south.doc>>. Acesso em: 11 out. 2002.

SUTHERS, D. D. **Using learning object meta-data in a database of primary and secondary school resources.** Nov. 2000. Disponível em : <<http://citeseer.ist.psu.edu/suthers00using.html>>. Acesso em 11 mar. 2003.

TAYLOR, J. C. **New millennium distance education.** 2000. Disponível em: <[http://www.usq.edu.au/users/taylorj/publications\\_presentations/2000IGNOU.doc](http://www.usq.edu.au/users/taylorj/publications_presentations/2000IGNOU.doc)>. Acesso em 18 set. 2004.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M. C. J. M; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. In: **CINTED – UFRGS.** Novas Tecnologias na Educação. V. 1. nº 1. fev., 2003.

TEIXEIRA, F. G., JACQUES, J. J.; HOFFMANN, A. T.; SILVA, R. P., SILVA, T. L. K. Hypercal<sup>GD</sup> II - Um ambiente de ensino-aprendizagem para Geometria Descritiva básica. In: **Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE,** Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 14-17 Set. 2003.

TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K. HyperCAL<sup>GD</sup>, resultados e metas para o futuro In: **Anais do XXX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE,** Piracicaba – SP, Brasil, 22-25 Set. 2002.

TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K. O uso de mídias eletrônicas no ensino: a experiência da modernização do ensino de Geometria Descritiva. In: **Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE,** Porto Alegre – RS, Brasil, Set. 2001.

TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K. O uso da realidade virtual no ensino de Geometria Descritiva. In: **Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE,** Ouro Preto – MG, Brasil, 29 Out.- 01 Nov. 2000.

TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K. A Hypermedia learning environment for Descriptive Geometry. In: **Proceedings of ICEE 99 – International Conference on Engineering Education,** Prague – Ostrava, 1999.

UFRGS, Secretaria de Educação a Distância. **Editorial.** 2002. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sead/portal/editorial.htm>>. Acesso em 09 jan. 2004.

USKOV, V. **Design, development and teaching of innovative web-based introductory computer information systems course”.** Nov. 2002. Disponível em: <<http://fie.engrng.pitt.edu/fie2002/papers/1415.pdf>>. Acesso em 20 dez. 2003.

VIDAL, O. F. **Análisis de la influencia da las tecnologías de la información y la comunicacion, en el aprendizaje de las técnicas de expresión gráfica en la ingeniería industrial en Espana.** Jun. 2002. Disponível em: <[http://doctorat.e-gim.net/gimmaster/ftp\\_doctorat/trabajos\\_estudiantes/gestion/farrerons/Pi2\\_Farrerons.doc](http://doctorat.e-gim.net/gimmaster/ftp_doctorat/trabajos_estudiantes/gestion/farrerons/Pi2_Farrerons.doc)>.

Acesso em 15 out. 2003.

WILEY, D. A. **Learning object design and sequencing theory.** 2000. Tese (Doutorado em Tecnologia e Psicologia Instrucional) – Brigham Young University. Disponível em: <<http://works.opencontent.org/docs/dissertation.pdf>>. Acesso 15 out. 2003.

WILEY, D. A.; GIBBONS, A.; RECKER, M. **A reformulation of learning object granularity.** 2000. Disponível em: < <http://www.reusability.org/granularity.pdf>>. Acesso 07 out. 2002.

