



Campus de São Carlos

CENÁRIO DE INTEGRAÇÃO DO PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: UMA
PROPOSTA DE ENSINO E TREINAMENTO
BASEADA EM TECNOLOGIA DE EDUCAÇÃO

RENATO VERNASCHI LIMA

Orientador: Prof. Tit. Henrique Rozenfeld

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



**ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS**

Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Área de Engenharia Mecânica

Cenário de Integração do Processo de
Desenvolvimento de Produtos: Uma Proposta
de Ensino e Treinamento Baseada
em Tecnologia de Educação



Renato Vernaschi Lima

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP
EXEMPLAR REVISADO
Data de entrada no Serviço: 30/04/02
Ass.: *Renato Vernaschi Lima*

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Engenharia Mecânica.

ORIENTADOR: Prof. Tit. Henrique Rozenfeld

São Carlos
2002

DEDALUS - Acervo - EESC



31100036913

Class.	TESE-EESC
Cutt.	3009
Tombo	10099/02

st 1238696

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

L732c Lima, Renato Vernaschi
Cenário de integração do processo de desenvolvimento de produtos: uma proposta de ensino e treinamento baseada em tecnologia de educação / Renato Vernaschi Lima. -- São Carlos, 2002.

Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2002.

Área: Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Tit. Henrique Rozenfeld

1. Processo de desenvolvimento de produtos.
2. Cenário de integração. 3. Ensino baseado em computador. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

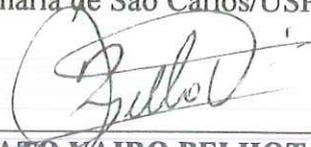
Candidato: Bacharel **RENATO VERNASCHI LIMA**

Tese defendida e julgada em 22-02-2002 perante a Comissão Julgadora:



Prof. Tit. **HENRIQUE ROZENFELD (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

aprovado



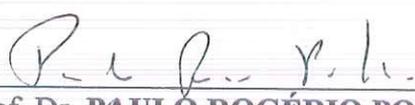
Prof. Assoc. **RENATO VAIRO BELHOT**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO



Prof. Assoc. **ANTONIO FREITAS RENTES**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

aprovado



Prof. Dr. **PAULO ROGÉRIO POLITANO**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADO

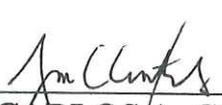


Prof. Dr. **FERNANDO ANTONIO FORCELLINI**
(Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC)

APROVADO



Prof. Associado **ARTHUR JOSÉ VIEIRA PORTO**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Mecânica



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Dedicatória

À minha mãe, que tem sua vida dedicada integralmente aos filhos
e ao meu pai, que lá de cima acompanha meus passos
e me fortalece para novas conquistas.

Agradecimentos

À Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha” pelo apoio financeiro e pela disponibilização do espaço e tempo para a realização deste trabalho, em especial à Diretoria e à equipe de coordenadores, que com compreensão e um trabalho de muita competência permitiram minhas ausências enquanto desenvolvia este trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Henrique Rozenfeld, pela grande experiência e pelos conselhos fundamentais que me passou durante todo o tempo. Mas principalmente, nesse longo período de trabalho, ter sempre demonstrado uma crença muito forte em minha realização, nunca fechando as portas e sempre me apontando um caminho novo e seguro para que este trabalho se tornasse possível.

Ao Prof. Renato Vairo Belhot pela importantíssima contribuição na fase final do trabalho, com seus valiosos conselhos.

Ao pessoal de suporte do NUMA, Francis, Fernandinho, Cristiane e André pelo atendimento sempre cordial e prestativo. Às funcionárias Ana Paula e Beth, pela grande ajuda e companheirismo nas atribuições da secretaria.

Ao pessoal do grupo de Engenharia Integrada, principalmente ao Sérgio, Daniel e Lucas pela companhia, apoio e amizade. Ao Leonardo, Arai, Neto, Savi, Sanderson, Carlos, Cláudia e Vasconcelos pelo grande trabalho que realizaram na implantação do cenário de integração.

Às minhas irmãs, Valéria, Flávia, Érica e aos que passaram a ser parte de minha família, Eduardo, Sr. Gilberto, Sra. Joana, Flávio, Charise, Cláudio e Ana Paula, pela força e pelo carinho que sempre me passaram.

À minha amada esposa Adriane, a quem tenho um agradecimento todo especial por ser a razão de minha motivação, por sua dedicação, compreensão, carinho e amor transmitidos durante todo o tempo, compartilhando minhas conquistas e confortando-me nos momentos em que mais precisei.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificativa do Trabalho	9
1.2. Objetivo	13
1.3. Método	13
1.4. Classificação da Pesquisa	15
1.5. Concepção do Trabalho	18
1.6. Estrutura do Trabalho	24
2. ENSINO BASEADO POR COMPUTADOR	27
2.1. Histórico e evolução	27
2.2. Hipermissão e Educação	30
2.2.1. Histórico e evolução	30
2.2.2. Características da Hipermissão	34
2.2.2.1. Nós	35
2.2.2.2. Ligações (links)	35
2.2.2.3. Rede de Idéias: estrutura organizacional	35
2.2.2.4. Base de Dados	36
2.2.2.5. Interatividade: Controle Dinâmico	37
2.2.2.6. Caminhos	37
2.3. Casos de utilização de CBT nas indústrias	38
2.4. Web Based Training (WBT)	40
3. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	46

3.1.	O desenvolvimento seqüencial de produtos e a Engenharia Simultânea _____	46
3.2.	Desenvolvimento de Produtos como um Processo de Negócio ____	49
3.3.	Modelo de referência para o desenvolvimento de produtos _____	52
4.	CENÁRIO DE INTEGRAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS _____	55
5.	A NOVA PROPOSTA PARA O CENÁRIO DE INTEGRAÇÃO ____	60
5.1.	Atividades definidas para o cenário de integração _____	60
5.2.	O sistema de treinamento por computador _____	66
5.2.1.	Localização das atividades no sistema de treinamento _____	68
5.2.2.	Detalhamento do sistema de treinamento _____	69
5.3.	A estrutura do cenário de integração _____	77
6.	SISTEMA DE TREINAMENTO EM CAPP _____	81
6.1.	Detalhamentos do Sistema de treinamento em CAPP _____	82
6.2.	A aplicação do sistema de treinamento em CAPP _____	86
6.3.	Gráficos da avaliação do sistema de treinamento em CAPP ____	88
7.	APLICAÇÃO DO CENÁRIO DE INTEGRAÇÃO _____	92
7.1.	Programação das Atividades do Cenário de Integração _____	92
7.2.	Apresentação dos Conhecimentos Específicos _____	93
7.3.	Sistematização de Conhecimentos _____	95
7.4.	Avaliação do Cenário de Integração _____	96
7.4.1.	Respostas e Análise das Questões Diretas _____	97
7.4.2.	Respostas e Análise das Questões Abertas _____	104
7.5.	A comprovação das hipóteses _____	106
8.	CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS _____	112

ANEXOS	115
ANEXO 1 – Script Completo do Cenário de Integração	115
ANEXO 2 – Painéis do Script do Desenvolvimento de Produtos	136
ANEXO 3 – Modelo de Referência do Desenvolvimento de Produtos	139
ANEXO 4 – Questões conceituais sobre CAPP	143
ANEXO 4 – Questões conceituais sobre CAPP	144
ANEXO 5 – Programação completa do cenário de integração	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A representação do ensino de séculos atrás _____	2
Figura 2 - O uso de metodologias estruturadas no treinamento _____	6
Figura 3 – Esquema do método Hipotético-Dedutivo _____	13
Figura 4 – Etapas de realização do trabalho _____	19
Figura 5 - O premiado comercial da Apple _____	31
Figura 6 - Tipos mais comuns de links _____	36
Figura 7 – Funcionários utilizando-se de sistemas de treinamento _____	39
Figura 8 – Detalhe de sistema de treinamento para montagem de produtos _____	40
Figura 9 – Página inicial da base de conhecimentos _____	44
Figura 10 – Página de conhecimento sobre Desenvolvimento de Produto _____	44
Figura 11 - O processo de Engenharia Seqüencial _____	47
Figura 12 - Um processo interfuncional típico _____	49
Figura 13 – A definição de um processo de negócio (Business Process) _____	51
Figura 14 - Modelo de Referência para o Desenvolvimento de Produtos _____	54
Figura 15 - Representação dos Cenários Completo e Parcial _____	55
Figura 16 – Atividades definidas para o cenário de integração _____	65
Figura 17 - Estrutura do sistema de treinamento _____	67
Figura 18 - Localização das atividades do cenário no sistema de treinamento _____	69
Figura 19 - Tela inicial do sistema de treinamento _____	70
Figura 20 – Tela inicial do módulo do Modelo de Referência _____	71
Figura 21 – Introdução aos conceitos de modelagem de empresas _____	71
Figura 22 – Início da navegação nas fases do modelo de referência _____	72
Figura 23 – Esquema das atividades de uma fase do modelo de referência _____	72
Figura 24 – Detalhamento de uma atividade do modelo de referência _____	73
Figura 25 – Tela inicial do módulo do Script do Desenvolvimento de Produtos _____	74
Figura 26 – Tela da introdução do módulo do <i>script</i> _____	74
Figura 27 – Esquema da Estrutura e Navegação pelo <i>Script</i> _____	75
Figura 28 – Início de uma Fase do <i>Script</i> _____	76
Figura 29 – Cena do Script do Desenvolvimento de Produtos _____	76
Figura 30 – Painel do Desenvolvimento de Produtos _____	78
Figura 31 – Estrutura do Cenário de Integração _____	79
Figura 32 – Sala de Implantação do Cenário de Integração _____	79
Figura 33 – Detalhes do Cenário de Integração _____	80
Figura 34 – Tela inicial do Sistema de Treinamento em CAPP _____	83
Figura 35 – Tela de ajuda do Sistema de Treinamento _____	83
Figura 36 – Mapa do Sistema de Treinamento _____	84

Figura 37 – Frame de navegação do Sistema de Treinamento	85
Figura 38 – Acesso ao aplicativo para anotações	85
Figura 39 – Figura ilustrativa de um conteúdo específico	86
Figura 40 - Respostas da questão nº 1 da avaliação do sistema de treinamento	88
Figura 41 - Respostas da questão nº 2 da avaliação do sistema de treinamento	89
Figura 42 - Respostas da questão nº 3 da avaliação do sistema de treinamento	89
Figura 43 - Respostas da questão nº 4 da avaliação do sistema de treinamento	89
Figura 44 - Respostas da questão nº 5 da avaliação do sistema de treinamento	90
Figura 45 – Planilha de atividades do cenário de integração	93
Figura 46 – Apresentação de conceitos no cenário de integração	94
Figura 47 – Alunos do curso realizando a sistematização de conhecimentos	96
Figura 48 – Respostas da questão 01 do Cenário de Integração	98
Figura 49 - Respostas da questão 02 do Cenário de Integração	99
Figura 50 - Respostas da questão 03 do Cenário de Integração	99
Figura 51 - Respostas da questão 04 do Cenário de Integração	100
Figura 52 - Respostas da questão 05 do Cenário de Integração	100
Figura 53 - Respostas da questão 06 do Cenário de Integração	101
Figura 54 - Respostas da questão 07 do Cenário de Integração	101
Figura 55 - Respostas da questão 08 do Cenário de Integração	102
Figura 56 - Respostas da questão 09 do Cenário de Integração	103
Figura 57 – Média geral das respostas das questões pelos Grupos I e II	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Problemas relacionados nos cursos do cenário de integração.....	57
Tabela 2 – Atividades do cenário realizadas no sistema CBT	69
Tabela 3 – Questões de avaliação do Sistema de Treinamento	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DP	Desenvolvimento de Produtos
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAPP	<i>Computer Aided Process Planning</i>
CBT	<i>Computer Based Training</i>
CD	<i>Compact Disc</i>
CD-ROM	<i>Compact Disc – Read Only Memory</i>
DVD	<i>Digital Video Disc</i>
FIM	<i>Fábrica Integrada Modelo</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
NUMA	<i>Núcleo de Manufatura Avançada</i>
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
WBT	<i>Web Based Training</i>
www	<i>World Wide Web</i>

RESUMO

Lima, R. V. (2002). Cenário de Integração do Processo de Desenvolvimento de Produtos: Uma Proposta de Ensino e Treinamento Baseada em Tecnologia de Educação. São Carlos, 2002. 168p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Um dos mais sérios desafios enfrentados pelas comunidades científica e acadêmica tem sido quebrar os paradigmas tradicionais da educação formal, que é apoiada basicamente na transmissão de conhecimento centrada no professor e que coloca o aluno de forma passiva no processo de ensino e aprendizagem. Da mesma forma que as instituições de ensino enfrentam este desafio, as empresas têm sentido também grande dificuldade na capacitação de seus funcionários de forma a acompanhar, com a mesma velocidade, a mudança de métodos e tecnologias, impostos por um mercado competitivo e globalizado. Para manterem-se competitivas neste contexto da globalização, as empresas buscam como fator diferencial, além de outros, o desenvolvimento de novos produtos de maneira mais eficiente diante das necessidades ditadas pelo mercado. Porém, a dificuldade de proporcionar um treinamento eficaz de seus funcionários, principalmente quanto ao desenvolvimento de novos produtos, pode representar uma restrição à competitividade das empresas. Como uma tentativa de sanar este quadro, foi desenvolvido um cenário de integração que está baseado em um modelo de referência e na vivência dos participantes em uma história de desenvolvimento de produtos de uma empresa modelo. Porém, pela quantidade de assuntos novos abordados no cenário de integração, suas aplicações anteriores registraram falhas de aprendizagem pelo desnivelamento de conhecimentos e por características particulares de aprendizagem de cada participante. Assim, este trabalho propõe uma nova estrutura para o cenário de integração, baseada em sistemas computacionais para a preparação e ensino dos conceitos abordados no desenvolvimento de produtos, bem como a continuidade do aprendizado após a realização de cursos do cenário de integração. Ainda dentro da proposta deste trabalho, está a implantação desta nova configuração para o cenário de integração para alunos de graduação e a avaliação dos resultados obtidos nesta experiência.

Palavras-chave: processo de desenvolvimento de produtos; cenário de integração; ensino baseado em computador

ABSTRACT

Lima, R. V. (2002). *Product Development Integration Scenario: A Teaching and Training Proposal Based on Education Technology*. São Carlos, 2002. 168p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

One of the greatest challenges for scientific and academic communities has been to break the traditional paradigms of formal education, which are essentially based on the transmission of teacher-centered knowledge and which place the student in a passive role in the teaching and learning process. Just as educational institutions face this challenge, so do companies encounter serious difficulties in terms of capacitating their employees to cope with the methodological and technological changes brought about by a competitive and globalized market at the same rate that these changes occur. To remain competitive and meet the market-dedicated needs in this globalized context, companies seek more effective new product development methods, among others, as a differentiating factor. However, the difficulties involved in providing effective employee training, particularly insofar as new product development is concerned, may represent a restriction to the competitiveness of companies. In an attempt to reverse this situation, an integration scenario was developed based on a reference model and on the participants' personal experience in the product development story of a model company. However, owing to the number of new subjects broached in the integration scenario, its previous applications revealed learning failures resulting from participants' unequal degree of knowledge and their distinct learning characteristics. This work, therefore, proposes a new structure for the integration scenario based on computer systems for the preparation and teaching of the concepts applied to product development, as well as for continued learning following the integration scenario courses. The scope of this work also includes the implementation of this new configuration for the integration scenario for undergraduate students and the assessment of the results of this experience.

Keywords: product development process; scenario of integration; computer based learning

1. INTRODUÇÃO

***“Um dos únicos locais que operam, em grande parte,
como há mais de 50 anos é a escola local”***

(NUMMELA & CAINE, 1990 apud DRIDEN & VOS, 1995)

***“Você pode lembrar-se de qualquer nova informação se ela for associada
a algo que você já sabe ou de que se lembra”***

(LORAYNE & LUCAS, 1986 apud DRIDEN & VOS, 1995)

“Raciocínio vertical é cavar cada vez mais fundo no mesmo buraco.

Raciocínio lateral é tentar de novo em outro lugar”

(BONO, 1985 apud DRIDEN & VOS, 1995)

***“Devemos dar aos alunos oportunidades de escolha e incumbi-los da
responsabilidade da própria educação”***

(SCHULTZ, 1993 apud DRIDEN & VOS, 1995)

As frases relacionadas acima refletem um problema que preocupa a comunidade educacional há muitos anos: a evolução do processo de ensino-aprendizagem. Na Figura 1, o que se pode ser chamado de uma sala de aula, estava sendo praticado há pelo menos, quatro séculos atrás. Por que, ainda hoje, não é nada difícil localizar ocorrências idênticas de métodos de ensino como praticados há tanto tempo ? E, para isso, não é necessário buscar em países com situação de total sub-desenvolvimento social ou educacional.

Aqui mesmo, no Brasil, a prática do ensino é centralizada, sim, na figura onipotente do professor e, salvo exceções de países com programas de ensino mais atualizados, esta é a realidade do ensino de muitas partes do planeta. A reversão desse quadro tem sido objeto de estudos aprofundados por vários segmentos da ciência. Esses estudos convergem para uma mudança no ensinar. Essa mudança deve ocorrer desde o que ensinar, quando ensinar, até para quem ensinar mas, principalmente, *como ensinar*. Uma reflexão completa sobre o processo de ensino tem sido abordada para uma tentativa de melhor

aproveitamento dos recursos disponíveis (informação, conhecimento, tecnologia, recursos humanos e etc.). A velocidade incrível com que as informações se multiplicam hoje, exige um novo posicionamento ao acesso, distribuição e aprendizado dessas informações.



Figura 1 - A representação do ensino de séculos atrás (Thornburg,1995)

Ao se observar o processo tradicional de ensino, focado no professor e em aulas expositivas a um número variável de alunos, tem-se a compilação de um conteúdo pré-determinado que será transmitido aos alunos. O professor transcreve o conteúdo de materiais de apoio da literatura, somado às suas experiências pessoais e “ensina” aos alunos o quê, o porquê e como adquirir aquele conhecimento específico. Talvez o porquê às vezes nem fique tão claro, por uma falta de contextualização do conhecimento transmitido. Os assuntos determinados para o currículo das escolas são, em geral, tratados isoladamente, não se estabelecendo uma correlação lógica entre eles, fato que facilitaria ainda mais a aprendizagem, se fosse ostensivamente praticado nas escolas em geral BAZZO (1999).

Segundo KRASILCHIK (1999), algumas experiências não explicitadas passam a compor o que se chama de currículo latente ou oculto, expondo em muitos casos incoerências entre o currículo institucional, aparente e o currículo

como é percebido por professores e alunos. À instituição cabe a responsabilidade de garantir que durante as fases de planejamento haja mecanismos de participação que garantam a harmonia entre a proposta institucional e sua execução nas salas de aula, laboratórios e ambientes sociais da escola. O sucesso de uma proposta curricular depende de um conjunto de pessoas em atividades contínuas e cooperativas.

Ao invés disto, o aluno é colocado como personagem passivo do processo, cabendo a ele, somente absorver o conteúdo, visando algum objetivo estabelecido: passar de ano, ser aprovado no vestibular, capacitar-se para alguma tarefa, ou qualquer outro fim parecido. A formação completa, ou ainda, a verdadeira educação, não é abordada como prioridade, mas o cumprimento de algumas metas a curto e médio prazo. Para algumas delas, o conhecimento é considerado até dispensável após a realização desse objetivo.

Com o advento da tecnologia, a disponibilização da informação tornou-se tão acessível, que não é raro encontrar alunos vindo às escolas com domínio parcial ou até mesmo total de alguns assuntos que serão tratados pelo professor. Imaginando isso, este aluno poderia estar colocado como um colaborador do professor, e não um mero espectador. E, infelizmente, no ensino tradicional, ele terá que se colocar passiva e tediosamente, com o mesmo papel daqueles que ainda não tiveram acesso ao conteúdo.

Mas, a mudança dessa situação exemplificada acima, necessitaria de uma grande diferença de postura na relação professor/aluno. Não é fácil imaginar uma aceitação sem prejuízos ao orgulho do professor, que admitiria que aquele aluno poderia contribuir com ele em sala de aula. A mudança para essa postura de colaboração entre os dois, inicialmente daria uma motivação ao aluno mais interessado ou que teve a oportunidade do contato anterior com a informação. A valorização desse aluno como um "monitor" na sala de aula, incentivaria outros alunos a tentar chegar no mesmo ponto, provocando uma busca do conhecimento, anteriormente ao tempo previsto para sala de aula, facilitando e enriquecendo o papel do professor, que passaria a tutoriar o processo de ensino, que começaria antes dos horários estabelecidos para as aulas e teria continuidade após suas realizações.

Essa mudança da educação tradicional é fundamental para o aprendizado pois cada aluno pode apresentar necessidades de ritmo e conteúdo variáveis, devido a limitações ou mesmo características individuais, além dos conhecimentos e experiências anteriormente acumulados. Segundo BARNES (1999), nos países subdesenvolvidos, os métodos praticados em sala de aula, tanto em escolas quanto em universidades, estão muito distantes de uma busca pela formação mais completa, integrada e individualizada dos alunos. As potências industriais, como Japão e EUA, trabalham com uma variedade de iniciativas para produzir graduados que são: aprendizes ativos, pensadores críticos e criativos, solucionadores de problemas, capazes de conduzir pesquisas independentes, usuários de tecnologia e cuja função é incrementar a complexa economia global. Mas, em outros países (como exemplo, o Brasil), a formação dos novos profissionais não segue esses princípios, passando para as indústrias a responsabilidade de capacitar e treinar os funcionários para um mercado globalizado.

Essa necessidade de mudanças, exigidas pela educação tradicional, também é enfrentada pelas empresas que encontram barreiras na implantação de programas de capacitação e treinamento mais eficientes para seus funcionários. Esses programas de capacitação são também processos de ensino e aprendizagem que precisam igualmente de uma mudança significativa (JONES, 1998).

Dentro do que se chama “a era da informação”, onde a disponibilização dos recursos tecnológicos está cada vez mais acessível em todos os níveis de mercado, as empresas e seus profissionais têm que passar por constantes mudanças e renovações (REZENDE, 1998). Novas tecnologias, métodos e soluções surgem freqüentemente, abrindo um leque interminável e até confuso de opções de modernizações e atualizações para as empresas. Assim, a capacitação deveria também estar sintonizada com essas mudanças e novos programas de treinamento deveriam ser implantados, atendendo esse novo quadro de renovação tecnológica.

O perfil exigido dos profissionais, tanto pelos tradicionais quanto os novos setores empregadores de trabalho vem se modificando

progressivamente, indicando que a curto e médio prazo os profissionais precisam passar por significativos e freqüentes processos de reconversão, retreinamento, recapacitação e requalificação. Aos futuros profissionais, a ingressarem ou freqüentando atualmente os cursos superiores, exige-se uma completa revisão do processo de formação porque os cenários em que deverão atuar serão provavelmente ainda mais desafiantes e complexos do que os de hoje. Não se pode negar que as mudanças e as novas exigências andam bem mais rápido do que a nossa capacidade em nos preparar para elas (REZENDE, 1998).

Com a crescente competitividade industrial, que se alastra crescentemente a nível mundial, altera-se o quadro do mercado de trabalho enfrentado pelo profissional. De um mercado eminentemente regional, onde os produtos circulavam em áreas bastante restritas, passa-se a um mercado onde imperam confrontações entre produtos de ampla circulação (BAZZO, 1999).

Essa competição acirrada ditada pelo mercado globalizado, determina que as empresas se modifiquem, reavaliem seus processos industriais e administrativos.

Segundo REICH (1993), o trabalho hoje acompanha a tendência de desintegração das barreiras ao fluxo do conhecimento, dinheiro, produtos e pessoas. A organização da economia em teias globais anunciam um momento em que não haverá mais identificação de nacionalidade nos produtos. Nas teias mundiais, os produtos são combinações internacionais. Mais do que produtos acabados, o que se comercializa entre os países são serviços especializados de soluções de problemas como a pesquisa, a fabricação, mas, principalmente, o desenvolvimento de produtos.

Dessa forma, o desenvolvimento de novos produtos tornou-se o ponto central dessa competição industrial. Para gerentes experientes ao redor do mundo, desenvolver produtos melhores, mais rápido, mais eficientemente e mais efetivamente, está no topo da agenda da competitividade. É evidente que projetos efetivos e o desenvolvimento de novos produtos têm um impacto significativo no custo, qualidade, satisfação dos clientes e vantagens competitivas. (CLARK & FUJIMOTO, 1991). Assim, as empresas precisam

posicionar-se com competência na sua capacitação quanto ao desenvolvimento de novos produtos. Quanto a essa capacitação, ROZENFELD (1997), coloca que as empresas vêm somando esforços a partir da introdução de técnicas de Engenharia Simultânea e de ferramentas computacionais que auxiliam as atividades do processo de desenvolvimento de produtos. Apesar desta ação estar em consonância com as tendências atuais, as empresas precisam se preocupar também com a capacitação das pessoas que estarão envolvidas neste processo.

Em FLEURY (1999), é exposto que um dos fatores críticos de sucesso para as empresas é o de organizar recursos disponíveis de modo a potencializar o seu uso efetivo e, principalmente, criar processos de aprendizagem.

Mas, as empresas não têm disponibilizado recursos que viabilizem programas de treinamento mais efetivos, ou ainda, nem mesmo têm utilizado alguma metodologia para a implantação desses programas para a capacitação de seus funcionários. Segundo JONES (1998), ainda há muito que se fazer nas empresas em relação aos métodos de treinamento. Em pesquisa feita, a título de exemplo, com fornecedores de software e consultorias, o autor demonstra a falta de metodologias utilizadas nos programas de treinamento dessas empresas, conforme pode ser verificado na Figura 2.

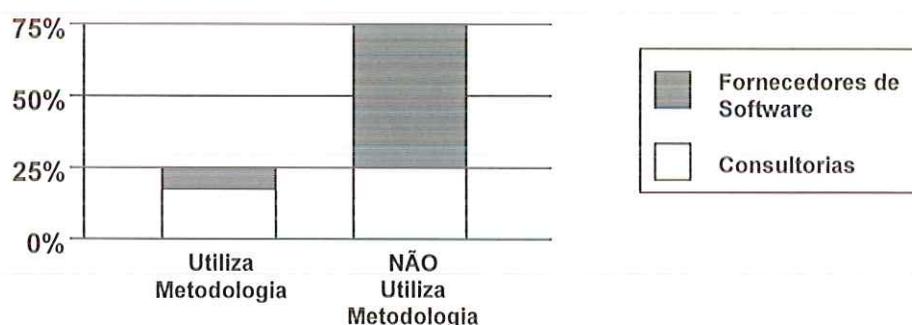


Figura 2 - O uso de metodologias estruturadas no treinamento (JONES, 1998)

Pode-se verificar então, que as empresas precisam utilizar métodos de treinamento que alcancem melhores resultados quanto à capacitação de seus funcionários e, num âmbito maior, atinjam uma maior competitividade frente ao

mercado. Dentro desses programas de capacitação, um dos focos principais deve ser a capacitação para o desenvolvimento de novos produtos que, como foi dito anteriormente, é um fator primordial para a competitividade industrial. Segundo REZENDE (1998), nos novos paradigmas que estão sendo gestados, a supremacia de uma nação depende menos do seu poder bélico-militar do que da capacidade de suas empresas em transformar invenções primeiro, melhor e mais barato. Portanto, competências em engenharia de processos e produtos é fundamental e têm sido elementos capazes de superar desvantagens comparativas, deficiências de matéria prima e disponibilidade de fontes energéticas, entre outras. Assim, o investimento em treinamento de funcionários para o desenvolvimento de produtos pode estar intrinsecamente ligado a uma diferenciação de mercado que pode ser traduzida quantitativamente no sucesso mercadológico das empresas.

Forma-se então, tanto para as universidades quanto para as empresas, uma situação de necessidade de mudança de paradigmas, apoiada em três pilares:

- os processos de ensino e aprendizagem necessitam de profundas renovações;
- as empresas buscam uma maior competitividade que está focada, entre outros fatores, no desenvolvimento de novos produtos;
- os programas de capacitação e treinamento de funcionários não conseguem alcançar as mudanças e renovações tecnológicas impostas pelo mercado.

Portanto, uma solução das soluções possíveis para esse quadro seria a implantação de um ambiente de ensino e treinamento para o desenvolvimento de produtos, que fosse mais eficiente e que pudesse oferecer recursos melhores dos que são utilizados nos métodos tradicionais de ensino.

Uma alternativa encontrada em pesquisa para a melhoria dessa situação foi a implantação de uma ferramenta educacional para o ensino do processo de desenvolvimento de produtos que está apoiada em modelos de referência e na possibilidade de transmitir uma visão holística de um processo de negócio

específico, além de oferecer recursos para que o aluno aprenda fazendo, de uma maneira contextualizada. Essa ferramenta educacional foi denominada de “Cenário de Integração para o Desenvolvimento de Produtos” (ROZENFELD et al., 1998).

A partir das experiências anteriores do cenário de integração e, principalmente, dos problemas surgidos em suas aplicações anteriores, deu início a pesquisa deste trabalho, com o objetivo de aprimorar o ensino de desenvolvimento de produtos no cenário de integração. O surgimento de uma necessidade científica, sugere a determinação de um método de trabalho para sua plena realização.

De acordo com a classificação proposta por LAKATOS e MARCONI (1995), esse trabalho enquadra-se no método hipotético-dedutivo, que defende o aparecimento, em primeiro lugar, do problema e da conjectura, que serão testados pela observação e experimentação.

Em MUNDIM (2001), é feito o relato da aplicação do cenário de integração para o desenvolvimento de produtos com os funcionários de uma empresa. Essa observação nos cursos que já foram realizados no cenário de integração pode indicar caminhos para este trabalho. Segundo as premissas do método a ser adotado, a observação leva ao possível surgimento do problema que, em si, é a razão da pesquisa.

Como resultado do estudo na fase de observação, a realização dos cursos no cenário de integração indicou problemas quanto à eficiência da aprendizagem nos seguintes pontos (MUNDIM, 2001):

- tempo insuficiente para a vivência do desenvolvimento de produtos;
- grande quantidade de assuntos novos;
- falta de reforço posterior à aquisição do conhecimento;
- passividade nas apresentações formais;
- heterogeneidade do conhecimento dos participantes.

Com a identificação desses pontos de ajuste no cenário de integração, devem ser encontradas novas formas de ensino que possam complementá-lo no processo de ensino e aprendizagem, oferecendo alternativas que possam

buscar a solução desses problemas e melhorar a qualidade de ensino, oferecendo atividades diferenciais quanto aos métodos tradicionais.

Grande parte dos problemas identificados no cenário de integração é em relação ao conteúdo sobre o desenvolvimento de produtos, devido à diversidade de assuntos novos para os participantes dos cursos. A utilização de uma proposta de ensino que disponibilize o conteúdo de forma mais intensa e interativa durante todo o processo de aprendizagem, tende a minimizar, ou até mesmo resolver parte dos problemas relacionados. O computador aparece como agente viabilizador das soluções quanto ao conteúdo pela facilidade que oferece na apresentação de conhecimento através dos recursos da multimídia e hipermídia.

Outro grande problema identificado é sobre a passividade nas apresentações formais, o que coloca os alunos num mesmo padrão das aulas tradicionais que não mais despertam a motivação e a busca pelo conhecimento. Assim, outro ponto a ser implantado no cenário são as atividades de construção do conhecimento, onde o aluno poderá interagir diretamente com os assuntos tratados e construir sua própria rede de conexões para que seu aprendizado seja mais eficiente.

Assim, o foco desse trabalho é criar alternativas e novos processos para complementar o cenário de integração do desenvolvimento de produtos, visando a solução dos problemas identificados em experiências anteriores. Dessa forma, um novo cenário de integração será desenvolvido com uma proposta voltada para a melhoria da aprendizagem através de utilização de novas ferramentas de ensino. Essas novas alternativas estarão baseadas em sistemas computacionais de apoio ao ensino para um tratamento mais aprimorado do conhecimento e também na participação ativa do aluno na construção do conhecimento envolvido, que serão detalhadas no decorrer do trabalho.

1.1. Justificativa do Trabalho

Os métodos tradicionais de ensino, que são baseados em processos de transmissão de forma centralizadora através da figura do professor e que

colocam o aluno em posição passiva no aprendizado, encontram-se muito desgastados. Isso leva a comunidade científica a buscar, há muito tempo, alternativas mais efetivas quanto à aprendizagem. Assim, todo esforço na tentativa de localização de métodos mais eficientes de ensino tem sido visto com muito bons olhos pela comunidade científica, pois a necessidade de mudança no processo de ensino é muito grande.

Com isso, a educação é vista como um desafio a novas propostas, que possam vir de encontro às necessidades tão exigentes do mundo atual e que estabeleçam uma mudança real ao que ainda tanto se pratica em salas de aula.

Em DIB (1992), foi estabelecida uma diferença entre os métodos para a *educação formal* e *educação não-formal*, que é uma classificação proposta pelo autor quanto às características do processo de ensino e aprendizagem. Essa distinção entre esses dois métodos é uma formalização do autor para as iniciativas que primam a melhoria em vários e diferentes níveis do processo de ensino. A caracterização destes métodos é estabelecida da seguinte forma:

A Educação Formal

A educação formal está baseada em um modelo sistemático e organizado de ensino, estruturado e administrado segundo determinadas leis e normas, caracterizado por um processo contínuo de ensino envolvendo necessariamente o tripé professor/aluno/escola, compreendendo o que se denomina ensino presencial. Acredita-se, neste modelo, que a ocorrência de aprendizagem está condicionada à necessidade de submeter-se o aluno à exposição do professor.

Características da educação formal:

- metodologia unicamente expositiva;
- não prevê, estimula ou permite a participação ativa do aluno;
- metodologia não fundamentada em ciência da aprendizagem, quer se aplique a 10, 50 ou 200 alunos;
- ensino orientado para o conteúdo e não para a aprendizagem;

- não leva em conta padrões, atitudes ou necessidades dos alunos;

A Educação Não-Formal

Uma definição compreensiva e padronizada para a educação não-formal ainda não se encontra disponível para uso comum. Apesar disto, DIB (1988), fornece elementos para uma melhor definição da educação não-formal a partir da supressão gradativa de atributos característicos da educação formal.

A partir dessa distinção entre os métodos de educação, pode-se dizer que toda e qualquer iniciativa na tentativa de evitar, melhorar ou suprimir qualquer característica do ensino formal já pode ser considerada como sendo uma alternativa para a educação não-formal e, mesmo em pequenos níveis, são vistas como uma melhoria do ensino tradicional.

Na mesma tentativa de diferenciação do processo de treinamento aplicado nas empresas, ROZENFELD (1997) coloca que uma das alternativas adotadas em busca da compensação dos problemas de capacitação tem sido a reciclagem profissional a partir de treinamentos diversos, que adotam desde métodos tradicionais de "sala de aula" até a utilização de técnicas alternativas, que procuram dotar os profissionais de elementos para que estes possam enfrentar as novas exigências de um mercado em constante mutação.

Segundo FLEURY (1999), pode-se observar que as empresas passam por renovações tão constantes de métodos, técnicas e novas abordagens de organização, que o aprendizado precisa ocorrer de forma rápida, dinâmica e a tempo de satisfazer as necessidades ditadas pelo mercado competitivo da globalização.

Assim, se a aprendizagem organizacional deve ser mais efetiva, devido às necessidades constantes de renovação, as alternativas no processo de capacitação devem estar voltadas para métodos de educação mais eficientes.

Portanto, tanto as escolas quanto as empresas, necessitam de um processo de ensino e aprendizagem que possa complementar e melhorar determinados parâmetros já desgastados do ensino tradicional.

A relevância deste trabalho está em oferecer um ambiente de ensino e treinamento para o desenvolvimento de produtos que busque complementar as

aplicações anteriores do cenário de integração, atingindo alguns pontos prejudiciais que ainda caracterizam o ensino tradicional para que sejam substituídos por alternativas mais modernas e, principalmente, mais eficientes na aprendizagem, caracterizando assim, uma alternativa de ensino não-formal.

Para isso, um novo cenário de integração para o desenvolvimento de produtos será montado e aplicado com a utilização de sistemas computacionais de apoio ao ensino para a disponibilização do conhecimento de forma interativa e de grande acessibilidade durante todo o processo de ensino. Outro ponto diferencial que será implementado será o desenvolvimento de atividades de participação ativa e dinâmica dos alunos quanto à construção do conhecimento. Com esses dois pontos de diferenciação, pretende-se preencher algumas das lacunas que caracterizam os modelos tradicionais de ensino – ou a educação formal como foi visto, bem como um ganho na qualidade do aprendizado nas escolas, universidades e empresas.

A interatividade com o conhecimento, através do uso de sistemas computacionais de apoio ao ensino, permitirá um alto grau de interferência do aluno com o processo de ensino, possibilitando que ele contribua individualmente com a sua aprendizagem de acordo com suas necessidades e/ou deficiências pessoais quanto ao conhecimento.

Atividades de sistematização de conteúdos agregadas ao cenário de integração colocariam o aluno num papel de construção do conhecimento, reforçando conceitos e identificando problemas na aprendizagem que podem ser solucionados logo que forem verificados.

Tanto para alunos de universidades quanto para as empresas, o trabalho pode contribuir na melhoria da formação sobre o desenvolvimento de produtos. Nas universidades, poderia formar profissionais com uma visão holística do processo de desenvolvimento de produtos, com grande aproveitamento dos conhecimentos envolvidos. Para as empresas, poderia capacitar funcionários de forma mais eficiente, agilizando a preparação para as constantes mudanças de um mercado globalizado.

1.2. Objetivo

Com a justificativa da necessidade de aprimoramento no ensino e treinamento do desenvolvimento de produtos, pode-se determinar o objetivo a ser alcançado pelo trabalho:

O objetivo deste trabalho é conceber e aplicar um cenário de integração para o desenvolvimento de produtos dentro de um modelo de educação não-formal, visando um melhor aproveitamento do conhecimento envolvido e uma capacitação mais eficiente, através da utilização de sistemas computacionais de apoio ao ensino e de atividades de construção do conhecimento pelos participantes, como uma alternativa para resolver os problemas identificados em aplicações anteriores do cenário de integração.

A partir da identificação do objetivo do trabalho, pode-se definir o método e o tipo de pesquisa utilizada para o trabalho, necessários para o seu desenvolvimento e devida comprovação científica.

1.3. Método

CERVO e BERVIAN (1996), colocam que método científico “é a ordem que se deve impor aos diferentes processos, necessários para atingir um fim dado ou um resultado desejado”. Os autores ainda simplificam, dizendo que o método é apenas um conjunto ordenado de procedimentos que se mostraram eficientes na busca do saber.

Segundo a classificação de LAKATOS e MARCONI (1995), na qual este trabalho enquadra-se no método Hipotético-Dedutivo, POPPER (1975), propõe um esquema simplificado para este método, conforme a Figura 3.

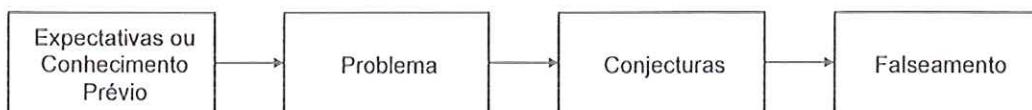


Figura 3 – Esquema do método Hipotético-Dedutivo (POPPER, 1975)

O esquema apresentado na Figura 3 estabelece uma ótima estrutura de desenvolvimento para a proposta deste trabalho, devido às características observatórias e comprobatórias que serão aplicadas ao novo processo de ensino do trabalho. Suas fases serão detalhadas a seguir, de acordo com as definições estabelecidas por POPPER (1975).

Expectativas ou Conhecimento Prévio

Nenhuma observação origina-se do nada, do acaso. Toda observação é precedida por um problema, uma hipótese, de algo com base teórica. A observação é seletiva e feita a partir de alguma coisa anterior. Esta “coisa anterior” é o conhecimento prévio de algum assunto ou uma expectativa. Pode-se dizer que, na maioria das vezes, os processos de aprendizagem consistem na formação de expectativas através de tentativas e erros (LAKATOS e MARKONI, 1995).

Problema

Segundo o método hipotético-dedutivo (também como em outros métodos), um problema desencadeia uma pesquisa, assim como, toda investigação nasce de algum problema teórico/prático que fora percebido. A seleção deste problema é que determina o que é relevante ou irrelevante observar, os dados que devem ser selecionados (POPPER, 1975).

Conjecturas

O problema, então, pode ser indicado como sendo a razão da pesquisa (não a racional, mas a existencial), o porquê de sua realização, sua motivação mais primordial. É a partir desse ponto em que o trabalho tem um rumo e abrem-se caminhos para que seja selecionado.

Segundo LAKATOS e MARCONI (1995), “a conjectura é uma solução proposta em forma de proposição passível de teste”. De forma geral, a conjectura é proposta para explicar ou prever aquilo que despertou uma curiosidade intelectual ou dificuldade, tanto teórica quanto prática.

Falseamento

Na última etapa do método hipotético-dedutivo, são realizados os testes que consistem em tentativas de falseamento, ou seja: a eliminação de erros. Falsear é tornar falsas as conseqüências deduzidas, ou os problemas identificados (POPPER, 1975).

1.4. Classificação da Pesquisa

Segundo OLIVEIRA (1997), o objetivo da pesquisa é estabelecer uma série de compreensões para descobrir respostas para as indagações e questões que existem em todos os ramos do conhecimento humano.

CERVO e BERVIAN (1996), colocam que pesquisa é uma atividade voltada para a solução de problemas, através do emprego de processos científicos. Cada abordagem dada à pesquisa ou a busca em si admite níveis diferentes de aprofundamentos e enfoques específicos conforme o objeto de estudo, objetos visados e qualificação das pessoas envolvidas com a pesquisa.

Por isso, a classificação da pesquisa a ser realizada é fundamental para que se possa definir com precisão os processos a serem utilizados para a comprovação científica do trabalho.

A natureza do trabalho desenvolvido enquadra-se, segundo DANE (1990), no tipo de pesquisa denominada Pesquisa-Ação. Nessa categoria de pesquisa, o objetivo principal é o da comprovação de um resultado esperado em relação a uma pesquisa realizada.

Segundo THIOLENT (1994), um dos principais objetivos da pesquisa-ação consiste em dar aos pesquisadores e grupos participantes os meios de se tornarem capazes de responder com maior eficiência aos problemas da situação em que vivem, em particular sob a forma de diretrizes de ação transformadora. Trata-se de facilitar a busca de soluções aos problemas reais para os quais os procedimentos convencionais têm pouco contribuído.

A pesquisa ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os

participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

A pesquisa-ação é do tipo participativo: a participação das pessoas implicadas no problema é absolutamente necessária.

Resumindo alguns de seus principais aspectos, a pesquisa-ação é uma estratégia metodológica na qual:

- a. há uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada;
- b. o objeto de investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação e pelos problemas de diferentes naturezas encontrados nesta situação;
- c. o objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada;
- d. há, durante todo o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda atividade intencional dos atores da situação;
- e. a pesquisa não se limita a uma forma de ação: pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou o "nível de consciência" das pessoas e grupos considerados (THIOLLENT, 1994).

De acordo com os aspectos relacionados na pesquisa-ação, tem-se um encaixe perfeito com a necessidade metodológica proposta para esse trabalho. A seqüência: expectativa-problema-conjecturas-falseamento, é reforçada pelo tipo da pesquisa-ação: relacionados sobre a pesquisa-ação, tem-se:

a. há uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada

Um trabalho que tem como objetivo a implantação e verificação dos resultados de um processo de ensino, só tem validade se sua comprovação for feita com os grupos de estudo que se pretende atingir potencialmente. Por isso que a comprovação será feita com turmas de graduação que terão que experimentar e avaliar os processos de ensino propostos nesse trabalho, realizando uma situação real de ensino, com reais avaliações de resultados.

b. o objeto de investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação e pelos problemas de diferentes naturezas encontrados nesta situação

Os problemas evidenciados para esse trabalho não são em relação às pessoas, mas sim, pela situação da aprendizagem pela qual elas passaram na realização dos cursos do cenário de integração para desenvolvimento de produtos e o que se pretende atingir com a mudança do processo de ensino. Assim, não são pessoas que estão sendo avaliadas, mas as condições de ensino e aprendizagem para as pessoas que possam participar do cenário de integração.

c. o objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada

Esse trabalho não tem como objetivo resolver todos os problemas de ensino do cenário de integração ou ainda, do ensino tradicional (educação formal), mas resolver alguns pontos, parcial ou totalmente. Se algum desses pontos abordados não for totalmente resolvido, uma possível solução estará sendo apontada para futuros trabalhos. A quantidade de conhecimento envolvida no desenvolvimento de produtos é muito grande, não possibilitando um trabalho de sistematização de todos eles em sistemas computacionais de apoio ao ensino. Assim, com a comprovação da funcionalidade do método em alguns pontos do conhecimento total, pode-se futuramente atingir todo o conteúdo sobre desenvolvimento de produtos e os conceitos envolvidos no cenário de integração.

d. há, durante todo o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda atividade intencional dos atores da situação

A avaliação de resultados na experimentação de uma nova proposta de ensino é de fundamental importância para a comprovação dos resultados e sua verificação científica. A proposta de renovação de um processo de ensino necessita de um dinamismo e uma flexibilidade muito grande em sua aplicação. Isso porque as pessoas e suas necessidades de aprendizagem mudam e evoluem constantemente por uma série de fatores culturais e sociais. Esse

acompanhamento constante das ações tomadas permite a manutenção de uma proposta sempre atualizada às novas necessidades que possam surgir fazendo com que ela seja mantida como uma proposta viável durante períodos maiores à sua aplicação inicial.

e. a pesquisa não se limita a uma forma de ação: pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou o “nível de consciência” das pessoas e grupos considerados

O cenário de integração proposto no trabalho, permitirá a construção do conhecimento através da participação ativa e o domínio da profundidade e da velocidade de acesso ao conteúdo. Os resultados da aplicação de uma nova proposta de ensino vão além da utilização de um novo método. Quando o conhecimento é disponibilizado ao aluno, retirando-o da forma passiva do ensino tradicional, não é possível prever o limite máximo de absorção ou abstração que esse aluno pode chegar. Tentar impor limites a isso seria tentar prever um limite para a capacidade da mente humana e, conseqüentemente, de sua capacidade de aprendizagem.

Ainda sobre a escolha do método e do tipo de pesquisa para um processo de ensino, THOLLENT (1994), coloca que na orientação metodológica da pesquisa-ação, os pesquisadores em educação estariam em condições de produzir informações e conhecimentos de uso mais efetivo, inclusive a nível pedagógico. Tal orientação contribuiria para o esclarecimento de situações escolares e para a definição de objetivos de ação pedagógica e de transformação mais abrangentes. A pesquisa-ação promove a participação dos usuários do sistema escolar na busca da solução de seus problemas.

1.5. Concepção do Trabalho

Definidos o método e o tipo de pesquisa para o trabalho, pode-se traçar as fases da pesquisa, que determina a seqüência da realização das atividades, como está demonstrado na Figura 4.