# ANEXOS

## ANEXO – 1

### DISCIPLINAS DA EXPRESSÃO GRÁFICA – DEG/UFRGS

Quadro 25: Distribuição de disciplinas/cursos atendidos pelo DEG/UFRGS

<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME DA DISCIPLINA</b>	<b>CURSO ATENDIDO</b>
ARQ03009	<b>Desenho Arquitetônico I</b>	Arquitetura
ARQ03012	<b>Desenho Arquitetônico II</b>	Arquitetura
ARQ03014	<b>Desenho Arquitetônico III</b>	Arquitetura
ARQ03316	<b>Desenho Geológico</b>	Geologia
ARQ03313	<b>Desenho Geométrico e Geometria Descritiva</b>	Artes Plásticas, Licenc. em Matemática
ARQ03318	<b>Desenho Técnico I - A</b>	Engenharias: Alimentos; Cartográfica; Civil; Elétrica; Materiais; Mecânica; Metalúrgica; Minas; Produção; e Química.
ARQ03323	<b>Desenho Técnico II - C</b>	Engenharias: Mecânica e Produção.
ARQ03322	<b>Desenho Técnico II - D</b>	Engenharia Civil.
ARQ03319	<b>Desenho Técnico II - A</b>	Engenharias: Cartográfica, Elétrica, Materiais, Minas; Metalúrgica; e Química.
ARQ03059	<b>Desenho Técnico II - E</b>	Engenharia de Alimentos.
ARQ03343	<b>Desenho Técnico para Agronomia</b>	Agronomia
ARQ03018	<b>Fotografia Aplicada à Arquitetura</b>	Arquitetura
ARQ03004	<b>Geometria Descritiva Aplicada à Arquitetura</b>	Arquitetura
ARQ03317	<b>Geometria Descritiva II - A</b>	Engenharias: Cartográfica; Civil; Elétrica; Materiais; Mecânica; Metalúrgica; Minas; Produção; Química.
ARQ03320	<b>Geometria Descritiva III</b>	Engenharias: Mecânica; Minas; Civil; Produção.
ARQ03013	<b>Informática Aplicada à Arquitetura II</b>	Arquitetura
ARQ03010	<b>Informática Aplicada à Arquitetura I</b>	Arquitetura
ARQ03007	<b>Introdução ao Projeto Arquitetônico I</b>	Arquitetura
ARQ03011	<b>Introdução ao Projeto Arquitetônico II</b>	Arquitetura
ARQ03003	<b>Linguagens Gráficas I</b>	Arquitetura
ARQ03008	<b>Linguagens Gráficas II</b>	Arquitetura
ARQ03005	<b>Maquetes</b>	Arquitetura
ARQ03333	<b>Projeto Assistido por Computador para Engenharia</b>	Engenharias: Civil e Mecânica
ARQ03006	<b>Técnicas de Representação Arquitetônica</b>	Arquitetura
ARQ03026	<b>T.E. Expressão e Representação Gráfica I - A</b>	Arquitetura
ARQ03027	<b>T.E. Expressão e Representação Gráfica I - B</b>	Arquitetura
ARQ03028	<b>T.E. Expressão e Representação Gráfica I - C</b>	Arquitetura
ARQ03029	<b>T.E. Expressão e Representação Gráfica II - A</b>	Arquitetura
ARQ03030	<b>T.E. Expressão e Representação Gráfica II - B</b>	Arquitetura
ARQ03031	<b>T.E. Expressão e Representação Gráfica II - C</b>	Arquitetura
ARQ03032	<b>T.E. Expressão e Representação Gráfica III - A</b>	Arquitetura
ARQ03033	<b>T.E. Expressão e Representação Gráfica III - B</b>	Arquitetura
ARQ03034	<b>T.E. Expressão e Representação Gráfica III - C</b>	Arquitetura
ARQ03047	<b>T.E. Informática Aplicada à Arquitetura I - A</b>	Arquitetura
ARQ03048	<b>T.E. Informática Aplicada à Arquitetura I - B</b>	Arquitetura
ARQ03049	<b>T.E. Informática Aplicada à Arquitetura I - C</b>	Arquitetura
ARQ03050	<b>T.E. Informática Aplicada à Arquitetura II - A</b>	Arquitetura
ARQ03051	<b>T.E. Informática Aplicada à Arquitetura II - B</b>	Arquitetura

Quadro 25: Distribuição de disciplinas/cursos atendidos (continuação)