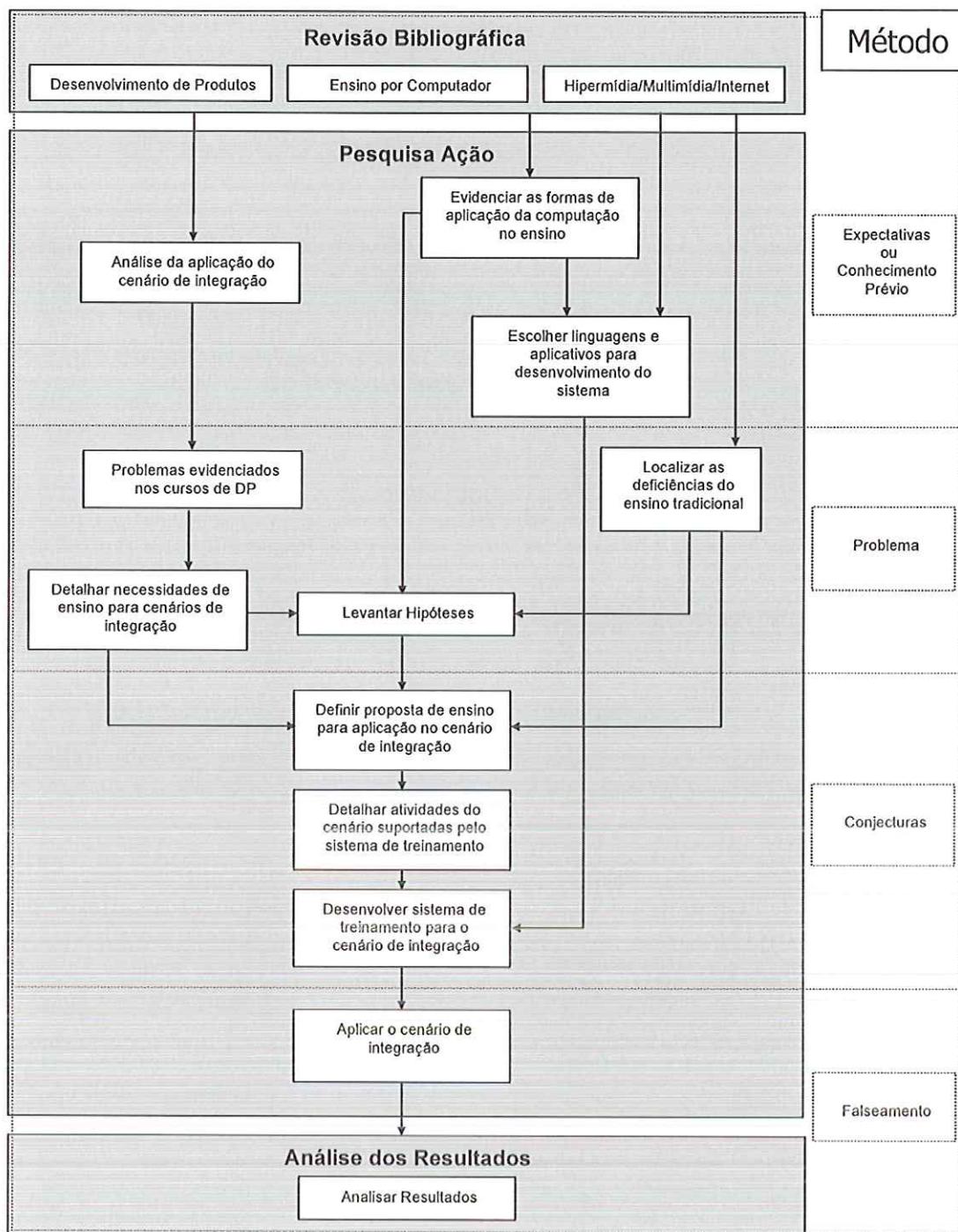


Figura 4 – Etapas de realização do trabalho

Revisão Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica está dividida em três partes: Desenvolvimento de Produtos, Ensino por computador e Tecnologias de Hipermídia/Multimídia/Internet aplicadas à área de pesquisa do trabalho.

O desenvolvimento de produtos é um tema que abrange muitas áreas e uma lista muito extensa de conhecimentos relacionados. Assim, serão abordados os aspectos principais sobre a importância do desenvolvimento de produtos em relação à competitividade das empresas no mercado, além de alguns dos conhecimentos utilizados no cenário de integração.

Na revisão sobre o ensino por computador, serão levantados os fatores negativos da educação tradicional e passiva, aplicada nos moldes de salas de aula com apresentações meramente expositivas. Assim, pode ser evidenciado o uso do computador com viabilizador de uma nova proposta de ensino, de forma interativa e participativa.

Como ferramentas para a implementação do ensino por computador, serão apresentadas as principais características das tecnologias da multimídia, hipermídia e internet nas aplicações de ensino. A parte prática do trabalho será implementada utilizando essas tecnologias para o desenvolvimento de aplicativos que dão suporte ao cenário de integração.

Pesquisa Ação

Análise da aplicação do cenário de integração

Nesta fase da pesquisa o cenário de integração será analisado como uma proposta de vivência dos participantes no ensino de desenvolvimento de produtos. Assim, será feito um estudo das aplicações já realizadas do cenário de integração. Como o cenário de integração já foi aplicado algumas vezes e com tipos bastante variados de participantes, muitos resultados poderão ser percebidos quanto à sua eficiência como as limitações em geral.

Problemas evidenciados nos cursos de DP

Após o levantamento das características do cenário de integração, o estudo das aplicações anteriores permitirá a identificação dos problemas que

poderão ser solucionados para melhorar a eficiência dos cursos de desenvolvimento de produtos a partir dos pontos falhos do cenário.

Detalhar necessidades de ensino para os cenários de integração

A partir dos problemas identificados nos cursos já realizados no cenário de integração, devem ser identificados os pontos que podem ser solucionados para a melhoria do processo de ensino. O principal problema levantado é em relação ao conhecimento. A grande quantidade de informação e muitos assuntos novos a serem tratados fazem com que a aquisição e principalmente a continuidade da aprendizagem após o curso provoquem deficiência no ensino de desenvolvimento de produtos.

Com essa análise é possível traçar as principais necessidades de ensino nos cenários de integração.

Evidenciar as formas de aplicação da computação no ensino.

Nesta fase pretende-se chegar às melhores alternativas de utilização do computador que possam auxiliar o ensino de desenvolvimento de produtos no cenário de integração. Como o estudo bibliográfico será feito nas três áreas levantadas, será possível estudar as necessidades de ensino em paralelo com o levantamento de formas de sucesso de ensino por computador em escolas e empresas, estabelecendo uma conexão entre as áreas.

Localizar deficiências do ensino tradicional

Nessa fase, com base nos dados obtidos na revisão bibliográfica, os principais problemas do ensino tradicional serão identificados para que possam servir de base para a elaboração das hipóteses previstas para o trabalho, juntamente com as necessidades de ensino nos cursos do cenário de integração para desenvolvimento de produtos.

Escolher linguagens e aplicativos para desenvolvimento do sistema

A parte técnica do trabalho será o desenvolvimento de um sistema de treinamento que dê suporte às atividades do cenário que são apoiados por tecnologia de educação. Assim, será necessário fazer um levantamento das ferramentas disponíveis no mercado para a implementação do sistema.

O mercado de informática tem uma velocidade enorme na oferta de novas ferramentas de desenvolvimento, assim como no lançamento de novas versões dos sistemas já existentes. Para cada nova versão lançada, um número maior e mais atrativo de recursos é incluído, provocando rápidas desatualizações nos *softwares* que tinham lugar garantido no mercado. Assim, nessa fase da pesquisa, foi necessário um estudo das novas tendências tecnológicas, com o aproveitamento do conhecimento já adquirido de ferramentas que já vinham sendo utilizadas em trabalhos anteriores pelo pesquisador.

Novas versões de algumas ferramentas foram descartadas por exigirem um longo tempo de atualização para seu uso intensivo, enquanto que nas versões anteriores o desenvolvimento seria mais rápido e eficiente, sem perder fatores de relevância tecnológica.

Levantar hipóteses

A identificação das deficiências do ensino tradicional, juntamente com os problemas que serão verificados nos cursos anteriores do cenário de integração, permitirão o estabelecimento das hipóteses para o trabalho. Nesta fase, será detalhado o que se pretende atingir com a aplicação da nova proposta, na tentativa de melhorar o aprendizado de desenvolvimento de produtos nos cenários de integração.

A determinação das hipóteses em um trabalho científico permite o início da fase de resolução dos problemas, pois estabelece os resultados finais que se pretende obter para a comprovação dessas hipóteses traçadas inicialmente.

Definir proposta de ensino para a aplicação no cenário de integração

A partir do momento que os problemas forem levantados e novas soluções forem identificadas, o próximo passo será montar uma solução para a resolução destes problemas que seria uma nova proposta de ensino e aprendizagem para o ensino de desenvolvimento de produtos no cenário de integração.

Detalhar atividades suportadas pelo sistema de treinamento

Estabelecidas as necessidades de ensino para o cenário de integração, nesta fase da pesquisa serão definidas quais atividades devem compor a nova proposta do cenário para que os problemas encontrados sejam eliminados ou, ao menos, suavizados.

Desenvolver sistema de treinamento para o cenário de integração

Diante da necessidade de novas alternativas para o ensino tradicional, o sistema que serve de suporte ao cenário de integração deve ter interatividade e recursos de motivação para o aprendizado (som, vídeo, animação, gráficos). Para isso, grande parte do sistema será desenvolvida em CD-ROM devido à grande capacidade de armazenamento de mídias que exijam maior processamento. Além disso, uma base de conhecimentos sobre desenvolvimento de produtos estará disponibilizada na *Internet* para que seja possível, tanto o acesso à distância, quanto a manutenção dinâmica dos conhecimentos sistematizados na rede.

Aplicar o cenário de integração

A verificação dos resultados será feita em duas etapas: a primeira, com a aplicação do sistema de treinamento em CAPP em uma turma de graduação do 5º ano de Engenharia de Produção da USP/São Carlos. Os alunos utilizarão o sistema para que seja possível a realização de uma avaliação quanto à utilização de um sistema de treinamento baseado em computador. A segunda verificação, com o cenário completo de desenvolvimento de produtos, será realizada com alunos do 4º ano de Engenharia Mecânica. Em ambos os casos, após a aplicação, os alunos deverão responder questionários sobre a validade da proposta. As questões diretas, de múltipla escolha, serão respondidas com uma pontuação de 1 a 5, representando uma baixa relevância à questão (valor 1), até uma altíssima relevância (valor 5). Na aplicação do cenário de integração completo, os alunos devem ainda responder questões abertas, dissertativas, sobre os pontos relevantes do cenário e da nova proposta.

Análise dos Resultados

Analisar Resultados

Com os questionários respondidos, terá início a fase de análise dos resultados da pesquisa. Serão feitos gráficos para a análise de cada pergunta individualmente, no caso dos testes, além de observações sobre as questões abertas. O grande objetivo dessa fase é a comprovação das hipóteses que foram levantadas para o trabalho. A análise das respostas dadas pelos alunos deve permitir a comprovação das hipóteses, dando a devida validade ao trabalho até esse momento da pesquisa.

1.6. Estrutura do Trabalho

No capítulo 1 foi apresentada uma visão geral para contextualização sobre os problemas identificados no processo de ensino e treinamento, sobre o desenvolvimento de produtos e a correlação existente entre as duas áreas, bem como seus desdobramentos para as empresas. O método utilizado para o trabalho também é apresentado, baseado na metodologia de desenvolvimento de um trabalho científico.

O capítulo 2 e 3 trazem todo o levantamento bibliográfico relativo ao trabalho. Inicialmente é identificada uma necessidade de mudança no processo tradicional de ensino e o computador é indicado como ferramenta viabilizadora de uma nova proposta de ensino, baseada na participação ativa dos alunos e uma postura colaborativa dos professores, tratados no capítulo 2. Ainda na revisão bibliográfica, no capítulo 3, o desenvolvimento de produtos é colocado como um fator diferencial para a competitividade das empresas. São definidas as abordagens sobre o desenvolvimento de produtos e as alternativas para as empresas atingirem uma posição competitiva, como a integração e a modelagem das empresas.

No capítulo 4, o cenário de integração para o desenvolvimento de produtos é demonstrado em sua proposta original, juntamente com os problemas que foram detectados em suas aplicações. Com isso, são determinadas as hipóteses do trabalho para que a nova proposta do cenário possa ser montada, de forma a solucionar os problemas encontrados.

A nova proposta do cenário de integração para o treinamento sobre desenvolvimento de produtos é definida no capítulo 5. Essa proposta de ensino é baseada na realização de atividades que complementam o cenário de integração para o desenvolvimento de produtos.

No capítulo 6 é demonstrada a aplicação de uma das partes prática desse trabalho, obtida através da implantação de um sistema de treinamento em CAPP para duas turmas de graduação da Engenharia da EESC/USP. O sistema é detalhado com as suas telas principais e características de seu desenvolvimento. É apresentada também, a avaliação a que os alunos foram submetidos, com gráficos demonstrativos sobre a validade de um sistema computacional em no processo de ensino e aprendizagem.

No capítulo 7, o detalhamento completo de toda a estrutura e procedimentos utilizados na implantação da proposta de ensino deste trabalho. É feita a descrição de toda a estratégia de aplicação e avaliação do cenário de integração através da utilização de questionários de testes de múltipla escolha e questões dissertativas. Após a verificação dos resultados dos alunos na realização do cenário de integração, é feita a comprovação das hipóteses previstas.

No capítulo 8, as limitações do trabalho, bem como as novas perspectivas que se abrem com sua finalização, são detalhadas com os comentários finais.

No primeiro anexo é detalhado o script do desenvolvimento de produtos com todas as cenas da estória. No anexo 2, são demonstrados os painéis do desenvolvimento de produtos, que servem de apoio à realização do cenário de integração. No anexo 3, são detalhadas todas as atividades que compõe o modelo de referência para o desenvolvimento de produtos. No anexo 4, são mostradas as questões conceituais que os alunos responderam sobre o CAPP em uma das aplicações práticas deste trabalho. Por fim, no anexo 5, é descrita a programação completa da aplicação do cenário de integração proposto para este trabalho.

Juntamente com a parte impressa deste trabalho, estão também disponibilizados em anexo, dois CD-ROMs que correspondem às

implementações dos sistemas de treinamento que foram gerados para este trabalho. O primeiro CD-ROM contém o sistema de treinamento em CAPP (*Computer Aided Process Planning*) com o conteúdo sobre o assunto, além de exemplos de utilização de um sistema de CAPP do mercado.

O segundo CD-ROM contém o sistema de apoio ao cenário de integração do desenvolvimento de produtos, com dois módulos: o modelo de referência para o desenvolvimento de produtos e o script para o desenvolvimento de produtos.

Ambos os sistemas são auto-executáveis, necessitando apenas inseri-los na unidade de leitura de CD-ROM de computadores que trabalham em plataforma Windows 95 ou superior.

2. ENSINO BASEADO POR COMPUTADOR

2.1. Histórico e evolução

No momento em que este trabalho está sendo realizado, o histórico sobre o treinamento por computador já remonta em quase 40 anos, onde são localizadas as primeiras iniciativas do uso do computador como ferramenta auxiliar ao processo de ensino (VALENTE, 1993).

Paralelo a isso, a pedagogia, há mais tempo, discute novas formas de ensino, sendo esta uma parceria que já resultou inúmeras pesquisas e outro sem número de aplicações em escolas, universidades e empresas (GADOTTI, 1998).

A possibilidade de uso do computador como alternativa de implementação de um novo paradigma para o processo de ensino trouxe à educação um novo cenário. A disseminação dessa nova proposta já é tão extensa que cursos completos (matemática, ciências, línguas entre muitos outros) já se encontram disponíveis até mesmo em bancas de jornal, catálogos de compra dos mais variados, deixando claro que essa nova alternativa é viável e barata.

Na ciência da educação, a teoria do construtivismo de Piaget foi a que mais encontrou relação com a proposta de ensino por computador. Em seus estudos, Piaget coloca que, para que um indivíduo aprenda, é necessário que ele seja o agente de sua aprendizagem (VOLPATO, 1999). Portanto, pode-se afirmar que, em um mundo cuja ênfase é a imprevisibilidade, a impermanência, educação não é um processo que conduz à acumulação de novos conhecimentos, mas, à integração, modificação, estabelecimento de relações e coordenação entre esquemas de conhecimentos que já possuíamos, dotados de uma certa estrutura e organização que varia, em vínculos e relações, a cada aprendizagem que realizamos (COLL, 1996).

Dáí pode-se encontrar a relação entre o construtivismo e o ensino por computador. A esmagadora maioria das iniciativas do uso do computador no processo de ensino/aprendizagem converge para a interação do aluno com esse processo, retirando-o da situação passiva de observação amplamente reforçada nas salas de aula tradicionais e colocando-o frente aos conteúdos de interesse, de forma que ele possa interagir com o assunto, como se ele determinasse o que, quando e como estudar.

São muitas as terminologias atribuídas até então ao ensino baseado por computador. As mais comuns são:

- *Computer Based Training* (CBT) : Treinamento baseado por computador
- *Computer Aided Learning* (CAL) : Aprendizagem auxiliada por computador
- *Computer Aided instruction* (CAI) : Instrução auxiliada por computador
- *Computer Aided Assessment* (CAA) : Avaliação auxiliada por computador

Todas essas terminologias são associadas com a utilização do computador como ferramenta auxiliar ao processo de ensino, na tentativa de propiciar ao aluno uma abordagem diferente ao aprendizado.

As vantagens propiciadas aos alunos com essa nova abordagem, segundo VOLPATO (1999), são:

- i. democratizar o saber, em virtude ao acesso facilitado às fontes geradoras do conhecimento;
- ii. determinar a própria rotina de estudos, flexibilizando a auto-aprendizagem;
- iii. determinar o ritmo de construção do conhecimento, permitindo-se sujeito ativo, explorando de forma ilimitada o potencial individual;
- iv. oportunizar atendimento personalizado;
- v. proporcionar independência espaço-temporal, evitando deslocamentos da residência ou trabalho ao local de estudo;
- vi. possibilitar a aprendizagem na concepção de educação permanente.

As vantagens relacionadas com o ensino por computador, levam à localização de benefícios ao processo de ensino como um todo. Mas, esses ganhos às vezes são difíceis de serem observados.

Em JUKES (1997), é relacionado um tremendo entusiasmo com a utilização dos computadores na educação, tanto quanto já foi percebido com o uso da informática no mundo dos negócios, ciência e indústria. Nos negócios, o poder dos processadores de texto, gerenciadores de bancos de dados e planilhas eletrônicas foi sentido imediatamente, com resultados reais de aumento de produtividade do trabalho. Na ciência, medições rápidas, cálculos, análises com simulações realísticas, permitiram aos cientistas realizar experimentos nunca antes possíveis. Para a indústria, processos repetitivos e monótonos foram eliminados por robôs e sistemas de computação numéricos.

O papel da tecnologia em sala de aula não foi evidente de imediato, devido em parte, ao fato que muitos elementos da educação formal não são facilmente qualificados ou quantificados. Enquanto o aprendizado e o ensino podem ser considerados processos essenciais, as perspectivas para a educação estão em constante mudança. Como conseqüência, há muitos pontos de vista sobre o que é, ou poderia ser importante na educação. Essa gama de visões diferentes estende-se ao uso da tecnologia na educação.

No início, muitos defensores do uso da tecnologia na educação, viam a questão simplesmente como um gerenciamento de hardware e software, algo muito menos complexo do que lidar com as questões relacionadas aos elementos de qualidade na educação (JUKES, 1997).

Assim, os esforços concentram-se atualmente em encontrar alternativas de ensino baseado por computador, onde os resultados levam a melhorias reais no aprendizado, realizando a construção individualizada do conhecimento, respeitando as características próprias de cada aluno.

Não é mais possível falar-se de ensino por computador sem citar a Internet, tamanho potencial que essa tecnologia propicia ao processo de aprendizagem. É quase impossível quantificar o volume de informações que está disponível na Internet, crescendo esse número a cada hora (REZENDE, 1998). Já é fato que um dos pontos principais do ensino por computador é a possibilidade do aluno determinar a profundidade da informação acessada. Dessa forma, quando o computador é colocado diretamente no processo de ensino, a conexão constante, ou em alguns

momentos com a Internet, possibilita que a variedade e profundidade dos assuntos tratados atinjam níveis nunca antes previstos nas formas de ensino tradicionais – ou pelo menos, nunca com tamanha velocidade.

Mas, esse recurso incrível do ensino por computador, a Internet, carrega consigo talvez a maior desvantagem dos sistemas de navegação: a sobrecarga cognitiva. Essa característica negativa do uso de sistemas de navegação – neste caso, a Internet – é derivada da ligação constante dos assuntos com muitas outras fontes de informação, fazendo com que o usuário “se perca” no contexto global, por enfatizar demais um tópico. Ao atingir uma profundidade muito grande em um assunto específico, o usuário tem grande dificuldade de localização neste contexto em que estava inserido no processo de aprendizagem.

Mas, as poucas desvantagens que podem ser encontradas não inviabilizam o uso do computador no ensino. São apenas alertas para que fique bem claro que o ensino apoiado por computador não descarta o papel do professor, mas apenas estabelece novos papéis, enobrecendo sua tarefa. Para que sejam evitadas essas conseqüências citadas anteriormente, o professor deve monitorar ou tutoriar o processo de ensino para que não ocorram perdas de consistência no aprendizado, mantendo-se o foco constante nos assuntos propostos aos alunos.

2.2. Hipermídia e Educação

2.2.1. Histórico e evolução

A combinação de texto, gráfico, animação, som e vídeo, já faz parte de uma realidade em incontáveis aplicações no computador, nas mais diversas áreas. Para essa combinação, denomina-se multimídia. A presença de todos esses elementos em um mesmo sistema causou, desde suas primeiras utilizações, uma verdadeira revolução na concepção de atratividade proporcionada pelos computadores. Em 1984, divulgado através de um comercial que entrou definitivamente para a história da publicidade e ganhou incontáveis prêmios (Figura 5) – dentre eles o de comercial do século, a Apple

lançou um novo conceito de interface, apoiada por gráficos, ícones, cores, botões de acesso, som e outros elementos que, naquele momento, decretavam a morte inevitável dos cansativos e desinteressantes terminais de tela verde (ou quando muito, discretas variações para textos em branco, âmbar e etc.). Na verdade, demorou um pouco ainda, para que a micro-informática se rendesse ao apelo da interface gráfica. O uso intenso desses recursos em larga escala, veio com o poder de marketing da Microsoft em 1992, com o lançamento mundial do Windows 3.1 e seus derivados a partir deste.

Finalmente, o computador passaria a representar um fator diferencial na interação do usuário com a informação. Que o computador continha uma grande quantidade de informação e que poderia disponibilizá-la em intervalos de tempo bastante reduzidos, já era fato no fim dos anos 80. Mas, páginas e páginas de texto, exibidos em uma tela monocromática desmotivadora, já era um limite final para o usuário, ansioso por algo novo e, definitivamente, melhor.

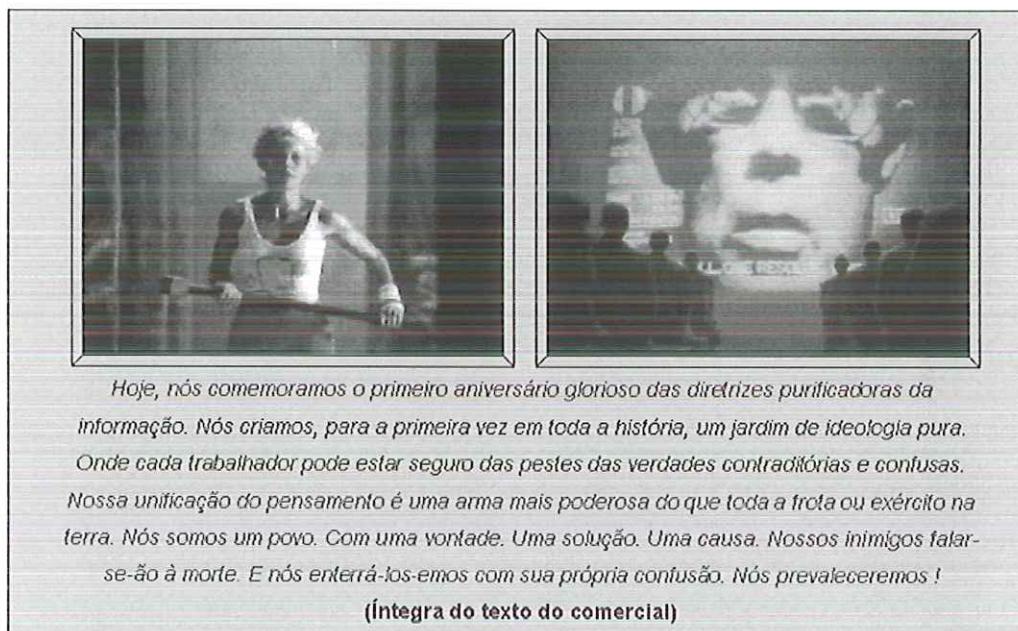


Figura 5 - O premiado comercial da Apple

Fonte: www.apple.com

Ainda comentando o comercial, o texto que foi reproduzido na íntegra, na Figura 5, é uma mensagem discursada por um ditador que prevê a unificação de pensamentos e uma submissão à informação pura e indiscutível. O rompimento dessa imposição vem com uma pessoa – perseguida por

guardas, que interrompe o discurso de verdadeira lavagem cerebral com uma marreta arremessada contra o telão onde é feito o pronunciamento. E esse rompimento era a proposta da Apple com o lançamento, em 1984, de uma nova interface que possibilitaria um comportamento muito mais intenso e interativo dos usuários daquelas pequenas máquinas de acesso à informação.

Mas houve um passo anterior à grande mudança da multimídia. Estava por vir uma proposta diferente na forma pela qual se acessava aquela grande quantidade de texto contínuo. Foi exatamente essa característica de texto contínuo e linear que batizou os primeiros sistemas de treinamento por computador de "Paginadores Eletrônicos". Isso, porque o treinamento proposto pela computação era feito através de telas de texto consecutivas, com a única possibilidade de avançar e retroceder no conteúdo, uma página de cada vez (VALENTE, 1993). Eram livros inteiros, teorias completas, transcritas na tela do computador e duas teclas para avançar ou retornar às páginas vizinhas. Novidade, porém, cansativo.

A grande solicitação dos usuários e barreiras dos pesquisadores da computação era vencer a linearidade desses sistemas de transmissão de informação (talvez seja cedo para usar a palavra treinamento, um pouco forte ainda para essa atividade tão rudimentar).

A busca era por fornecer ao usuário o controle, a direção por onde se deseja caminhar naquele conteúdo todo. Finalmente, ter o poder de percorrer a informação de acordo com o seu interesse ou necessidade maiores. Assim, poderia ter início uma nova fase, onde cada usuário poderia moldar o processo de aprendizagem de acordo com suas limitações, facilidades, disponibilidade ou interesse. Seria a primeira iniciativa de individualização do processo de aprendizagem através da descentralização do ensino, até então, focada exclusivamente na figura do professor.

Surge então, inicialmente nos laboratórios de pesquisa das escolas de computação, o Hipertexto. Uma forma não linear de acesso a uma base de conhecimentos, que derrubaria de uma vez os limites impostos pela linearidade dos primeiros sistemas dessa natureza. Uma avenida de vias largas abria-se

para novas e ilimitadas possibilidades de aplicação, na qual era possível colocar, ao alcance dos usuários, o comando para o acesso à informação.

FISCHER & MANDL (1990), definem hipertexto como sendo janelas com fragmentos de textos ou gráficos numa tela de computador, associadas a objetos numa base de dados e ligações entre objetos, representadas graficamente como rótulos e na base de dados como ponteiros.

Quase que conjuntamente com os sistemas hipertexto, surgia a multimídia: cheia de recursos e novidades, a computação vislumbrava o surgimento de uma nova era, além da quebra de muitas limitações, até então, intransponíveis.

Hipertexto e multimídia: a união desses dois elementos era inevitável. Reunir a flexibilidade de navegação dos sistemas hipertexto com a diversidade de recursos oferecida pela multimídia, só poderia trazer excelentes resultados. Surge então, a hipermídia. O conceito do hipertexto continua mantido: a navegação não linear por uma base de conhecimentos, dando independência na ordem e na profundidade dos tópicos que se deseja consultar. A diferença é que, com a hipermídia, as ligações com outras partes do conhecimento podem levar aos elementos da multimídia. Uma ligação pode trazer um gráfico exemplificativo, uma narração ou depoimento em áudio, um trecho de vídeo, uma entrevista, uma animação e etc. São formadas redes de conexões entre as mídias suportadas pelo computador. Talvez o maior exemplo representativo do início da utilização da hipermídia sejam as enciclopédias eletrônicas. Volumes completos das grandes (e pesadas) enciclopédias que ocupavam prateleiras inteiras das estantes das residências e bibliotecas, foram substituídos por CD-ROMs que continham todo aquele conteúdo, com um pequeno adendo: ao procurar por "Brasil", em uma enciclopédia eletrônica, o acesso pode ser a textos sobre o Brasil, ouvir seu hino (executado a desejo do usuário), ver cenas de vídeo dos principais pontos turísticos entre outras atrações. Nada comparável aos longos textos e poucas fotos dispersas nos enormes volumes da antiga enciclopédia de papel.

FISCHER & MANDL (1990) definem a hipermídia como uma mídia virtual e colocam o prefixo "hiper" como fator que distingue esse tipo de mídia

da multimídia. E essa diferença é baseada na profundidade e riqueza da informação contida. A diferença também se dá, pelo fato do usuário decidir quanto dessa riqueza virtual ele deseja utilizar. A classificação como uma mídia virtual é pelo simples fato de que a informação ou o resultado obtido é produto de um ato interpretativo. A seqüência pela qual um usuário percorre a informação, determina o conteúdo pelo qual ele foi submetido. Inserindo a Internet nesse contexto, essa "riqueza virtual" assume uma dimensão sem limites. Se usuários distintos de um sistema hipermídia, ao final de suas experimentações, forem questionados com:

"O que você achou do sistema que você utilizou ?",

as respostas podem ser as mais variadas possíveis. Talvez haja concordâncias em relação à atratividade, facilidade de busca, interatividade e etc. Mas, quanto ao conteúdo, se não forem colocados roteiros de visitação aos tópicos e for livre a iniciativa para percorrer os assuntos tratados, haverá respostas as mais diferentes possíveis. Isso, porque o usuário tem o domínio do que ele terá realmente percorrido. Para uns, a profundidade dos assuntos pode ter chegado a limites de estado da arte, enquanto para outros, os conceitos ficaram numa superficialidade somente necessária à compreensão geral dos temas. Tudo de acordo com o caminho que cada usuário percorreu em suas buscas. Daí, a flexibilidade proporcionada pelo ensino apoiado em sistemas computacionais com recursos da hipermídia. Esses sistemas permitem uma imensa e variada possibilidade de combinações na exploração de um conteúdo que será ditada pelo interesse, pela motivação e curiosidade despertada em cada aluno, individualmente. Surge então, a primeira tarefa do "novo professor" dessa onda de tecnologia perante a educação: a de orientar o seu aluno, estabelecendo contextos de assuntos tratados no processo de ensino, mas dando a cada estudante uma liberdade saudável e enriquecedora de busca e descobrimento do conhecimento como algo novo, interessante e prazeroso.

2.2.2. Características da Hipermídia

Os sistemas hipermídia têm características que não serão necessariamente encontradas em todos os casos, mas que podem defini-los de

maneira generalizada. JONASSEN & GRABINGER (1990) classificam essas características da seguinte forma:

2.2.2.1. Nós

Talvez a mais forte característica dos sistemas hipermídia seja o nó, que consiste em pedaços ou fragmentos de texto, gráfico, vídeo ou outras informações. O tamanho do nó pode variar de uma simples figura ou poucas palavras ao tamanho de um grande documento. Os nós, também referidos como frames, são as unidades básicas do armazenamento da informação. Ao invés de encontrar um fluxo contínuo da informação, como em um livro ou um filme, a hipermídia coloca a informação estruturada em nós que são relacionados uns com os outros. A modularização da informação permite ao usuário escolher qual nó de informação deseja acessar em determinado momento.

2.2.2.2. LIGAÇÕES (LINKS)

O inter-relacionamento ou interconexões entre os nós de informação é definido como *link*. Em sistemas hipermídia, *links* são tipicamente associativos, isto é, eles definem uma relação associativa entre os pares de nós que eles conectam. Os *links* transportam o usuário até o nó que ele seleciona, permitindo ao usuário navegar através da base de conhecimento da hipermídia, fornecendo também uma informação organizacional, mostrando explicitamente a natureza da relação entre os nós interconectados. Os *links* devem ser ativados através de dispositivos indicadores - ou apontadores, como mouse, teclado, *light pen*, até mesmo o dedo, em telas *touchscreen*. Os *links* podem estar colocados em textos ou figuras, de forma que, ao acionar uma palavra ou parte de uma figura, o usuário será transportado para outro nó ou representação de algum elemento. Os *links* também podem ser colocados numa área dedicada da tela, fora do espaço das informações. A Figura 6 mostra os tipos mais comuns de *links*.

2.2.2.3. REDE DE IDÉIAS: ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A estrutura de nós e *links* forma uma rede de idéias. A rede é um grupo inter-relacionado e interconectado. As idéias em uma rede hipermídia são os

nós, que são interconectados pelos *links*. Os nós podem ser conectados baseados em relações semânticas no assunto tratado. A estrutura organizacional de todo sistema hipermídia determina o modelo de informação da base de conhecimento hipermídia. O modelo de informação descreve a organização das idéias e seus inter-relacionamentos que, se forem explicitamente sinalizados, devem ajudar o usuário a compreender melhor a informação ou o problema que é tratado no sistema. O modelo de informação também facilita a localização e recuperação da informação no sistema.

<p>Se sua empresa possuir uma <u>intranet</u>, ou se você tiver acesso à <u>Internet</u> (por exemplo, se tiver um modem e uma conta de <u>Internet</u> através de um provedor de serviços de <u>Internet</u>, ou se você estiver em uma corporação e tiver acesso através da rede),...</p>	 <p>clique na imagem para mais informações</p>	 <p>«área de navegação de um sistema multimídia»</p>
<p>Texto</p>	<p>Figura</p>	<p>Áreas Dedicadas</p>

Figura 6 - Tipos mais comuns de links

2.2.2.4. BASE DE DADOS

Muitos consideram a hipermídia como uma requintada base de dados de informações que facilita a busca e o acesso à informação de uma maneira associativa. A estrutura organizacional de muitas bases de conhecimento hipermídia, na verdade, assemelham-se à base de dados convencional. *Links* tornam-se estratégias de busca codificadas. A hipermídia difere das bases de dados na estrutura de informação associativa e no controle dinâmico fornecido ao usuário. A estrutura dos dados e potencialidades de consulta das bases de dados são mais restritas que nos sistemas hipermídia. Tomando-se como exemplo as bases de dados relacionais, também é possível estabelecer inter-

relações entre seus elementos, mas o acesso às informações, em geral, é pré-definido pelos desenvolvedores, praticamente não possibilitando ao usuário interferir nas relações já existentes. As relações entre os elementos de um sistema hipermídia também são pré-estabelecidas, porém, seu acesso é determinado pelo usuário.

2.2.2.5. INTERATIVIDADE: CONTROLE DINÂMICO

A hipermídia permite ao usuário determinar a seqüência na qual irá acessar a informação. O nível de controle do usuário varia com o sistema e seu propósito. O importante é que o usuário é significativamente interativo com o sistema e controla a informação dinamicamente. Ele pode acelerar e/ou desacelerar o ritmo, mudar a direção, expandir o horizonte de suas informações. Ao contrário de muitos sistemas de informação, o usuário *deve* ser mentalmente ativo enquanto interage com a informação. Enquanto a interatividade é um limitante da maioria dos sistemas de informação, a hipermídia permite um alto controle dinâmico ao usuário.

2.2.2.6. CAMINHOS

Caminhos são o registro da seqüência que pode/deve ser percorrida pelo usuário em um sistema hipermídia. Os caminhos podem ser determinados pelo autor, pelo usuário, ou eles podem compartilhar tal responsabilidade. O autor gera caminhos referentes a *links* pré-determinados contidos no espaço da informação, denominados "*guided tours*" (percursos guiados) através da base de conhecimento. Usuários que não desejam determinar a seqüência do acesso à informação, utilizam-se de um *guided tour* de maneira linear. Mas, eles também podem criar seus próprios caminhos. Esses caminhos criados pelo usuário são reflexões individualizadas da lógica que o usuário utiliza para percorrer a base de conhecimento. Alguns sistemas permitem ao usuário gravar esses caminhos que tenha feito para posteriormente rever ou documentar seu processo de aprendizado. Expandindo as aplicações, outros sistemas colaborativos permitem o compartilhamento desses caminhos montados entre usuários e até adicionar esses caminhos à base de conhecimento.

2.3. Casos de utilização de CBT nas indústrias

Também já não é novidade a utilização de sistemas de treinamento nas empresas. Sistemas Tutores, Sistemas Especialistas e muitos outros já são aplicados com sucesso, obtendo-se resultados satisfatórios quanto à redução de custos e melhoria dos resultados de aprendizagem.

Em geral, esses sistemas são utilizados para a capacitação técnica de alguma tarefa específica que o funcionário deseja ou deva realizar.

Na Figura 7, pode-se verificar funcionários de uma empresa de componentes eletrônicos que têm, a todo instante, um sistema de treinamento e consulta sobre as operações que devem ser realizadas. No surgimento de qualquer dúvida sobre a montagem, o funcionário pode acessar o sistema e verificar, através de explicações com áudio e vídeo, quais são os procedimentos que ele deve tomar quando tiver alguma dúvida ou necessitar de alguma confirmação sobre o que está realizando.

Essa prática nas indústrias leva a uma economia muito grande nos custos de treinamento. Para resolver às dúvidas que o funcionário teria em determinado momento, seria necessário destacar um outro funcionário mais habilitado para aquela tarefa, para poder instruir o primeiro. Conseqüentemente, esse funcionário desempenhava um outro papel que deixou de ser realizado para atender uma dúvida. Assim, pode-se afirmar que a utilização de sistemas de treinamento nas indústrias aumentaria a produtividade, através da otimização de pessoal.

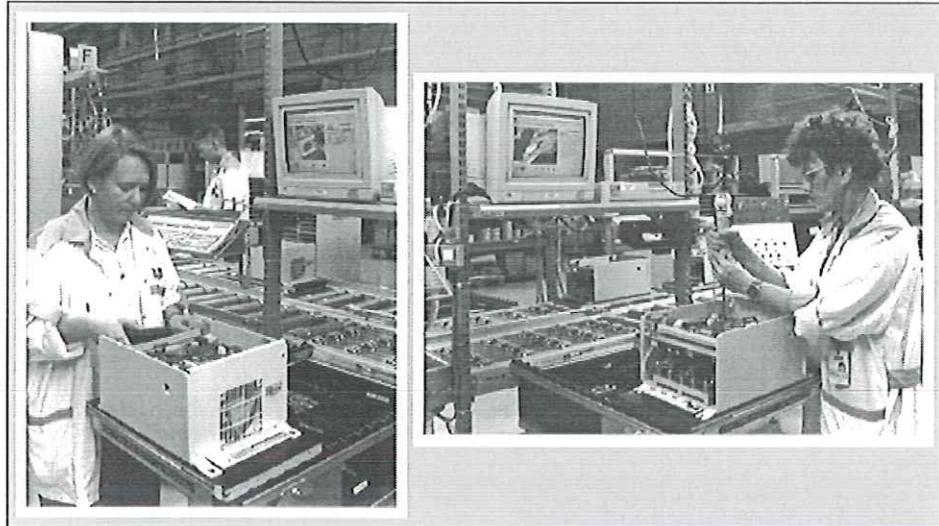


Figura 7 – Funcionários utilizando-se de sistemas de treinamento
Fonte: Itss (1999)

Os sistemas de treinamento com a tecnologia da multimídia utilizado nas empresas têm grandes resultados na aquisição de novas habilidades, principalmente pelo uso do áudio e vídeo. As explicações são narradas no sistema e o procedimento operacional é claramente exposto em vídeo, com a demonstração exata do uso de ferramentas e técnicas de montagem. Na Figura 8, observa-se demonstrações em vídeo de procedimentos de montagem de equipamentos eletrônicos. Pode-se verificar na Figura 8, que o funcionário exerce o controle sobre o andamento das explicações com o menu de operações, determinando quantas vezes seriam necessárias assistir as explicações, de acordo com as dúvidas que tiver.

A primeira iniciativa de treinamento nas empresas com o uso de tecnologia foi através de aulas com vídeo, dando características de descentralização ao processo de ensino, possibilitando inclusive que o funcionário realizasse parte de seus treinamentos na hora e local que fossem mais apropriados. Mas a interatividade é altamente prejudicada, pois a única ação de interação permitida com o vídeo é a de repetir algum tópico avançando ou recuando as apresentações.

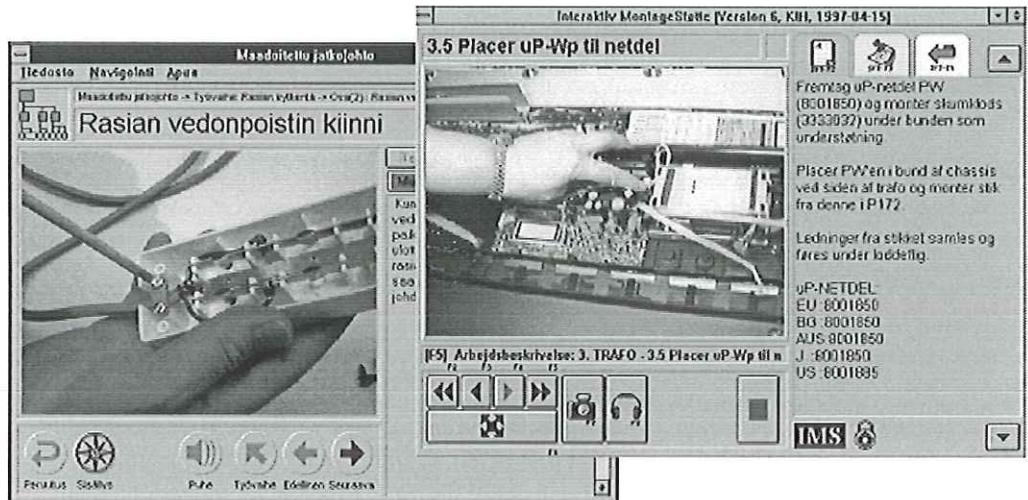


Figura 8 – Detalhe de sistema de treinamento para montagem de produtos
Fonte: Itss (1999)

A hipermídia permite que o usuário escolha rapidamente os pontos a serem visitados, estabelecendo um contato dinâmico com o conteúdo completo pois as ligações – links, possibilitam a ampla navegação do usuário sobre os tópicos abordados.

2.4. Web Based Training (WBT)

Em todas as áreas das ciências, a evolução do conhecimento se multiplica em ritmo vigoroso, constituindo uma das variáveis mais importantes na explicação e transformação da organização social e econômica (WICKERT, 1999).

WICKERT (1999), coloca um estudo realizado sobre a variação da velocidade do crescimento na história da humanidade. Considerando os fatos científicos conhecidos no ano 1 d.C., assumindo que a aprendizagem coletiva começou com a linguagem e levou aproximadamente 50.000 anos para que a humanidade acumulasse aquela primeira unidade. Com as estimativas feitas no estudo, a humanidade duplicou seu conhecimento por volta de 1.500 d.C. Em 1750, o conhecimento total tinha duplicado novamente e em 1900, havia se tornado oito unidades. A próxima duplicação levou apenas 50 anos e a seguinte apenas 10, de modo que em 1960 a humanidade tinha acumulado trinta e duas unidades de conhecimento. Ela então duplicou mais uma vez nos

seis anos seguinte, tornando-se 128 unidades em 1973 – ano em que o estudo foi concluído. Essa aceleração continuou a aumentar, num ritmo sempre crescente. Num segundo estudo, levantou-se que o conhecimento humano está se duplicando a cada 18 meses.

A grande pergunta que se faz é se, com sua estrutura tradicional, o sistema educacional apresenta condições de absorver esse crescimento do conhecimento.

Nos dias de hoje, é impossível falar sobre ensino por computador sem ao menos citar a internet e suas aplicações. Do WBT e aprendizado à distância até a realidade virtual, treinamento e tecnologia estão convergindo para o mesmo caminho rápida e radicalmente (KOONCE, 1999). A convergência – acelerada pela Internet e pelo crescimento da Intranet nas companhias – está tendo um impacto revolucionário no treinamento e nas habilidades que educandos precisarão para realizar seus trabalhos no próximo século (HALL, 1999).

Segundo NAVES (1998), a possibilidade de se obter qualquer tipo de informação em qualquer parte do planeta, intensifica a relação entre os homens, possibilita seu desenvolvimento e, de certa forma, diminui suas diferenças. Quando a obtenção de informação se associa ao processo de aprendizagem esta afirmação se torna mais verdadeira. Quando passa a ser possível tornar relações não presenciais tão semelhantes às presenciais, esta tecnologia emergente começa a colaborar para o desenvolvimento de uma sociedade mais igualitária a despeito do tempo e do espaço e de muitos outros fatores limitantes.

O futuro do treinamento baseado em tecnologia parece ter um potencial sem limites. A tecnologia pode ser utilizada para customizar cursos, integrar o ensino *just-in-time* e permitir ao ensino tradicional, formar múltiplos *sites* simultaneamente. O ensino à distância, por exemplo, que está crescendo em popularidade e que avança em passos largos nos centros de pesquisa, permite ao educando em uma localidade, estar simultaneamente conectado a participantes em locais variados, mesmo amplamente distanciados fisicamente, reduzindo assim, despesas de viagens e outros custos. A impossibilidade de

locomoção, não impedirá mais que estudantes se privem de oportunidades de ensino, cabendo à tecnologia, viabilizar esse acesso (MACEDO, 1999).

A tecnologia tem um papel de crescimento em como treinar e capacitar nas organizações. Pelo fato da tecnologia customizar os cursos facilmente, a qualidade do treinamento tende à melhoria. O treinamento terá características de individualização; tudo será especificado para a necessidade das pessoas. Isso iria diminuir uma grande lacuna do treinamento – o montante de informação não relevante que os participantes são expostos no típico treinamento de classe. Ao mesmo tempo, os mecanismos de treinamento estarão em todo lugar. Ao invés de discretas salas de aula, o treinamento será em *workstations*, carros, fornos de microondas, telefones e outros dispositivos.

Assim, o ensino à distância é um canal que mais e mais companhias estão utilizando para distribuir treinamento para um grande número de pessoas; a Internet e empresas com Intranet fornecem as alternativas.

A velocidade da mudança é tão rápida nas organizações que, para lidar com as falhas ou defasagens de habilidades, é necessário olhar para o desenvolvimento de diferentes modelos de treinamento.

KOONCE (1999) coloca que a tecnologia tem um forte papel no futuro, não só de facilitar o processo de ensino, mas também de ajudar a aprender mais sobre como as pessoas aprendem. Ela brilha como uma incômoda luz sobre quão pouco realmente sabemos sobre aprendizado e derrubando vários mitos sobre aprendizado – por exemplo, de que pessoas aprendem mais em sala de aula. Hoje, novas tecnologias não são somente um-para-um ou ainda um-para-muitos; elas são, de fato, muitos-para-muitos. A oportunidade de falar para uma pessoa e ter a oportunidade de respondê-la é muito importante. Isso, porque quanto mais falarmos, maiores as oportunidades de compreensão e aprendizado.

Para esse trabalho, o ensino à distância realizado de forma integral, surge como apontamento para trabalhos futuros, pois não será implementado dessa forma. Mas, a proposta de gestão do conhecimento desse trabalho conta com a internet como poderosa ferramenta de suporte ao ensino do desenvolvimento de produtos.

Nas aplicações de WBT, a internet ainda traz características desmotivadoras quanto às suas aplicações. A utilização intensa de mídias – como áudio, vídeo e animações, ainda causa aborrecimentos nos cursos disponibilizados via internet. Apesar do crescimento acelerado dos provedores com acesso rápido, esse recurso ainda não pode ser considerado como regra geral para os usuários em potencial dos cursos à distância.

Assim, ao invés do uso de mídias na internet causar o efeito motivador como propósito fundamental, aparece como desgastante sofrimento de espera e impaciência por parte dos usuários.

A tendência mais do que natural com o avanço da tecnologia é a solução gradativa desses problemas de velocidade de acesso para a internet. Em pouco tempo, vídeos em tempo real e interatividade sem interrupções, serão a realidade das aplicações baseadas na rede. Como isso ainda não é possível, grande parte das aplicações dos sistemas computacionais desse trabalho foram realizadas em CD-ROM, onde a quantidade de informação contida é razoavelmente grande, o uso em larga escala de áudio, vídeo e animações é perfeitamente possível e a disponibilização da mídia já é considerado acessível em massa, pois a maioria dos computadores hoje, tem unidade de leitura de CDs.

Portanto, a única parte que será utilizada no cenário de integração proposto através da internet é a base de conhecimentos já implementada para o cenário de integração que é utilizada nos cursos realizados no cenário de integração.