<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME DA DISCIPLINA</b>	<b>CURSO ATENDIDO</b>
ARQ03052	<b>T.E. Informática Aplicada à Arquitetura II - C</b>	Arquitetura
ARQ03053	<b>T.E. Introdução ao Projeto Arquitetônico I - A</b>	Arquitetura
ARQ03053	<b>T.E. Introdução ao Projeto Arquitetônico I - A</b>	Arquitetura
ARQ03055	<b>T.E. Introdução ao Projeto Arquitetônico I - C</b>	Arquitetura
ARQ03056	<b>T.E. Introdução ao Projeto Arquitetônico II - A</b>	Arquitetura
ARQ03057	<b>T.E. Introdução ao Projeto Arquitetônico II - B</b>	Arquitetura
ARQ03058	<b>T.E. Introdução ao Projeto Arquitetônico II - C</b>	Arquitetura
ARQ03037	<b>T.E. Programação Visual I - C</b>	Arquitetura
ARQ03035	<b>T.E. Programação Visual I - A</b>	Arquitetura
ARQ03036	<b>T.E. Programação Visual I - B</b>	Arquitetura
ARQ03038	<b>T.E. Programação Visual II - A</b>	Arquitetura
ARQ03040	<b>T.E. Programação Visual II - C</b>	Arquitetura
ARQ03039	<b>T.E. Programação Visual II - B</b>	Arquitetura
ARQ03043	<b>T.E. Projeto do Objeto I - C</b>	Arquitetura
ARQ03041	<b>T.E. Projeto do Objeto I - A</b>	Arquitetura
ARQ03042	<b>T.E. Projeto do Objeto I - B</b>	Arquitetura
ARQ03044	<b>T.E. Projeto do Objeto II - A</b>	Arquitetura
ARQ03045	<b>T.E. Projeto do Objeto II - B</b>	Arquitetura
ARQ03046	<b>T.E. Projeto do Objeto II - C</b>	Arquitetura
ARQ03334	<b>Uso da Computação Gráfica em Engenharia</b>	Engenharias: Civil e Mecânica

Fonte: UFRGS (2004) adaptado pela autora.

**ANEXO 2**  
**KEIRSEY TEMPERAMENT SORTER**



**CLASSIFICADOR DE TEMPERAMENTOS DE KEIRSEY**

Questionário elaborado por David Keirsey, traduzido e adaptado por Nídia Pavan Kuri e Marcius F. Giorgetti (marciusg@sc.usp.br).

Versão atualizada em 11/11/1997.

Copyrighted © 1997 David Keirsey

Sobre o questionário

**1. Numa festa você**

- interage com muitos, incluindo estranhos
- interage com poucos, seus conhecidos

**2. Você se considera mais**

- realista do que especulativo
- especulativo do que realista

**3. É muito pior**

- ter a "cabeça nas nuvens", ser sonhador
- ser "escravo da rotina"

**4. Você é mais impressionado(a) por**

- princípios
- emoções

**5. Você é mais atraído(a) pelo**

- convincente
- comovente

**6. Você prefere trabalhar**

- com prazos de entrega
- sem amarrações

**7. Você tende a escolher**

- cuidadosamente
- impulsivamente

**8. Nas festas você geralmente**

- permanece até tarde, com energia crescente
- retira-se mais cedo, com energia decrescente

**9. Você se sente mais atraído(a) por**

- pessoas sensatas
- pessoas criativas

**10. Você se interessa mais pelo**

- real
- possível

**11. Ao julgar os outros, você se inclina mais para as**

- leis do que para as circunstâncias
- circunstâncias do que para as leis

**12. Ao tratar com outras pessoas, você tende a ser mais**

- objetivo(a)
- pessoal

**13. Você é mais**

- pontual
- descompromissado(a)

**14. Incomoda-lhe mais ter as coisas**

- inacabadas
- concluídas

**15. No seu grupo social você em geral**

- está a par do que acontece com os outros
- está por fora das novidades

**16. Ao realizar as tarefas de rotina, você prefere fazê-las**

- da maneira usual
- da sua própria maneira

**17. Os escritores deveriam**

- dizer as coisas com clareza
- expressar as idéias com o uso de analogias

**18. Você é mais atraído(a)**

- pela consistência das idéias
- pelas relações humanas harmoniosas

**19. Você se sente mais confortável fazendo julgamentos baseados**

- na lógica
- em valores pessoais

**20. Você prefere as coisas**

- negociadas e decididas
- não negociadas e indefinidas

**21. Você se definiria como mais**

- sério(a) e firme
- condescendente

**22. Ao telefonar você**

- está seguro(a) de que dirá tudo o que precisa
- ensaia de antemão o que irá dizer

**23. Os fatos**

- "falam \_\_\_\_\_ por \_\_\_\_\_ si \_\_\_\_\_ mesmos"
- ilustram princípios

**24. Os visionários o(a)**

- aborrecem
- fascinam

**25. Você é mais freqüentemente uma pessoa**

- calculista
- acolhedora

**26. É pior ser**

- injusto(a)
- impiedoso(a)

**27. Usualmente, deve-se permitir que as coisas aconteçam**

- por seleção e escolha cuidadosa
- fortuitamente e ao acaso

**28. Você se sente melhor**

- depois de ter comprado, adquirido
- tendo a opção de comprar

**29. Na companhia de outras pessoas, você**

- inicia a conversação
- espera ser abordado(a)

**30. O senso comum é**

- raramente questionável
- freqüentemente questionável

**31. Com freqüência, as crianças**

- não se fazem úteis o suficiente
- não exercitam suficientemente a imaginação

**32. Ao tomar decisões, você se sente mais confortável seguindo**

- as normas
- a intuição

**33. Você se considera mais**

- firme do que gentil
- gentil do que firme

**34. Você considera mais admirável a habilidade**

- para se organizar e ser metódico(a)
- a habilidade para se adaptar e ser maleável

**35. Você valoriza mais o**

- fechado, definido
- aberto, com opções

**36. Uma interação nova e pouco rotineira com outras pessoas**

- o(a) estimula e revigora
- consome as suas reservas de energia

**37. Você é, mais freqüentemente,**

- uma pessoa do tipo prático
- uma pessoa do tipo fantasioso

**38. Você tem uma maior propensão a ver**

- como as outras pessoas são úteis
- como os outros vêem

**39. É mais satisfatório**

- discutir um assunto a fundo
- chegar a um acordo sobre um assunto

**40. O que mais comanda você é**

- a sua cabeça
- o seu coração

**41. Você se sente mais à vontade com um trabalho**

- que siga um acordo pré-estabelecido
- que se desenvolva sem um plano estabelecido

**42. Você tende a buscar**

- o sistemático
- o imprevisto

**43. Você prefere**

- muitos amigos com contatos superficiais
- poucos amigos com contatos intensos

**44. Você se deixa guiar mais pelos** fatos princípios**45. Você se interessa mais por** produção e distribuição projeto e pesquisa**46. É mais elogioso ser considerado(a)** uma pessoa muito lógica uma pessoa muito sentimental**47. Você se autovaloriza mais por ser** decidido(a), firme dedicado(a), devotado(a)**48. Com mais freqüência, você prefere** uma afirmação final e inalterável uma afirmação preliminar e provisória**49. Você se sente mais confortável** depois de tomar uma decisão antes de tomar uma decisão**50. Com ou para pessoas que não conhece, você** conversa longamente e com facilidade tem pouco a dizer**51. Você confia mais em** sua experiência sua intuição**52. Você se considera** mais prático(a) do que criativo(a) mais criativo(a) do que prático(a)**53. Você aprecia mais em outra pessoa** a clareza do raciocínio a força dos sentimentos**54. Você está mais inclinado(a) a ser** justo(a), imparcial compreensivo(a)