A disponibilização dos conhecimentos de desenvolvimento de produtos via internet tem como uma das principais vantagens, a manutenção dinâmica dos conceitos envolvidos, permitindo uma rápida e constante atualização. Na Figura 9 está representada a página inicial de acesso aos conhecimentos sistematizados do desenvolvimento de produtos.

A partir da página inicial, o usuário pode acessar qualquer um dos conhecimentos que foram sistematizados. Na página específica de cada conhecimento, encontram-se informações gerais sobre o assunto, além do contato com os responsáveis pela sistematização daquele assunto, *sites*

relacionados e indicações de bibliografias complementares, que podem ser livros, revistas ou artigos (alguns desses artigos também são disponibilizados para consulta).

A Figura 10 é um exemplo de uma página específica de um conteúdo, no caso, conceitos sobre o desenvolvimento de produtos.

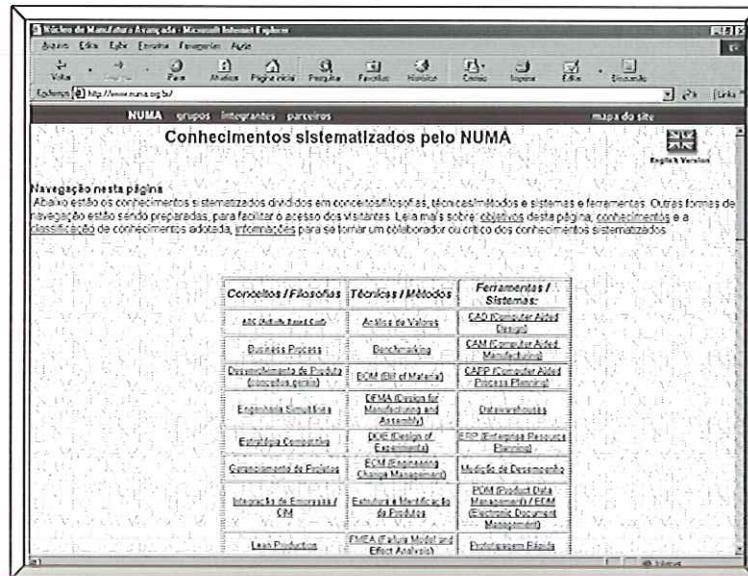


Figura 9 – Página inicial da base de conhecimentos

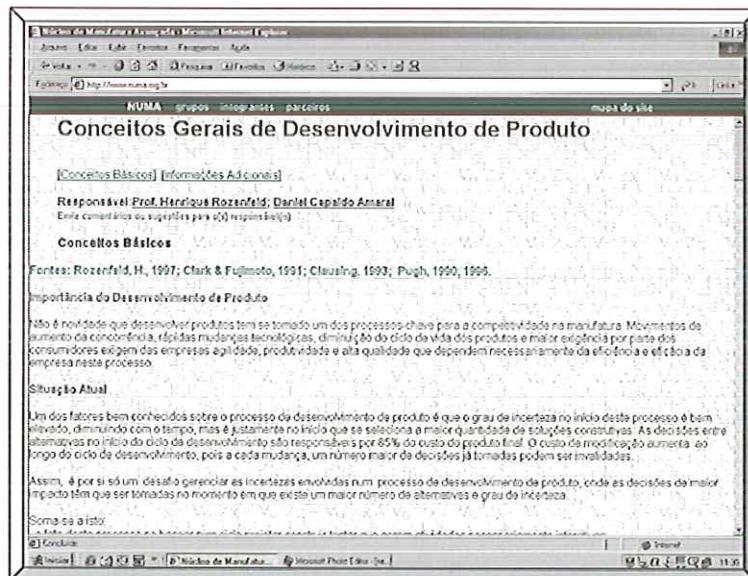


Figura 10 – Página de conhecimento sobre Desenvolvimento de Produto

A disponibilização desses conceitos na internet permite que, à medida que novos conhecimentos vão sendo sistematizados, imediatamente tornam-se disponíveis ao usuário. Da mesma forma, quando outras informações complementares forem consideradas importantes nos conceitos que já estão disponíveis, esses dados vão sendo inseridos, fazendo com que o conhecimento se torne dinâmico, sempre atualizado às necessidades dos programas de ensino vinculados a ele, ou a quaisquer outras atividades de interesse.

Quando a tecnologia permitir a utilização indiscriminada de mídias que exijam maior velocidade de acesso, a internet se tornará uma fonte inesgotável de recursos de ensino, com a qualidade que as novas propostas de educação exigem. As soluções que hoje estão sendo utilizadas, com auxílio de CD-ROM e até mesmo de tecnologias mais novas, como o DVD, cobrem grande parte das necessidades do ensino não presencial e interativo. Mas, o acesso ao conhecimento, a qualquer hora e local, viabilizado pela internet, é sem dúvida, o grande futuro da educação, assim como de tantas outras áreas das ciências.

No próximo capítulo será levantada a revisão bibliográfica sobre o Desenvolvimento de Produtos que é utilizada para esse trabalho e que serve como base para a aplicação do cenário de integração.

3. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Atualmente, um dos mais fortes diferenciais de competitividade do mercado tem sido a capacidade das empresas em lançarem novos produtos com eficiência, qualidade e baixo custo.

CLARK & FUJIMOTO (1991) colocam que a competição industrial, que tem um foco muito forte no desenvolvimento de produtos, tem sido guiada por três forças nas últimas duas décadas:

- o surgimento de intensa competição internacional;
- a criação de mercados fragmentados e clientes sofisticados;
- distintas transformações tecnológicas.

A combinação dessas três forças empurra o desenvolvimento de novos produtos para o centro da competitividade industrial.

A terceira força citada, sobre as transformações tecnológicas, é onde se localiza uma grande justificativa desse trabalho. Uma estrutura de ensino e treinamento que possa otimizar o aprendizado dos funcionários diante de uma constante renovação tecnológica, pode agregar valores ao desenvolvimento de novos produtos, aumentando a competitividade das empresas.

3.1. O desenvolvimento seqüencial de produtos e a Engenharia Simultânea

O desenvolvimento seqüencial de produtos é prática antiga nas empresas e ainda pode ser largamente encontrado. Segundo SYAN (1994), esta prática ainda é encontrada na maioria das empresas ocidentais. O autor ainda coloca que, tipicamente, nas organizações que lidam com manufatura e

que adotam a filosofia da Engenharia Seqüencial, a necessidade de novos produtos, escala de preços e expectativa sobre clientes ou clientes potenciais são definidos pelo marketing. O projeto e engenharia recebem especificações fracas e geralmente trabalham sozinhos definindo os requisitos técnicos, detalhes do projeto final, lista de materiais e etc.

Dessa mesma forma isolada em que o projeto trabalha, a manufatura, teste, qualidade, entre outras atividades, trabalham com a mesma característica.

A Engenharia Seqüencial prevê o início da execução de uma fase somente na finalização da anterior.

Em SYAN (1994), o autor define as fases consecutivas de um processo de engenharia seqüencial, sendo que do marketing à produção, as fases vão se sucedendo à medida que a fase anterior termina (Figura 11).

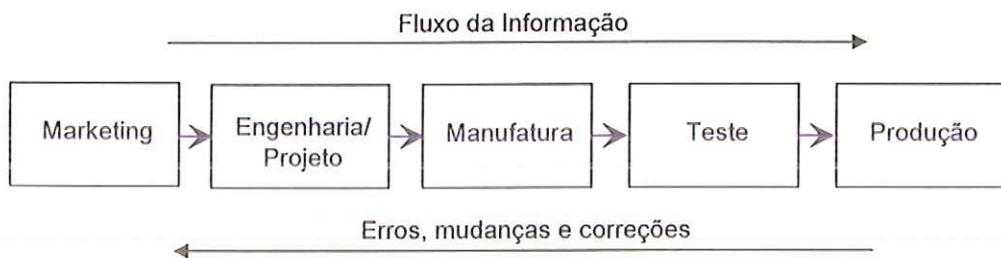


Figura 11 - O processo de Engenharia Seqüencial (SYAN, 1994)

Um dos grandes problemas da Engenharia Seqüencial é que o retorno a fases anteriores para possíveis correções de projeto, acarreta enormes atrasos no tempo de desenvolvimento dos produtos, aumentando o custo desses produtos de forma muito determinante na competitividade da empresa.

Segundo SYAN (1994), essa abordagem incentiva um grande número de alterações e modificações nos últimos estágios da fase de desenvolvimento de produtos, quando isto torna-se mais difícil e caro.

Na Engenharia Seqüencial, uma significativa porção do custo de manufatura (entre 50% a 80%) é gasta antes que os engenheiros de

manufatura tenham se posicionado sobre o projeto do produto (PRASAD, 1996).

Assim, para a otimização do processo de desenvolvimento de produtos, visando a melhoria da qualidade e redução dos custos, muitas empresas adotaram a Engenharia Simultânea como filosofia para o desenvolvimento de produtos.

Em PRASAD (1996), a Engenharia Simultânea, em contraste com a Engenharia Seqüencial e linear, é definida como uma abordagem que requer paralelismo, interação e o trabalho de equipes multidisciplinares colaborativas para o processo de desenvolvimento de produtos.

Na literatura, pode-se encontrar várias definições de Engenharia Simultânea. Algumas para serem citadas:

Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado de produtos que enfatiza o atendimento das expectativas dos clientes. Inclui valores de trabalho em equipe, tais como cooperação, confiança e compartilhamento, de forma que as decisões sejam tomadas, no início do processo, em grandes intervalos de trabalho paralelo incluindo todas as perspectivas do ciclo de vida, sincronizadas com pequenas modificações para produzir consenso (ASHLEY, 1992 apud PRASAD, 1996).

Engenharia Simultânea é a integração do projeto do produto e do processo em toda a empresa (FINGER, 1993 apud PRASAD, 1996).

SYAN (1994), define a Engenharia Simultânea como sendo uma abordagem sistemática para o projeto integrado e concorrente de produtos e seus processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. O propósito da Engenharia Simultânea, segundo o mesmo autor, é assegurar que as decisões tomadas durante o projeto de um produto resultem em um total mínimo de custos durante seu ciclo de vida.

O paralelismo no desenvolvimento, proposto na Engenharia Simultânea, reforça a idéia do treinamento interativo para o desenvolvimento de produtos. Se os processos nas empresas devem ser sincronizados, assim também devem ser os conceitos, o conhecimento da empresa como um todo. As

peçoas a serem treinadas para o desenvolvimento integrado de produtos não deveriam ser expostas a conhecimentos tratados seqüencialmente, mas sim, de forma integrada. O ensino e treinamento por computador permitem o estabelecimento de relações entre os conceitos tratados, enquadrando-se na filosofia de integração da Engenharia Simultânea para as empresas.

3.2. Desenvolvimento de Produtos como um Processo de Negócio

Muitas empresas, na tentativa de melhoria de produtos e serviços, começaram a utilizar a estrutura de classificação de processos de maneira a melhor compreenderem seus processos, para alcançarem, além dos limites da indústria, a comunicação e o compartilhamento das informações e classificar a informação de várias formas (APQC, 1993). As organizações passaram a ver suas atividades de um ponto de vista de processos da indústria, ao invés de um ponto de vista funcional.

DAVENPORT (1994), define um processo como um "conjunto de atividades estruturadas e medidas destinadas a resultar num produto especificado para um determinado cliente ou mercado".

A Figura 12 exemplifica um processo interfuncional dentro de uma empresa. No caso, o processo mostrado é o de desenvolvimento de um novo produto, visto de uma forma simplificada.



Figura 12 - Um processo interfuncional típico (DAVENPORT, 1994)

Em uma visão inicial para o processo de desenvolvimento de produtos representado na Figura 12, esse novo produto a ser gerado na empresa, teria seu projeto desenvolvido pela pesquisa e desenvolvimento; a viabilidade e visão comerciais seriam verificados pelo marketing, enquanto a fabricação seria responsável pelo estudo sobre a engenharia de fabricação do produto.

DAVENPORT (1994), ainda define um processo como uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com um começo, um fim, entradas e saídas claramente identificados: uma estrutura para a ação.

A estrutura hierárquica é uma visão fragmentária e estanque das responsabilidades e das subordinações. Em contrapartida, a estrutura de processo é uma visão dinâmica pela qual a organização produz valor (DAVENPORT, 1994).

A APQC (American Productivity & Quality Center), propôs uma estrutura para classificação de processos, dividida em: processos operacionais e processos de gerenciamento e suporte (APCQ, 1993). O propósito dessa estrutura de classificação foi, através dessa visão por processos, permitir que as empresas e outras organizações vissem suas atividades com uma visão mais ampla, ultrapassando os limites da empresa, diferente dos pontos de vista funcionais até então adotados.

Com a definição do desenvolvimento de produtos como sendo um processo multifuncional, integrando todas as áreas da empresa, a dificuldade seria de definição desses processos e sua representação clara e objetiva dentro da organização.

Em ROZENFELD (1999), o desafio das empresas e campos de pesquisa para o desenvolvimento de produtos seria identificar os fatores que condicionam as práticas, ferramentas e metodologias do processo de desenvolvimento de produtos e entender a relação entre estes fatores e a forma de operacionalização dos processos.

Tradicionalmente, o acompanhamento dessa sistematização do processo de desenvolvimento de produtos nas empresas é feito através da padronização dos processos, com sua representação em modelos de



referência. Estes modelos são as representações do processo de desenvolvimento de produtos contendo as etapas, atividades, recursos, informação e responsabilidades organizacionais para o desenvolvimento de produtos (ROZENFELD, 1999).

DAVENPORT (1994) coloca que a modelagem de processos visa o entendimento das atividades e tarefas que compreendem uma função empresarial e como os dados fluem entre as unidades de trabalho.

Segundo ROZENFELD (1996), um processo de negócio “é um fenômeno que ocorre dentro das empresas”. Esse processo contém um conjunto de atividades, que são associadas às informações que manipula, utilizando os recursos e a organização da empresa. Este conceito pode ser representado pela Figura 13.

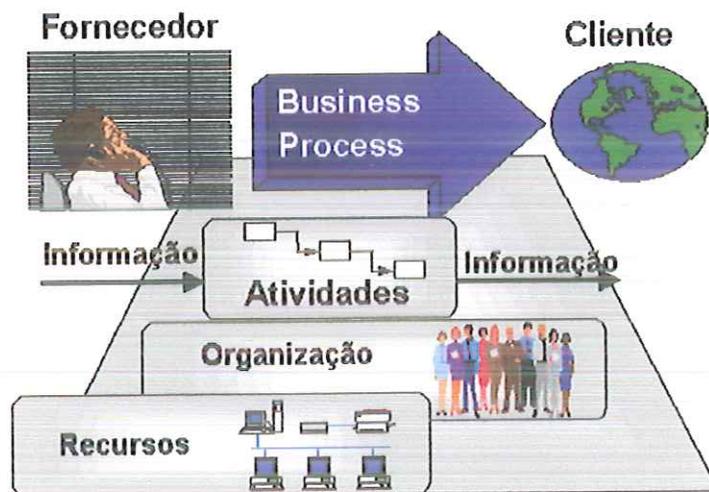


Figura 13 – A definição de um processo de negócio (Business Process)
Fonte: ROZENFELD (1996)

A grande vantagem da representação através de processos de negócios é o real mapeamento do que acontece dentro das empresas. A representação das atividades, vinculadas aos recursos e aos componentes organizacionais associados, permite a verificação de inconsistências que dificultam o gerenciamento.

Neste trabalho, a modelagem através de processos ganha uma conotação muito forte para sua aplicação prática. A elaboração de uma nova proposta de ensino, como é proposto neste trabalho, necessita de uma forte

sistematização de conhecimentos para ser aplicado. Seria muito difícil aplicar esta proposta de ensino sem a estruturação e a modelagem do processo de desenvolvimento de produtos, sem a possibilidade de representação formal deste conhecimento. Além disso, a parte prática deste trabalho envolve uma ferramenta computacional onde o foco principal é o conhecimento. Ter como objeto de estudos o desenvolvimento de produtos, que está baseado em um modelo de referência – que será detalhado a seguir, facilita a implementação do sistema de ensino e permite aos alunos entenderem o processo de forma integrada, pois está sendo representado um conhecimento que já possui uma sistematização anterior, uma representação estruturada que é representada pelo modelo de referência.

3.3. Modelo de referência para o desenvolvimento de produtos

A modelagem de empresas, segundo VERNADAT (1996), é um termo genérico que cobre um conjunto de atividades, métodos e ferramentas, relacionados com o modelo de desenvolvimento em vários aspectos da empresa. O autor ainda coloca que modelo de empresa é um tipo específico de modelo formado por um conjunto de modelos que procuram representar as diferentes visões da empresa. É formado por um conjunto consistente e complementar de modelos descrevendo vários aspectos de uma organização e que tem por objetivo auxiliar um ou mais usuários de uma empresa em algum propósito.

VERNADAT (1996) coloca como principais aplicações da modelagem das empresas:

- obter uma maior compreensão da empresa;
- adquirir e registrar conhecimentos para uso posterior;
- racionalizar e garantir o fluxo de informações;
- projetar e especificar uma parte da empresa (funções, informação, comunicação, entre outros);
- servir como base para análises de partes ou aspectos da empresa;
- base para a simulação do funcionamento da empresa;

- base para tomada de decisões sobre operações e a organização da empresa;
- base para o desenvolvimento e implantação de softwares de forma integrada.

É através da modelagem das empresas que poderá ser definido, da melhor forma, a estrutura da empresa através de seus processos de negócio, possibilitando um maior entendimento de sua estrutura atual e dos possíveis caminhos para sua melhoria.

ROZENFELD (1997), coloca que a síntese de todos os elementos da empresa, tais como: estratégia, atividades, informações, recursos e organizações, bem como a inter-relações entre eles, equivale a se ter uma visão da empresa como um todo, uma "imagem única", chamada também da visão holística.

A definição da empresa através de processos de negócios é o melhor caminho para se conseguir esta visão holística.

No cenário de integração utiliza-se o modelo de referência para desenvolvimento de produtos e é baseado na definição de processo de negócios. Com esse modelo de referência, o desenvolvimento de produtos é detalhado com suas atividades e informações; para cada atividade são definidos os componentes organizacionais responsáveis por sua execução e os recursos necessários para sua realização.

Esse mapeamento aprofundado do desenvolvimento de produtos permite uma análise do processo como um todo, viabilizando seu melhor entendimento e sua otimização. Novamente, temos um excelente paralelo com o sistema de treinamento, pois esse estudo detalhado das atividades, além de tê-las sistematizadas, possibilita uma estruturação do conhecimento sobre desenvolvimento de produtos extremamente rica para a elaboração do sistema de treinamento.

O modelo de referência utilizado no cenário de integração para o desenvolvimento de produtos é mostrado na Figura 14.

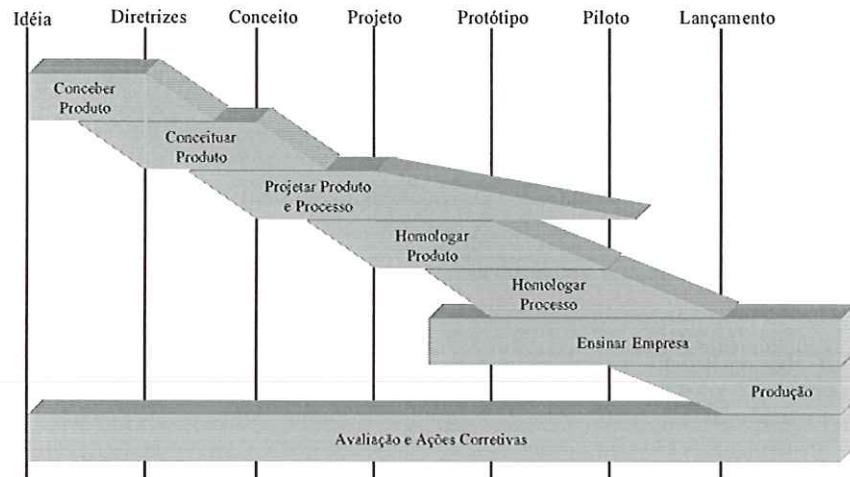


Figura 14 - Modelo de Referência para o Desenvolvimento de Produtos (ROZENFELD, 1998)

Esse modelo, com seus respectivos detalhamentos, servirão de base para as atividades previstas no cenário de integração proposto nesse trabalho, que serão detalhadas no próximo capítulo. O modelo de referência completo, com todas as atividades detalhadas de cada fase, encontra-se no Anexo 3.

4. CENÁRIO DE INTEGRAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

O cenário de Integração é uma proposta de ensino para o desenvolvimento de produtos através de técnicas de didática ativa, desenvolvida em um curso denominado: "Vivenciando o Desenvolvimento de Produtos". Com base em um modelo de referência e uma fábrica modelo de redutores de velocidade, os participantes vivenciam o processo de desenvolvimento de produtos como personagens de um roteiro – *Script*, que é dividido em atos e cenas, onde são definidas atividades que serão realizadas (ROZENFELD, 1997, 1998). Esse *script* relata uma estória onde uma empresa realiza o processo completo de desenvolvimento de um produto (o script completo, com as cenas descritas detalhadamente, encontra-se no Anexo 1).

O cenário de integração é dividido em: cenário completo e cenário parcial. A Figura 15 representa estes dois cenários.

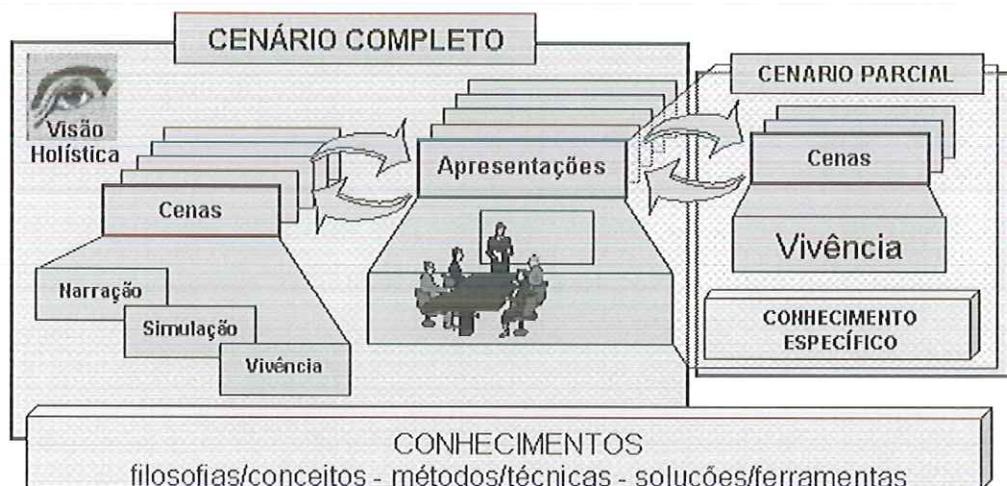


Figura 15 - Representação dos Cenários Completo e Parcial

O cenário completo, através de simulações e vivências, utiliza o *script* para a representação de um caso de desenvolvimento de produtos. Os participantes assumem o papel de funcionários de vários setores da empresa, vivenciando as tarefas e atividades descritas nas cenas do *script*. Durante a realização das cenas do *script*, quando um novo conceito é inserido, há uma pausa para a apresentação da teoria sobre esse conceito. Nesse momento, ocorre uma exposição formal para que os participantes aprendam o novo conceito, que é necessário para a continuidade e compreensão do processo de desenvolvimento de produtos. Ao encerrar a explanação, o *script* é retomado, dando continuidade à estória. Esse processo de alternância entre as cenas do *script* e a apresentação de conceitos é feito até a finalização da estória. Nesse ponto de encerramento do cenário o participante passou pelo processo completo de desenvolvimento de produtos e tomou contato com todos os conceitos envolvidos. Com a vivência de todas as fases, é passada ao participante a visão holística da empresa, ou seja, da empresa como um todo.

Quando um determinado conceito tem uma prioridade maior de aprofundamento de conhecimentos, o participante é inserido no cenário parcial. O cenário parcial é utilizado para cursos baseados em conhecimentos específicos, como QFD, CAPP, entre outros. Nesse caso, ele será submetido a uma imersão maior de conceitos, sendo capacitado de maneira mais intensa sobre o tópico destacado para o cenário parcial. Quando um conhecimento do cenário parcial envolve a utilização de uma ferramenta específica (método, técnica, software ou outros), o aluno passa por uma experimentação da ferramenta ou é feita sua demonstração através de aplicativos tipo *screen-cam*¹.