**55. Na maioria das vezes, é preferível**

- ter certeza de que esteja tudo acertado
- deixar que as coisas simplesmente aconteçam

**56. Nos relacionamentos, a maior parte das coisas deveriam ser**

- renegociáveis
- casuais e circunstanciais

**57. Quando o telefone toca você**

- se apressa para atender primeiro
- espera que alguém atenda

**58. Você aprecia mais em si mesmo(a)**

- o forte senso de realidade
- a imaginação viva

**59. Você se sente mais atraído(a)**

- pelos fundamentos
- pelas implicações

**60. Parece-lhe pior ser muito**

- apaixonado(a), veemente
- objetivo(a)

**61. Você se vê, basicamente, como**

- "cabeça-dura"
- "coração-mole"

**62. Atrai-lhe mais uma situação**

- estruturada e programada
- não estruturada e imprevista

**63. Você se considera uma pessoa mais**

- rotineira do que original
- original do que rotineira

**64. Você tende a ser uma pessoa**

- de fácil aproximação
- reservada

**65. Você prefere textos**

- mais literais
- mais figurativos e simbólicos

**66. É mais difícil para você**

identificar-se com os outros



utilizar-se dos outros

**67. Você prefere possuir**

a clareza da razão



a força da compaixão

**68. É maior defeito**

não saber discernir



ser crítico

**69. Você prefere os acontecimentos**

planejados



imprevistos

**70. Você se considera uma pessoa mais**

ponderada e cuidadosa do que espontânea



espontânea do que cuidadosa e ponderada

### ANEXO – 3

#### PARES “ATRIBUTO-VALOR” PARA AS DIMENSÕES DO MODELO FSLSM

Quadro 26: Estratégia instrucional.

	Objetivos	Estudos de Casos	Leituras	Núcleos de conhecimento	Mapas conceituais	Sínteses
Global	x					x
Seqüencial					x	
Verbal	x		X		x	
Visual		x			x	x
Ativo				x		
Reflexivo	x	x	X		x	
Sensitivo		x			x	
Intuitivo	x				x	

Fonte: Peña et al (2002).

Quadro 27: Materiais instrucionais complementares e elementos de interatividade e de avaliação

	Exemplos	Animações	Simulações	Gráfico interativo	Glossário	Exercício de auto-avaliação	Exercício resposta aberta
Global	x			x	x	x	x
Seqüencial	x	x	X	x	x	x	x
Verbal	x				x	x	x
Visual	x	x	x	x		x	
Ativo	x		x			x	x
Reflexivo	x	x	x	x	x	x	x
Sensitivo			x	x			x
Intuitivo	x	x	x	x	x	x	x

Fonte: Peña et al (2002).

Quadro 28: Formato do material

	Dispositivos		Mídia clips			Texto linear
	Texto	Multimídia	Gráficos	Vídeo digital	Audio	
Global			x	x		
Seqüencial	x	x		x	x	x
Verbal	x				x	x
Visual		x	x	x		
Ativo						x
Reflexivo		x	x	x		x
Sensitivo		x	x	x	x	x
Intuitivo	x	x	x	x	x	x

Fonte: Peña et al (2002).



Quadro 29: Ferramentas de navegação.

	Pontuais			Estruturais		Para trabalho colaborativo		
	Setas (avança e retrocede)	Impres- sões	Ajuda online	Mapas de visão geral	Filtros	Chat	Fórum	Correio eletrônico
Global				x	x	x	x	x
Seqüencial	x	x	x			x	x	x
Verbal	x	x	x	x	x	x	x	x
Visual	x	x	x	x	x	x	x	x
Ativo	x	x		x	x	x	x	x
Reflexivo	x	x	x	x	x			x
Sensitivo	x	x	x	x	x	x	x	x
Intuitivo	x	x	x	x	x	x	x	x

Fonte: Peña et al (2002).