A realização desses cursos através da vivência de personagens implica em grandes mudanças no processo tradicional de ensino, principalmente pela participação ativa dos alunos. Como esses cursos de desenvolvimento de produtos já foram aplicados em várias situações e para públicos os mais diversos (alunos de graduação, pós-graduação, empresários, funcionários de

¹ Aplicativos do tipo *screen-cam* reproduzem a utilização de um sistema computacional, mostrando como utilizar determinado software. Esse tipo de aplicativo é muito utilizado em sistemas de treinamento

vários setores de empresas), foi possível realizar um levantamento de resultados dessas experiências. Para isso, após a aplicação dos cursos, questionários de avaliação são entregues aos participantes. Nessa avaliação, são levantadas críticas, pontos positivos do curso ou pontos a serem melhorados. As críticas mais freqüentes em relação à aprendizagem, nos cursos que já foram realizados e avaliados, são relacionadas na Tabela 1 (MUNDIM, 2001).

Tabela 1 - Problemas relacionados nos cursos do cenário de integração

1	Tempo elevado de treinamento e insuficiente para realização da vivência completa
2	Aproveitamento reduzido, devido à grande quantidade de assuntos novos
3	Não há o exercício da síntese por ser primeiro contato
4	Vivência do <i>Script</i> somente uma vez, não havendo posterior reforço de conhecimentos e experiência
5	Atuação passiva em apresentações formais, prejudicando a atratividade
6	Níveis irregulares de conhecimento entre participantes, causando desmotivação

Com a análise dessas respostas, pode-se verificar que, mesmo com uma proposta diferencial em relação ao ensino tradicional, o fato de alguns conhecimentos serem uma novidade para a maioria, causou alguns problemas à aprendizagem.

Portanto, no processo de ensino-aprendizagem do cenário de integração, pode-se relacionar de forma geral três problemas básicos: a centralização na transmissão de conhecimentos, a falta de interatividade com o conteúdo e a dificuldade de individualização do processo de aprendizagem. Atacar esses três pontos básicos significa eliminar a maior parte dos problemas do processo de ensino no cenário de integração além de atingir outros, como: redução do tempo de aprendizagem situacional², aumento dos pontos de distribuição do conhecimento - sem detrimento da qualidade, padronização do material de ensino, melhoria da relação professor/aluno, entre outros.

Essa melhoria do processo de ensino para o cenário de integração está

² Entenda-se para este trabalho que, ensino e/ou aprendizagem situacional refere-se à necessidade de estar fisicamente no local de ensino, como por exemplo, salas de aula tradicionais.

baseada em alguns princípios na proposta deste trabalho:

- a descentralização do conhecimento sobre desenvolvimento de produtos, fornecendo recursos para o acesso ao conteúdo à hora e local que se fizerem necessários;
- a capacidade de interação com o conteúdo e individualização do processo de ensino, com a determinação pelo participante, da velocidade e profundidade dos conceitos abordados no desenvolvimento de produtos através da utilização da hipermídia na implantação dos sistemas computacionais que são utilizados como ferramentas educacionais;
- a melhoria e padronização do material didático através da utilização de recursos multimídia;
- a possibilidade de construção do conhecimento e do entendimento de conceitos pela estruturação de conteúdo, com a realização de atividades de sistematização e síntese dos assuntos abordados.

Tendo esses princípios como base, pode-se definir as hipóteses previstas para o trabalho.

Hipótese 1: o contato com assuntos novos antes de cursos presenciais diminui a heterogeneidade dos participantes, melhorando a aprendizagem situacional;

Hipótese 2: a interação com o conteúdo durante o aprendizado e o uso de recursos audiovisuais na apresentação de conceitos aumentam a atratividade e a absorção de conhecimentos;

Hipótese 3: a determinação de qual conteúdo consultar e o tempo destinado a cada tópico, provocam a individualização do processo de aprendizagem;

Hipótese 4: a continuidade de contato com o conteúdo visto num curso presencial, após a sua realização, reforça o aprendizado de novos conceitos;

Hipótese 5: a construção do conhecimento, através de atividades de sistematização de conteúdos reforçam o aprendizado durante a realização de cursos.

Com a definição das hipóteses previstas para o trabalho, podem ser definidas as atividades complementares ao cenário de integração que

permitam a comprovação dos resultados esperados, validando as hipóteses relacionadas.

Para que os resultados esperados possam ser alcançados, deve-se pensar numa gestão mais eficiente do conhecimento envolvido no cenário de integração. Pelos problemas levantados nos cursos já realizados do cenário de integração, verifica-se a necessidade de maior e melhor contato com o conhecimento pelos participantes dos cursos. Assim, na proposta deste trabalho está prevista a utilização de sistemas CBT que viabilizam o acesso dinâmico e interativo ao conhecimento. Além disso, o participante do cenário estará desenvolvendo atividades de construção do conhecimento, podendo reforçar a aprendizagem e melhorar a absorção de novos conceitos.

No próximo capítulo serão detalhadas as novas características da nova proposta do cenário de integração, suas atividades e o sistema CBT de apoio.

5. A NOVA PROPOSTA PARA O CENÁRIO DE INTEGRAÇÃO

A definição da nova proposta para o cenário de integração será estabelecida a partir do levantamento das hipóteses do trabalho e dos problemas já detectados nos cursos realizados anteriormente, contemplando a realização de atividades que serão desenvolvidas em complemento ao cenário de integração.

Dentre os problemas já identificados na realização dos cursos de desenvolvimento de produtos, pode-se agrupá-los, da seguinte forma:

- a diferença de conhecimento de cada participante sobre o desenvolvimento de produtos antes da realização dos cursos;
- a grande quantidade de assuntos novos e a passividade durante as apresentações dos novos conhecimentos sobre o desenvolvimento de produtos;
- a falta de contato com os assuntos abordados após a realização dos cursos.

Dessa forma, identifica-se três momentos distintos de melhoria a serem realizados nos cursos do cenário de integração: antes, durante e após a realização dos cursos. Para cada momento específico, serão definidas atividades que complementam o cenário de integração buscando melhorias na aprendizagem do processo de desenvolvimento de produtos.

5.1. Atividades definidas para o cenário de integração

Como foi dito no capítulo anterior, o cenário de integração está baseado no modelo de referência para desenvolvimento de produtos. A partir deste modelo de referência foi escrito o *script*, uma estória que conta um caso de

desenvolvimento de produtos em uma empresa de manufatura. Além disso, o cenário de integração tem uma base de conhecimentos que contém os conceitos envolvidos no desenvolvimento de produtos.

Com base nos três grupos de problemas identificados anteriormente no cenário de integração, são definidas as atividades que tentam solucionar ou, ao menos amenizar esses problemas que prejudicam a aprendizagem.

Assim, para cada grupo de problema serão identificadas atividades de complementação ao cenário de integração:

ANTES DO TREINAMENTO

Problema 1 - a diferença de conhecimento de cada participante sobre o desenvolvimento de produtos antes da realização dos cursos;

A heterogeneidade de conhecimentos dos participantes na realização de qualquer tipo de curso, ocasiona uma desmotivação no aprendizado e provoca atrasos no tratamento dos conceitos. Quando parte do grupo não está familiarizada com alguns dos conceitos abordados, é necessário que se dê uma atenção maior para suprir essa necessidade desses participantes. Enquanto isso, aqueles que já têm algum conhecimento no assunto ficam desmotivados pela repetição dos conceitos que já dominam. Em uma aplicação do cenário de integração, por exemplo, para empresas, os participantes podem ser de várias áreas, com competências completamente distintas. Ao oferecer atividades onde o participante do curso pode tomar contato com parte do conhecimento antes do treinamento presencial, a diferença existente pela experiência profissional de cada um pode ser suavizada, diminuindo o impacto causado pela aprendizagem por um assunto novo.

Portanto, para suprir este problema, os participantes do cenário de integração terão um acesso ao conhecimento anteriormente à realização do curso. Com isso, é feito um nivelamento dos conhecimentos abordados, com a intenção de aumentar a motivação dos participantes e diminuir a diferença dos conhecimentos que serão tratados no curso. Para a realização desta atividade, serão utilizados sistemas de treinamento apoiados por computador, para que os conceitos sejam interativos, motivadores e de fácil disponibilização. Esse

sistema de apoio será detalhado posteriormente neste trabalho.

São então definidas três atividades que serão realizadas antes da aplicação do cenário de integração:

- Percorrer o *script* do desenvolvimento de produtos
- Conhecer o modelo de referência do desenvolvimento de produtos
- Acessar a base de conhecimentos sobre o desenvolvimento de produtos

DURANTE O TREINAMENTO

Problema 2 - a grande quantidade de assuntos novos e a passividade durante as apresentações dos novos conhecimentos sobre o desenvolvimento de produtos;

No curso de desenvolvimento de produtos do cenário de integração uma grande quantidade de assuntos é abordada, com conhecimentos que envolvem conceitos, técnicas, métodos e ferramentas de várias áreas da empresa. No decorrer da história do *script*, quando um novo conceito é citado, o *script* é interrompido e é feita uma apresentação deste conceito. Nas aplicações anteriores do cenário de integração, as apresentações eram feitas de forma tradicional, expositiva. Dessa forma, retorna-se aos moldes do ensino praticado da forma mais conservadora, o que pode provocar desmotivação nos participantes, principalmente pela atitude passiva que assumem perante o processo de ensino. Para isso, a nova proposta do cenário de integração prevê que a transmissão de conhecimentos seja feita de forma interativa, para que o participante possa interferir no processo de aprendizagem, comandando a velocidade e profundidade dos conceitos tratados.

Para esse acesso interativo com o conhecimento, os conceitos serão desenvolvidos em cursos específicos através de sistemas de treinamento para cada conceito em particular. Na experimentação prática deste trabalho, o conceito que foi desenvolvido e aplicado através de um sistema de treinamento foi o CAPP – *Computer Aided Process Planning* (Planejamento de Processo Apoiado por Computador).

Outro problema ocasionado pela grande quantidade de assuntos novos

é a dificuldade de absorção desses conceitos. Dessa forma, foram estabelecidas atividades chamadas de “Sistematização do Conhecimento”. Ao final de cada fase do curso, os alunos se reúnem para sistematizar o conhecimento visto até então, levantando o que foi aprendido e colocando as dúvidas que restaram. Após terminarem a sistematização, devem apresentar para os outros participantes as suas conclusões.

Assim, as atividades identificadas para a solução deste problema, foram:

- Realizar os cursos interativos sobre os conceitos do desenvolvimento de produtos
- Fazer e apresentar a sistematização e a síntese do conhecimento visto

APÓS O TREINAMENTO

Problema 3 - a falta de contato com os assuntos abordados após a realização dos cursos

Após a realização de um curso, se os assuntos abordados foram vistos pela primeira vez, há uma dificuldade de sedimentação desses conhecimentos, havendo uma necessidade de retomar esses conceitos para uma maior fixação. Com base nisto, cada participante do cenário de integração levará consigo um material de apoio com os conceitos vistos durante o curso, disponibilizados através de sistemas de treinamento multimídia. Assim, quando houver a necessidade de revisão de algum conceito, facilmente irá percorrer novamente o assunto, reforçando ainda mais sua aprendizagem.

Com isso, as atividades que buscam a solução deste problema são:

- Consultar o *script* do desenvolvimento de produtos
- Consultar o modelo de referência do desenvolvimento de produtos
- Consultar a base de conhecimentos sobre o desenvolvimento de produtos
- Consultar os cursos sobre conhecimentos específicos do desenvolvimento de produtos

Assim, a lista de atividades previstas para o cenário de integração fica definida da seguinte forma, nos três momentos distintos:

ANTES DO TREINAMENTO

- Percorrer o *script* do desenvolvimento de produtos
- Conhecer o modelo de referência do desenvolvimento de produtos
- Acessar a base de conhecimentos sobre o desenvolvimento de produtos

DURANTE O TREINAMENTO

- Realizar os cursos interativos sobre os conceitos do desenvolvimento de produtos
- Fazer e apresentar a sistematização e a síntese do conhecimento visto

APÓS O TREINAMENTO

- Consultar o *script* do desenvolvimento de produtos
- Consultar o modelo de referência do desenvolvimento de produtos
- Consultar a base de conhecimentos sobre o desenvolvimento de produtos
- Consultar os cursos sobre conhecimentos específicos do desenvolvimento de produtos

Apesar das atividades determinadas para antes e após o conhecimento parecerem semelhantes, quando o participante realiza, por exemplo, a atividade "Percorrer o *script* do desenvolvimento de produtos" antes do curso, ele estará tomando contato com aquele assunto pela primeira vez, sendo uma novidade até então. Ele determinará a intensidade da atividade, de acordo com o seu interesse, motivação, sua facilidade ou dificuldade de absorção desses novos conceitos. Mas, após a realização do curso, quando o participante realizar a atividade "Consultar o *script* do desenvolvimento de produtos", ele estará fazendo-o com outro enfoque, já tendo passado pelo *script* durante todo o curso e essa consulta terá como objetivo: reforçar o seu aprendizado, rever conceitos e sedimentar o seu conhecimento. Da mesma forma, vale a comparação para as atividades realizadas com o modelo de referência e com a base de conhecimentos.

As atividades previstas para o cenário de integração estão representadas na Figura 16.

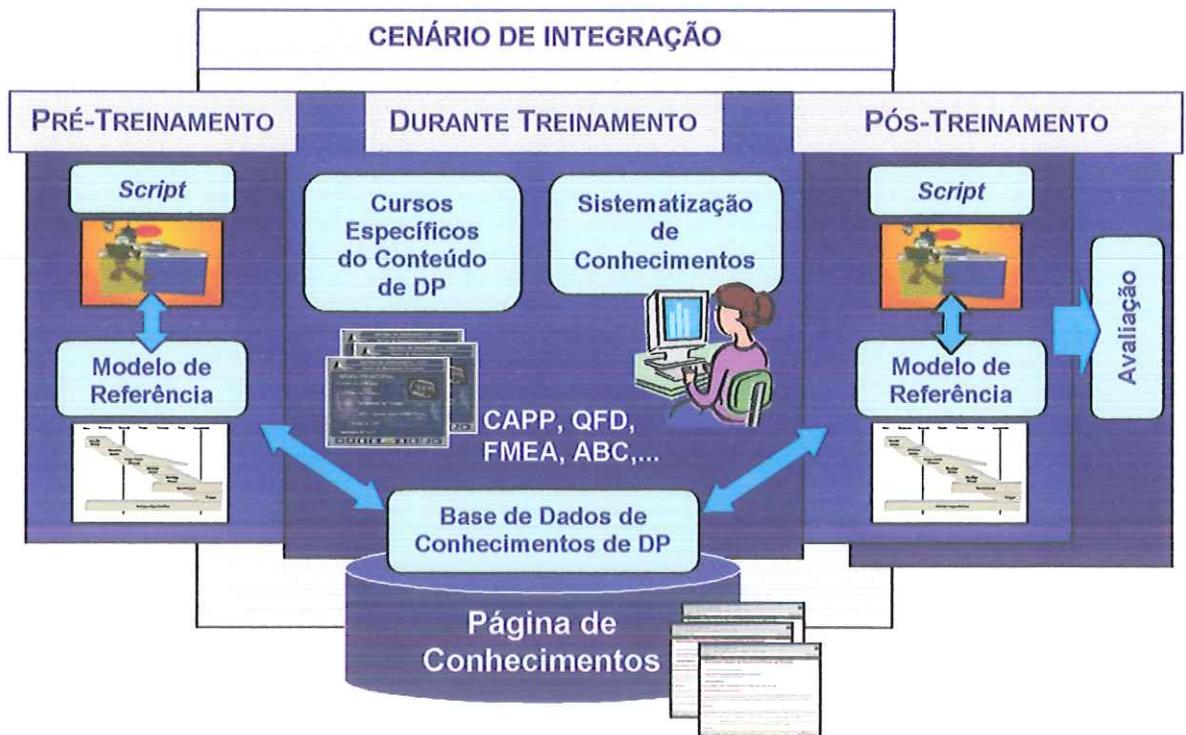


Figura 16 – Atividades definidas para o cenário de integração

Com a realização das atividades propostas para o cenário de integração, a participação do aluno no processo de ensino de desenvolvimento de produtos torna-se mais completa. O processo de aprendizagem vai além dos limites do ensino presencial. A aprendizagem começa antes do momento das aulas tradicionais. O aluno passa por uma contextualização que vai prepará-lo para o ensino presencial. Além disso, o processo de aprendizagem não termina quando o aluno sai da sala de aula, ou do ambiente de ensino. Sua aprendizagem é contínua, atendendo suas necessidades particulares, posteriormente ao ensino presencial.

Quanto às atividades realizadas durante os cursos presenciais, oferecer recursos para um ensino individualizado é poder personalizar o processo de aprendizagem. Enquanto na educação formal, a figura do professor concentra a tarefa de transmissão do conhecimento, essa personalização torna-se praticamente impossível, se praticada nos moldes das salas de aula tradicionais. Como um professor poderia resolver dúvidas e reforçar conceitos,

em salas de vinte, quarenta ou cem alunos, como não é difícil de encontrar em muitas escolas? Quando se trata do cenário de integração, a quantidade de assuntos envolvidos é muito extensa e a complexidade dos conceitos em alguns casos é bastante alta.

Com essa proposta de atividades diferenciadas, cabe um grande papel ao educador, dando motivação e incentivo ao aluno pela busca do conhecimento, conscientizando-o da importância da interação no processo de ensino. O aluno assume assim, um papel ativo em sua aprendizagem. O professor (como deveria ser há muito tempo), tem um controle diferenciado no processo de ensino, tendo como responsabilidade o planejamento e controle da educação e não deve concentrar grande parte de seu trabalho na transmissão quase que mecânica do conhecimento.

Mas, para a implementação dessa proposta de ensino e suas atividades, deve-se utilizar uma ferramenta que possibilite o acesso facilitado, dinâmico e atrativo ao conhecimento de desenvolvimento de produtos. É nesse momento do trabalho que aparecem os sistemas CBT como agentes viabilizadores de um processo de ensino interativo e descentralizado. O uso do computador na educação tem rompido muitas barreiras do ensino tradicional, possibilitando alternativas que antes do uso desta tecnologia eram praticamente impossíveis, ou pelo menos, não com tantos resultados positivos.

A seguir, será apresentada a proposta do sistema computacional proposto para a implementação de algumas das atividades cenário de integração.

5.2. O sistema de treinamento por computador

A proposta do cenário de integração tem como ferramenta de suporte, um sistema hipermídia em CD-ROM, onde serão implementadas as atividades que deverão ser realizadas para o cenário de integração. A Figura 17 representa a estrutura do sistema computacional para o treinamento de desenvolvimento de produtos.

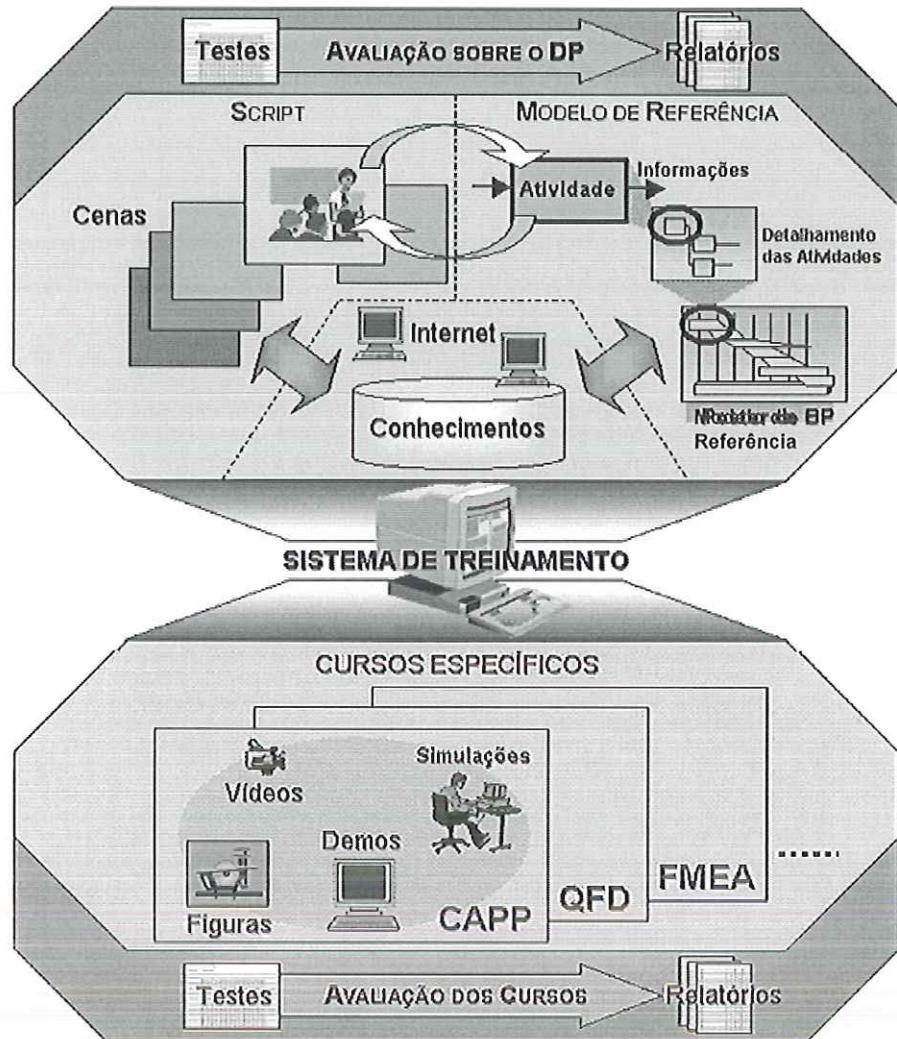


Figura 17 - Estrutura do sistema de treinamento

Num primeiro nível, o usuário do sistema terá acesso a três módulos para consulta e navegação: Modelo de Referência, *Script* e Conhecimentos. Nesse nível inicial, poderá também submeter-se ao treinamento dos cursos específicos que, para parte da comprovação desse trabalho, foi implementado e implantado o curso de CAPP.

Os módulos de conhecimento, modelo de referência e *script*, podem ser acessados completamente independentes um do outro. Mas, uma forte e constante correlação é estabelecida entre eles para que não se perca a interação dos conceitos, valorizando ainda mais o estabelecimento da visão holística do processo de desenvolvimento de produtos.

O usuário também pode ser submetido a avaliações, onde os

conhecimentos adquiridos serão verificados em dois níveis: avaliação sobre o desenvolvimento de produtos e avaliação de um curso específico.

Na avaliação geral, o usuário poderá ser avaliado sobre os conceitos gerais de desenvolvimento de produtos, integração de empresa e etc. O resultado obtido nessa fase será verificado através de relatórios de aproveitamento, onde será possível indicar tópicos que ainda devem ser vistos ou revistos pelo usuário para maior fixação de conceitos. Já na avaliação específica, o conhecimento tratado será aprofundado, com conceituações completas, artigos, exemplos de aplicações em software (quando disponível), explicações em áudio e vídeo e outros elementos. Após a verificação completa do assunto, o usuário será avaliado sobre aquele assunto, respondendo a questões para a verificação de aprendizagem, podendo também, ocorrer sugestões para nova verificação de conceitos, caso o aproveitamento não seja satisfatório.

5.2.1. Localização das atividades no sistema de treinamento

As atividades previstas para serem realizadas no cenário de integração, têm como suporte o sistema de treinamento por computador definido acima.

Como foi definido anteriormente, as atividades previstas para o cenário, que são realizadas com a utilização do sistema de treinamento, são relacionadas na Tabela 2.

Essas atividades podem ser identificadas na estrutura definida para o sistema (Figura 17). O mapeamento dessas atividades no sistema serve para identificar quais módulos devem ser acessados do sistema para o cumprimento e a realização de cada uma das atividades previstas no cenário. A Figura 18 indica esta relação.

Tabela 2 – Atividades do cenário realizadas no sistema CBT

ATIVIDADES
1: Percorrer o <i>script</i> do desenvolvimento de produtos
2: Conhecer o modelo de referência do desenvolvimento de produtos
3: Acessar a base de conhecimentos sobre o desenvolvimento de produtos
4: Realizar os cursos interativos sobre os conceitos do desenvolvimento de produtos
5: Consultar o <i>script</i> do desenvolvimento de produtos
6: Consultar o modelo de referência do desenvolvimento de produtos
7: Consultar a base de conhecimentos sobre o desenvolvimento de produtos
8: Consultar os cursos sobre conhecimentos específicos do desenvolvimento de produtos

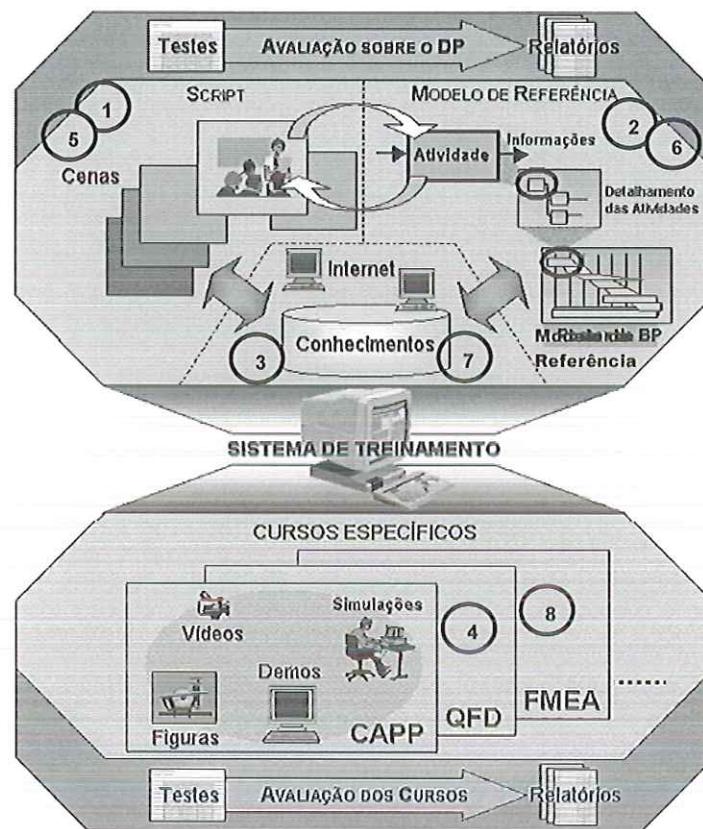


Figura 18 - Localização das atividades do cenário no sistema de treinamento

5.2.2. Detalhamento do sistema de treinamento

O CD-ROM que serve de apoio para algumas atividades do cenário de integração possui o acesso aos dois módulos propostos para o treinamento. A Figura 19 representa a tela inicial de navegação, onde é possível acessar os módulos do Modelo de Referência e do *Script* do Desenvolvimento de Produtos

no sistema de treinamento.



Figura 19 - Tela inicial do sistema de treinamento

Caso o usuário do sistema queira simplesmente passar por um nivelamento de conceitos, poderá fazê-lo de duas formas: através dos módulos contidos no CD-ROM ou acessar os conhecimentos disponíveis na internet. Por questões de velocidade de acesso, independência de acessos à rede mundial e disponibilização de mídias como áudio e vídeo, os dois módulos – Modelo de Referência e *Script*, são disponibilizados no CD-ROM. A vinculação da base de conhecimentos pela internet, viabiliza uma manutenção dinâmica desses conceitos, possibilitando realizar atualizações no conteúdo dos conhecimentos, assim como, atualizar novas bibliografias, recomendar novos sites ou até mesmo, incluir novos conteúdos que ainda não estejam sistematizados na página atual. Isso é feito de forma a disponibilizar para o usuário, sempre as informações mais atuais.

A seguir, serão detalhados os módulos do Modelo de Referência e do *Script* contidos no CD-ROM (que está anexado ao trabalho para consulta).

Modelo de Referência para o Desenvolvimento de Produtos

Na tela inicial do sistema de treinamento (Figura 19), se a opção for para acessar o Modelo de Referência o sistema abre a tela de abertura para este módulo, conforme demonstrado na Figura 20.



Figura 20 – Tela inicial do módulo do Modelo de Referência

A partir desta tela, pode ser consultada uma pequena introdução aos principais conceitos de modelo, de forma geral, e sobre modelagem de empresas, como pode ser observado na Figura 21.

Dessa forma, caso o aluno não esteja acostumado ou familiarizado com estes conceitos, poderá consultá-los para que o transcorrer do conteúdo deste módulo seja mais bem aproveitado.



Figura 21 – Introdução aos conceitos de modelagem de empresas

Se o usuário já conhece os conceitos de modelagem ou já passou por eles no sistema, poderá acessar o modelo de referência para iniciar a

navegação pelas fases e atividades do modelo, levando-o à tela inicial de consulta ao modelo (Figura 22).

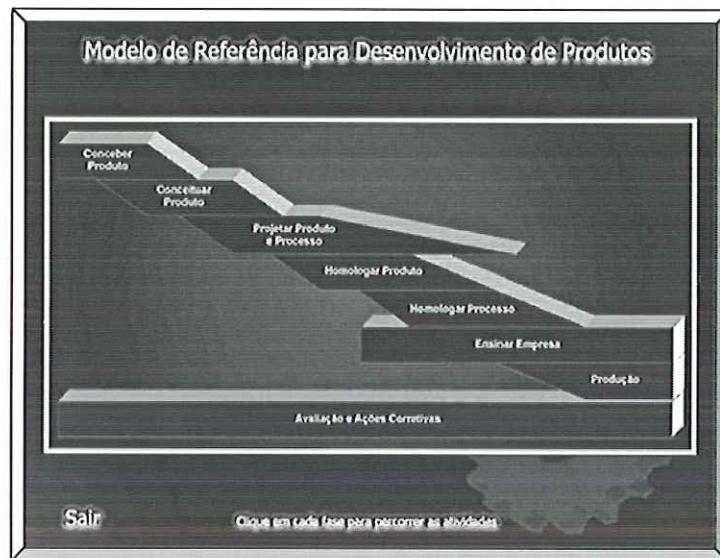


Figura 22 – Início da navegação nas fases do modelo de referência

A tela do modelo de referência permite que cada uma das fases seja consultada para que se tenha acesso ao detalhamento das atividades de cada fase. Ao optar, clicando em uma das fases do modelo, o sistema mostra as atividades que compõe esta fase selecionada.

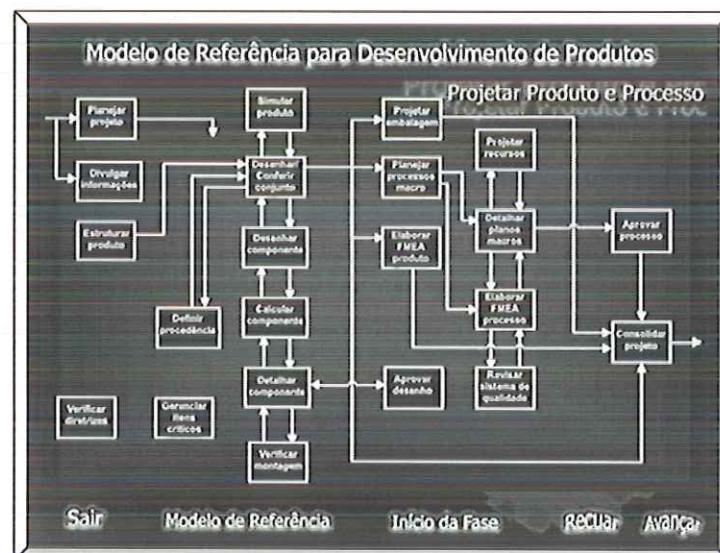


Figura 23 – Esquema das atividades de uma fase do modelo de referência

Num último nível de detalhamento que o sistema de treinamento oferece para o modelo de referência, cada uma das atividades das fases do modelo pode ser selecionada, tendo acesso ao seu detalhamento, contendo: informações de entrada e saída daquela atividade, componentes organizacionais responsáveis pela sua realização e os recursos necessários para o cumprimento da atividade, conforme é mostrado na Figura 24.

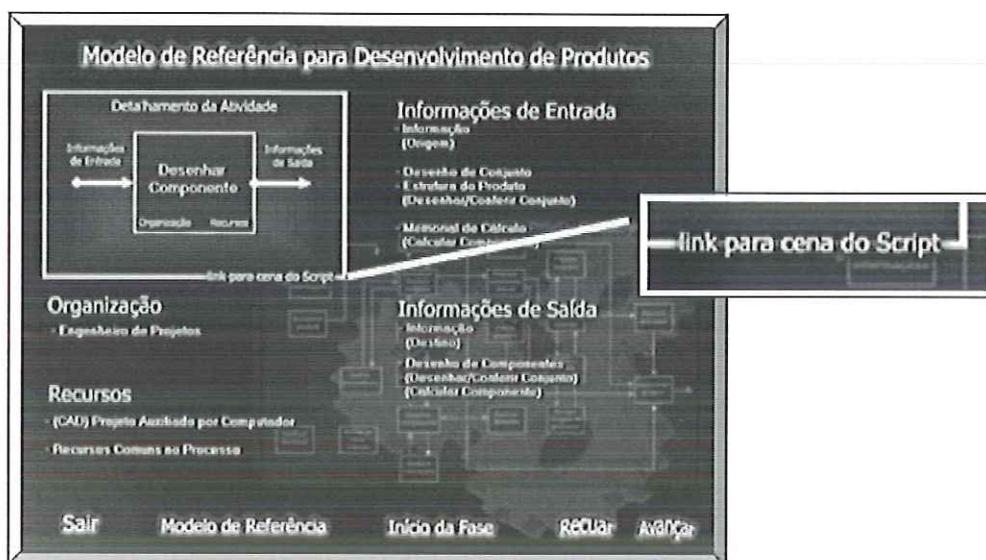


Figura 24 – Detalhamento de uma atividade do modelo de referência

Como pode ser observado no detalhe de aproximação feito na Figura 24, quando o sistema está posicionado em um detalhamento de uma atividade do modelo de referência, o link exibido no detalhe, ao ser selecionado, leva diretamente à cena do *script* equivalente àquela atividade. Dessa forma, quem estiver consultando o sistema pode manter, a todo instante, uma correlação de conceitos entre o modelo de referência e o *script* do desenvolvimento de produtos. Analogamente, quando o *script* estiver sendo acessado, para cada cena há uma ligação correspondente às atividades correlatas do modelo de referência, mantendo-se a mesma proposta de integração dos conceitos envolvidos entre os dois módulos.

Script do Desenvolvimento de Produtos

Na tela inicial do sistema de treinamento (Figura 19), quando a opção do módulo do *script* for selecionada, o sistema abre a tela inicial do módulo do

script do desenvolvimento de produtos, conforme é demonstrado na Figura 25.



Figura 25 – Tela inicial do módulo do Script do Desenvolvimento de Produtos

Da mesma maneira que foi implementada para o módulo do modelo de referência, este módulo também possui uma introdução ao *script* que faz uma breve explicação dos conceitos e da navegação neste módulo.

Caso o usuário esteja percorrendo o sistema pela primeira vez e não conheça o *script*, é recomendado o acesso à introdução. Na Figura 26, uma das telas explicativas dos conceitos do *script*.

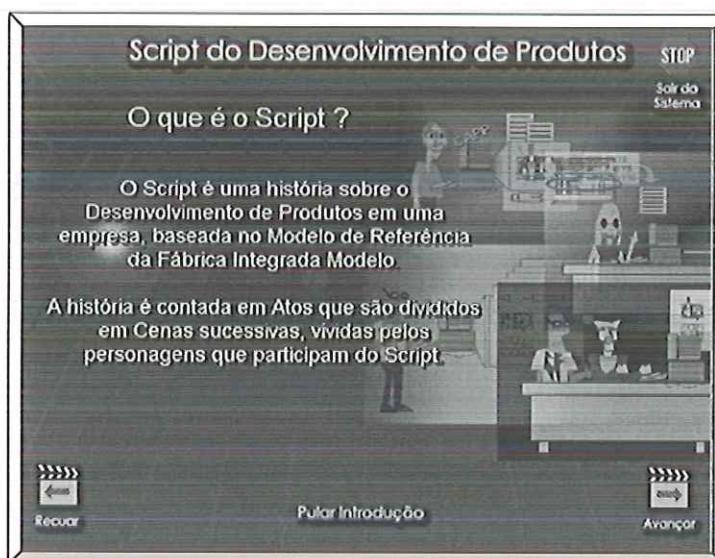


Figura 26 – Tela da introdução do módulo do *script*

Após a consulta à introdução, ou caso o aluno já conheça seus conceitos básicos, pode-se dar início à navegação diretamente no script. As fases do script são as mesmas encontradas no modelo de referência, pois teve este como base em sua elaboração. Por ser um sistema hipermídia, a navegação pode ser feita de várias maneiras, de acordo com o interesse de quem comanda o sistema. Pode ser feita uma navegação linear, ou seja, as cenas do script seriam percorridas seqüencialmente, uma a uma, desde o início até o fim da estória. Também pode ser feita uma navegação pulando de uma fase para outra, ou através dos atos, que são compostos por cenas.

Essa possibilidade de navegação não linear é uma das principais vantagens da estrutura do hipertexto, fundamental em praticamente todos os sistemas baseados em multimídia. Dessa forma, a pessoa que percorre o sistema ganha uma independência muito grande no conhecimento do assunto, podendo, a qualquer momento, alterar a seqüência ou a velocidade com que irá navegar pelos tópicos que desejar. Esquemáticamente, essa estrutura de navegação, com os possíveis caminhos, é organizada como está representada na Figura 27.

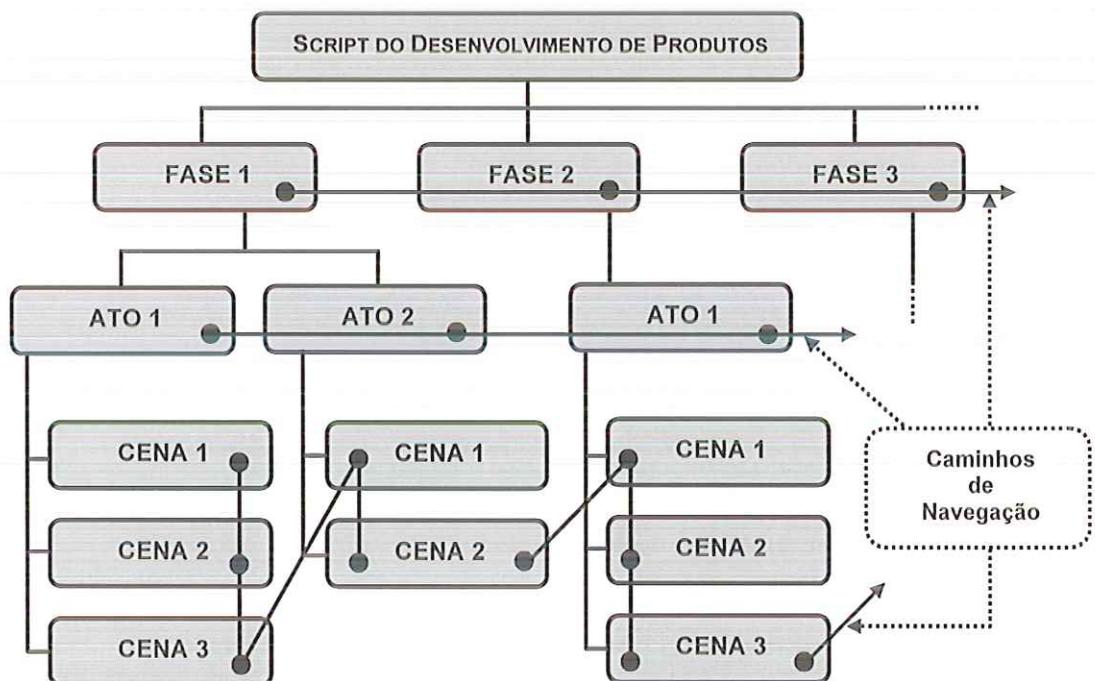


Figura 27 – Esquema da Estrutura e Navegação pelo *Script*

Quando o script é iniciado, a primeira fase é aberta, como se o sistema fosse percorrido seqüencialmente, conforme a tela mostrada na Figura 28.



Figura 28 – Início de uma Fase do *Script*

Quando é selecionado para que seja exibida a próxima cena, o sistema entra no detalhamento, onde será mostrado o texto do que ocorre na cena, a narração deste texto com recursos de áudio, além de uma demonstração gráfica dos personagens do script realizando as atividades descritas na cena (Figura 29).



Figura 29 – Cena do Script do Desenvolvimento de Produtos

Além dos caminhos determinados para o Script, ao visitar uma cena, é possível avançar ou recuar para qualquer ato ou fase imediatamente à frente ou atrás, dando ainda mais liberdade à navegação.

Da mesma forma como foi explicado para o modelo de referência, quando o sistema estiver em uma cena do script, ao clicar na opção “Link para atividade do Modelo” (ver detalhe da Figura 29), o sistema levará automaticamente para a atividade do modelo de referência, correspondente àquela cena de origem. Com isso, em um determinado momento, os módulos do script e do modelo de referência podem parecer dois sistemas independentes. Porém, com essa possibilidade de transição, em cada cena ou atividade, do script para o modelo e vice-versa, faz dos dois módulos um único sistema de navegação não linear. A utilização desses recursos de navegação disponibiliza aos usuários do sistema uma enorme independência para a própria elaboração da rede particular de conhecimento de cada aprendiz, possibilitando a individualização do ensino de acordo com as necessidades individuais de cada um.

Quanto aos cursos específicos, o curso desenvolvido para esse trabalho, sobre CAPP, será detalhado e discutido no capítulo 6.

5.3. A estrutura do cenário de integração

Para a realização do cenário de integração foi montada uma estrutura física com vários recursos de suporte à transmissão de conhecimentos e condução da estória de desenvolvimento de produtos (*script*).

Foram utilizados dois projetores multimídia ligados a computadores onde serão apresentados: o *script* para o desenvolvimento de produtos (Telão 1) e os conceitos que serão explanados pelos expositores (Telão 2).

Para a identificação da seqüência e do andamento do *script*, é utilizado um painel do desenvolvimento de produtos que é uma representação gráfica da estória do que acontece durante a narração do *script*. O painel do desenvolvimento de produtos é representado na Figura 30. Nesse painel são representadas através de gráficos, as cenas sucessivas da estória de

desenvolvimento de produtos segundo o *script*. Dessa forma, pode-se observar a todo instante, a posição em que está o andamento da estória, mantendo uma visão constante da posição atual no contexto do desenvolvimento de produtos como um todo. Com isso, pretende-se passar uma visão integrada do processo de desenvolvimento de produtos, ou seja, a visão holística deste processo. Os painéis utilizados, em tamanho que permite uma melhor visualização, estão no Anexo 2.

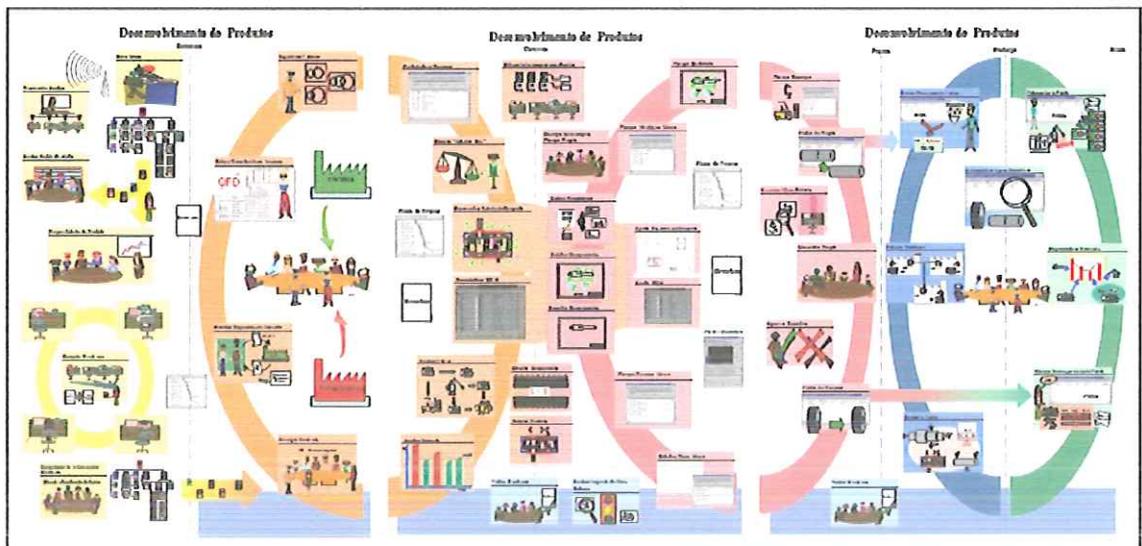


Figura 30 – Painel do Desenvolvimento de Produtos

Um apresentador principal é designado para a condução de toda a estória do *script* e vai narrando as cenas sucessivamente, seguindo o painel do desenvolvimento de produtos. Um auxiliar comanda o Telão 1, onde a estória é projetada com a utilização do CD-ROM desenvolvido para o sistema. Quando uma cena é narrada pelo apresentador, o auxiliar projeta a mesma cena no telão, reforçando a seqüência da estória.

No cenário de integração, quando um novo conceito é iniciado e não há o sistema de treinamento específico sobre o assunto, é feita uma apresentação expositiva sobre esse novo conhecimento. Então, um segundo apresentador utiliza-se do Telão 2 para realizar a explicação deste conceito.

A estrutura utilizada para a aplicação do cenário de integração é detalhada na Figura 31.

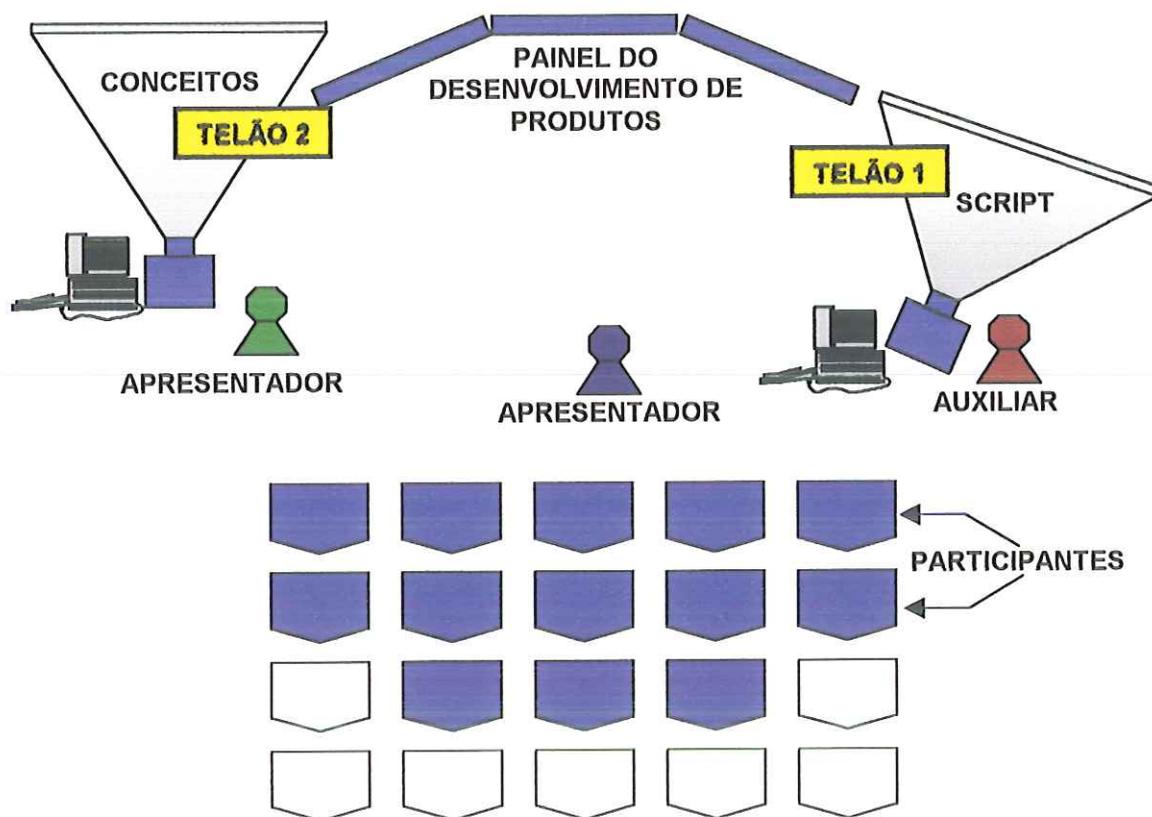


Figura 31 – Estrutura do Cenário de Integração

Na Figura 32, está representada a foto da sala onde o cenário foi implantado para este trabalho, durante a realização do curso de desenvolvimento de produtos. Nesta foto, a identificação dos telões e do painel.



Figura 32 – Sala de Implantação do Cenário de Integração

Na Figura 33, são demonstrados detalhes da estrutura de apresentação utilizada no cenário de integração implementado.

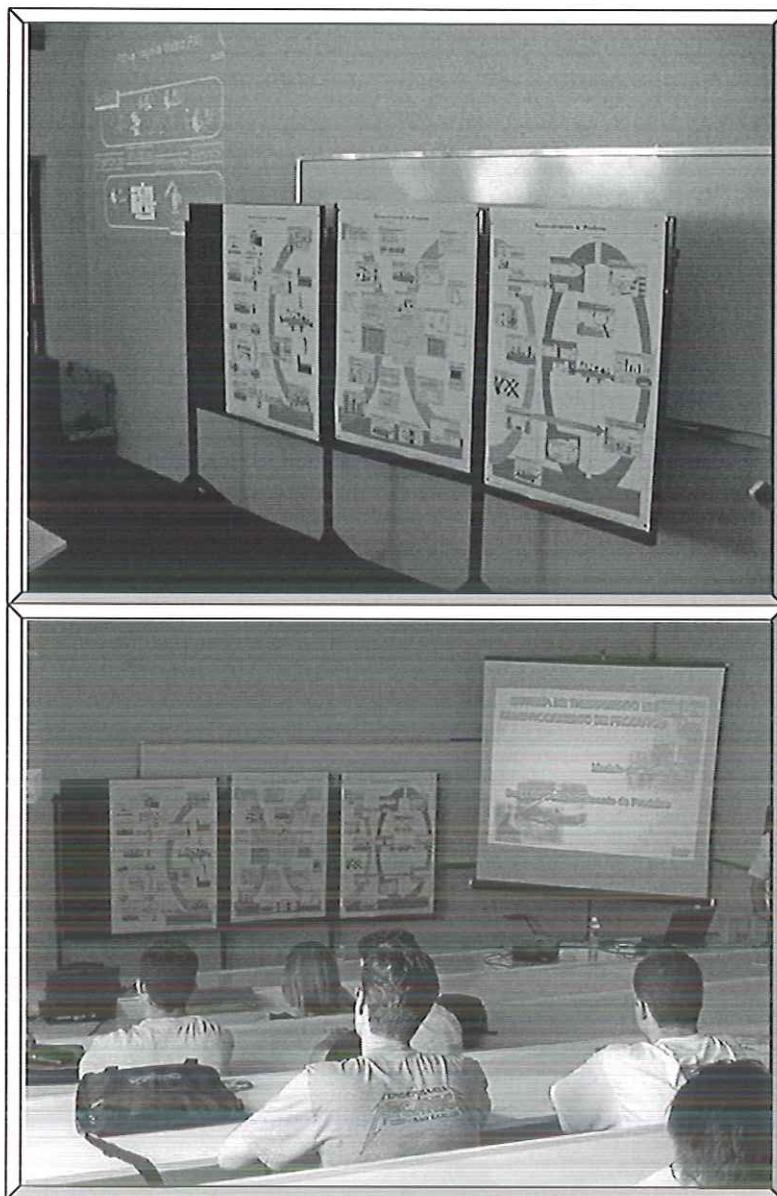


Figura 33 – Detalhes do Cenário de Integração

6. SISTEMA DE TREINAMENTO EM CAPP

Uma parte do projeto para a verificação parcial dos resultados, é realizada com a aplicação de um sistema de treinamento com conhecimento específico sobre CAPP. Essa atividade de verificação aplicada antes da realização do cenário de integração, ainda na fase de qualificação da tese. Com a aplicação desse sistema desenvolvido em uma turma de graduação, tinha-se como objetivo verificar a validade de utilização de um sistema computacional no processo de ensino e aprendizagem de um conhecimento específico. Se for comprovada a eficácia desse sistema de treinamento com o auxílio do computador, grande parte da proposta deste trabalho seria viabilizada, pois muitas das atividades previstas para a nova proposta do cenário de integração estão apoiadas em sistemas computacionais aplicados ao treinamento. Esse sistema específico, após aplicado, permitiu uma maior segurança na implementação do cenário de integração apoiado por tecnologias de educação.

Com o sistema de treinamento desenvolvido para CAPP, uma turma de graduação do 5º ano de Engenharia de Produção Mecânica e outra do 4º ano de Engenharia Mecânica, ambas da EESC – USP foram submetidas ao programa de treinamento para avaliação dos resultados da aprendizagem com a utilização de uma ferramenta computacional. No total, 60 alunos participaram do treinamento, distribuídos em 15 alunos da Engenharia de Produção e 45 alunos da Engenharia Mecânica. Ao final do treinamento, todos foram avaliados com questionários, que abordaram tanto questões teóricas sobre o CAPP, quanto questões sobre a validade de utilização de um sistema computacional no ensino de um conteúdo específico.

A seguir, o sistema de treinamento será detalhado e a estratégia de implantação será descrita, juntamente com os resultados obtidos com a

avaliação sobre a utilização de um sistema CBT no processo de ensino.

6.1. Detalhamentos do Sistema de treinamento em CAPP

Os alunos que foram submetidos ao treinamento não tiveram, dentro de suas disciplinas do curso, nenhum contato com o conteúdo de CAPP. Assim, no conteúdo do sistema, a teoria de CAPP teve que ser explicada com muitos detalhes, com uma boa organização de idéias e um grau diferenciado de atratividade para a estimulação dos alunos. Para a melhoria da atratividade e na tentativa de sensibilizar a maior quantidade de possível de sentidos dos alunos, além de textos, gráficos e animações, cada tela tem uma narração do que está sendo demonstrado naquele momento. Na maioria dos casos, basta o aluno clicar num ícone – presente em toda tela, que aquele conteúdo será narrado. Em alguns casos, principalmente quando o conteúdo que for apresentado na forma de texto ou gráfico, não for suficiente para uma boa compreensão, a narração é iniciada independente de um comando do aluno. Com essa alternativa de, na maioria das vezes, deixar o aluno comandar até a ocorrência de algumas mídias, é dada ao aluno uma sensação muito grande de controle do processo de aprendizagem. Caso um aluno tenha uma facilidade maior de memorização visual e ache interessante não executar a narração, isso será permitido na maioria do conteúdo. Ao contrário disso, se o aluno achar proveitoso para sua fixação, escutar as explicações, basta um clique. Esse pequeno exemplo é uma verdadeira aplicação da interação do aluno com o processo de aprendizagem, de acordo com suas características e necessidades pessoais. Mas, ter o controle sobre o acesso ao material, também é outro fator fundamental na interação do aluno com o sistema.

Apesar do sistema permitir uma navegação completamente livre pelo seu conteúdo, foi estabelecida uma ordem pedagógica para compreensão do assunto. Dessa forma, o Menu Principal do sistema apresenta uma ordem de tópicos como pode ser observado na Figura 34.



Figura 34 – Tela inicial do Sistema de Treinamento em CAPP

Mas, em contrapartida da sugestão de uma sequência linear do conteúdo, o sistema foi desenvolvido de forma que o aluno tenha independência total em sua utilização. Contando com uma tela padronizada, os mesmos botões são disponíveis o tempo todo, com todas as funções do sistema. Uma das funções é uma tela de ajuda (help), onde é exibido um detalhamento de todas as funções associadas aos botões (Figura 35). Assim, o aluno não precisou contar com nenhuma ajuda durante a utilização do sistema.

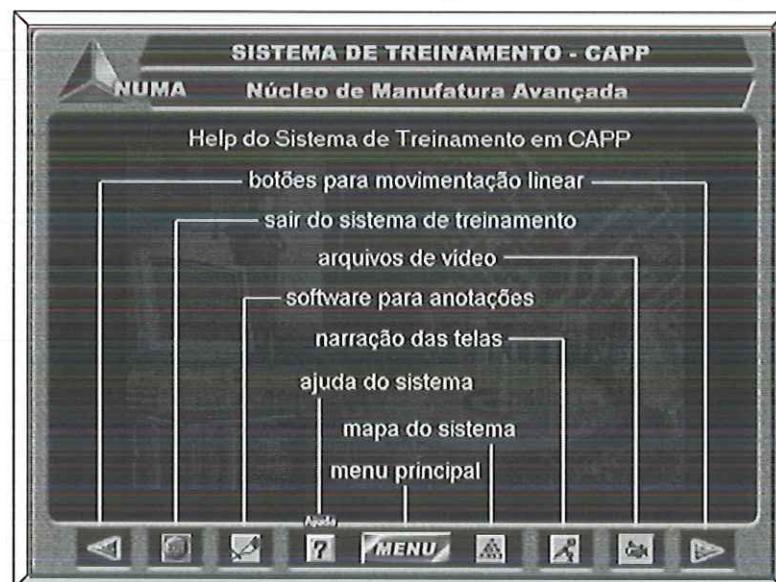


Figura 35 – Tela de ajuda do Sistema de Treinamento

Como já foi dito anteriormente, a partir da tela principal, o aluno tem uma sugestão de ordem a ser seguida durante o processo. Mas, a hipermídia tem sua grande vantagem quando estabelece uma livre navegação do sistema para atender as necessidades e características específicas de cada forma de aprendizado demonstrada pelos alunos. Mas, como já foi dito no capítulo 2, pode ocorrer a sobrecarga semântica que é o acúmulo de muitos caminhos percorridos, fazendo com que o usuário de um sistema hipermídia perca o sentido de orientação no conhecimento. Para amenizar essa situação, é colocado um mapa do sistema com todos os tópicos tratados. Assim, caso o usuário tenha a intenção de retornar a algum ponto específico, não necessita retornar ao início do programa e refazer o caminho desejado. Basta acessar o mapa do sistema, localizar o ponto onde se encontra e direcionar o sistema para qualquer outro ponto. O mapa do sistema é demonstrado na Figura 36.

Ainda sobre os problemas causados pela navegação excessiva no sistema, mais um recurso foi utilizado para manter o aluno sempre contextualizado quanto ao assunto. Ao final de cada tópico principal do sistema (os que estão no menu principal), o aluno entra em um frame para navegação, onde são representadas as ligações entre esses tópicos (Figura 37). Assim, o aluno pode optar entre prosseguir na navegação linear ou ir diretamente a qualquer outro tópico de interesse.



Figura 36 – Mapa do Sistema de Treinamento

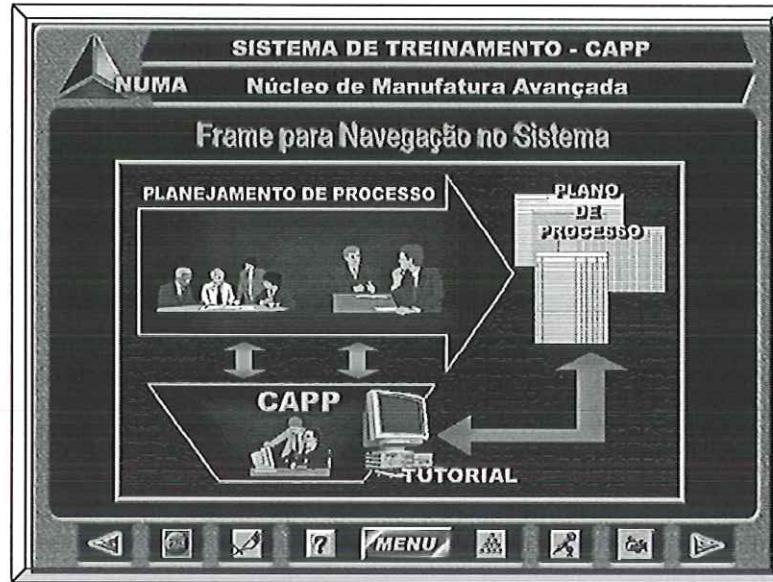


Figura 37 – Frame de navegação do Sistema de Treinamento

Uma solução que oferece algumas vantagens em um sistema de treinamento é a disponibilização de um editor de textos que pode ser iniciado a partir do próprio sistema. Assim, o aluno pode fazer anotações sem precisar recorrer a papel e caneta. Dessa forma, aluno pode salvar, imprimir e recuperar suas anotações, criando uma base de dados de seus principais comentários ou dúvidas sobre o assunto. Esse recurso é demonstrado na Figura 38.



Figura 38 – Acesso ao aplicativo para anotações

Em vários momentos da explicação de alguns conceitos do CAPP são utilizadas figuras ilustrativas para maior fixação desses conceitos, como uma melhoria didática. O aparecimento de uma figura no sistema, implica também na execução imediata da explicação narrativa desta figura. Em alguns casos, textos explicativos são inseridos juntamente com a figura, mas não implica na suspensão da narração, que sempre contribui com alguma informação extra daquele ponto (Figura 39).

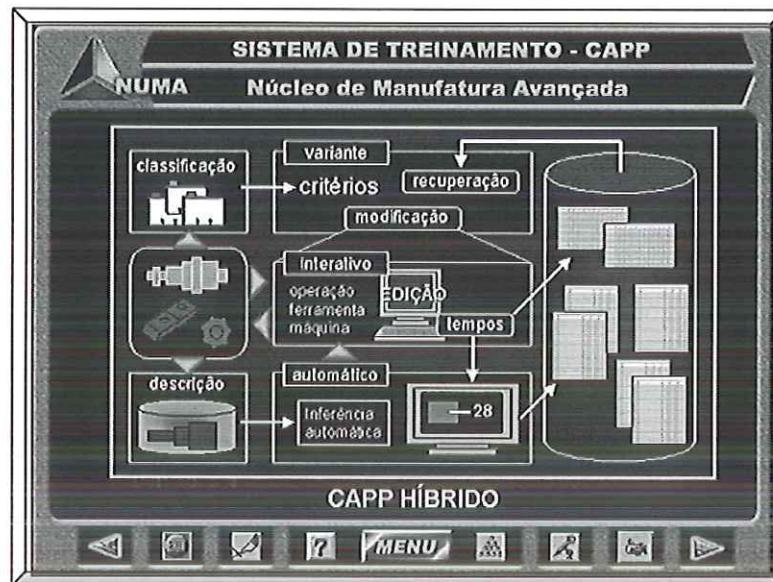


Figura 39 – Figura ilustrativa de um conteúdo específico

6.2. A aplicação do sistema de treinamento em CAPP

O sistema foi instalado em um laboratório com todas as máquinas com recursos de multimídia onde cada um, independentemente, poderia acessar o sistema de treinamento por um período de aproximadamente uma hora e meia, tempo calculado como suficiente para percorrer todo o conteúdo previsto, sem pressa para esta atividade. De acordo com o que foi determinado inicialmente, os alunos teriam este tempo para tomar contato com o conhecimento que, teoricamente, era novidade para toda a classe. Após a utilização do sistema, passariam para duas fases de avaliação: na primeira, seriam avaliados com questões sobre CAPP, de acordo com o conteúdo visto; na segunda avaliação, deveriam responder as questões sobre este novo processo de ensino/

aprendizagem com a utilização de uma ferramenta computacional.

Devido à novidade deste processo de ensino, a avaliação conceitual não foi considerada em nenhum tipo de ponderação para obtenção de notas para aprovação da disciplina, deixando-os confortáveis de explorar e avaliar o assunto sem uma cobrança formal deste resultado final. As perguntas conceituais realizadas estão no Anexo 4.

Após a livre navegação dos alunos pelo sistema, as questões conceituais foram distribuídas a todos, para que pudessem, juntamente com o professor responsável, realizar uma discussão dos conceitos adquiridos. Inicialmente, esperava-se que, pelo fato das questões terem sido elaboradas em formato de testes de múltipla escolha, com cinco alternativas cada, os alunos poderiam confundir-se nas respostas, tanto pela capciosidade das opções, quanto pela novidade de um assunto novo que acabaram de tomar contato. Ao contrário disso, em todas as questões os alunos demonstraram uma absorção dos conhecimentos bastante satisfatória, não só por optarem pelas alternativas corretas mas, principalmente, por justificarem as razões das suas opções, deixando claro que entenderam os conceitos e a relação entre eles.

Na segunda parte da avaliação, os alunos deveriam responder questões sobre o aproveitamento obtido com a utilização de um sistema computacional como ferramenta para o ensino e aprendizagem, bem como, avaliar o processo em si e seus desdobramentos.

Para cada questão formulada, os alunos deveriam dar uma nota que varia de 1 a 5, significando, em 1, nenhuma relevância, até 5, com muita relevância, variando crescentemente. As questões desta avaliação são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Questões de avaliação do Sistema de Treinamento

1. Como você considera a importância da interatividade com o conteúdo de uma disciplina, proporcionada por um sistema de ensino baseado em computador
2. Como você avaliou o fato de comandar a velocidade e a profundidade do conhecimento que estava tomando contato
3. O que você acha da utilização de mídias (texto, gráfico, som, vídeo e animação) no processo de ensino através do computador
4. Como você quantificaria a sua motivação com aulas apoiadas por sistemas computacionais de ensino aplicadas juntamente com o sistema tradicional
5. O que você acha da distribuição e descentralização do conhecimento facilitada pela elaboração de canais de acesso à informação mais acessíveis (CD ROM, Internet e etc)

Respondidos os questionários desta segunda avaliação, foram obtidas as médias das respostas para cada questão, compondo os gráficos que demonstram a porcentagem de cada resposta dada, onde é possível verificar grande aproveitamento, como será discutido após a demonstração dos gráficos, que serão apresentados a seguir.

6.3. Gráficos da avaliação do sistema de treinamento em CAPP

1. Como você considera a importância da **interatividade** com o conteúdo de uma disciplina, proporcionada por um sistema de ensino baseado em computador

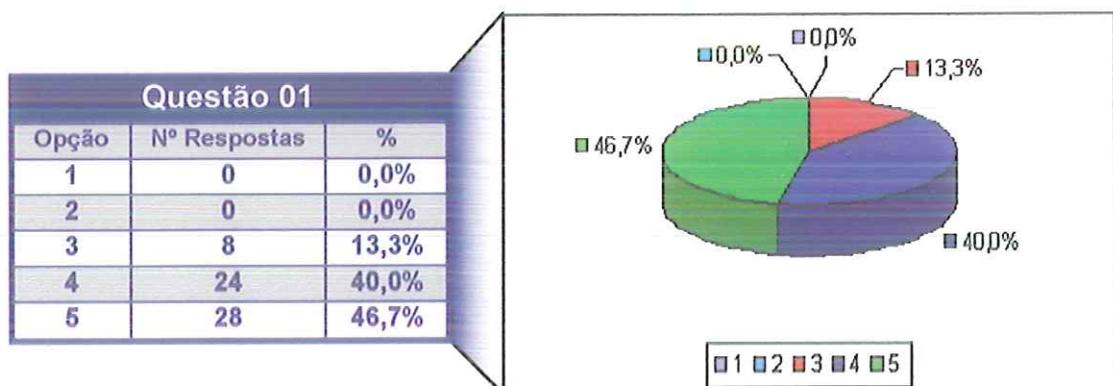


Figura 40 - Respostas da questão nº 1 da avaliação do sistema de treinamento

2. Como você avaliou o fato de **comandar** a velocidade e a profundidade do conhecimento que estava tomando contato

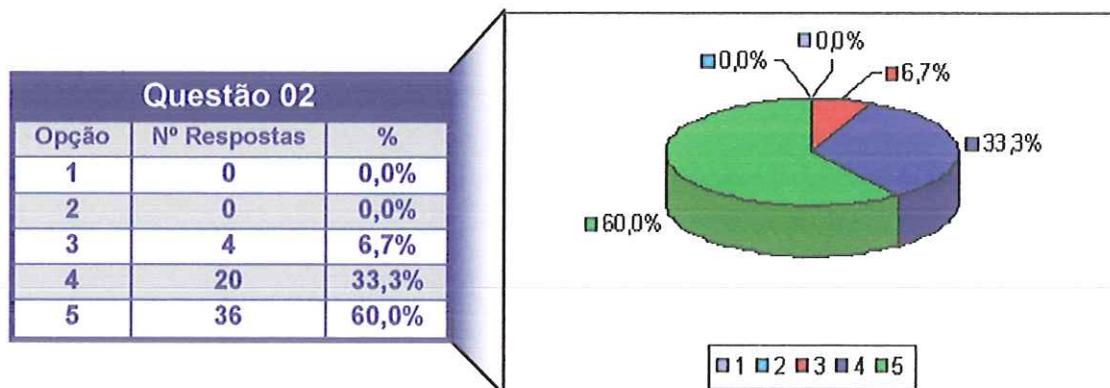


Figura 41 - Respostas da questão nº 2 da avaliação do sistema de treinamento

3. O que você acha da utilização de mídias (texto, gráfico, som, vídeo e animação) no processo de ensino através do computador

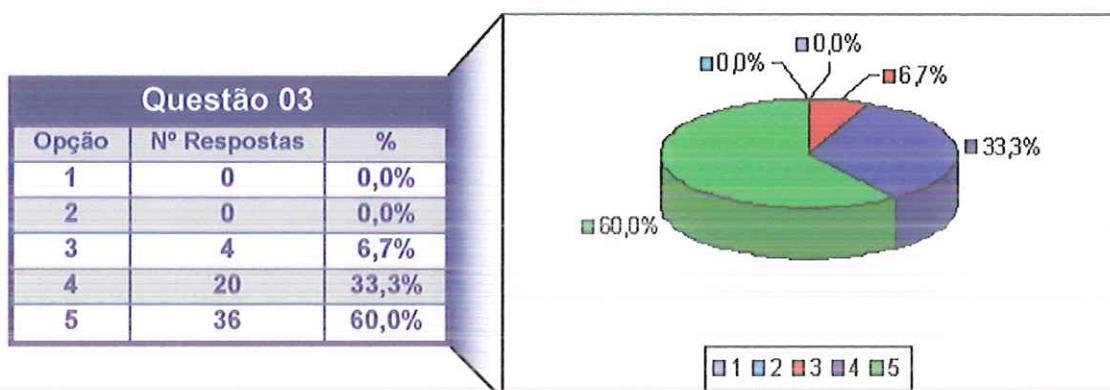


Figura 42 - Respostas da questão nº 3 da avaliação do sistema de treinamento

4. Como você quantificaria a sua motivação com aulas apoiadas por sistemas computacionais de ensino aplicadas juntamente com o sistema tradicional

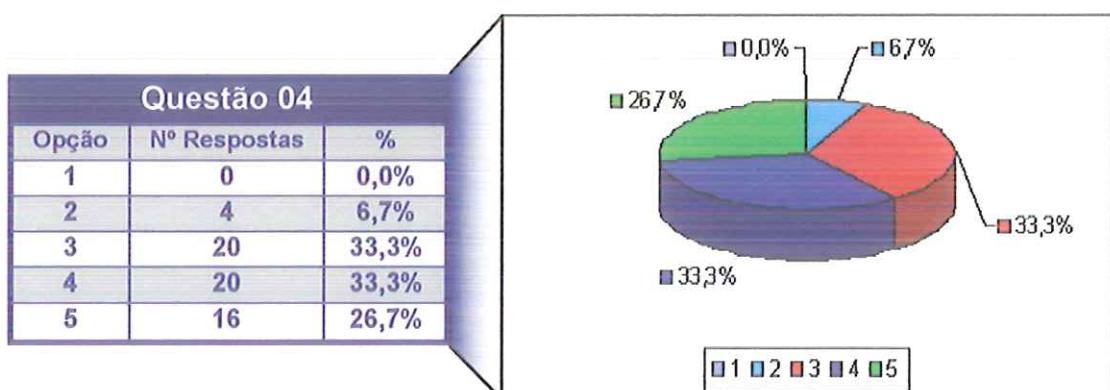


Figura 43 - Respostas da questão nº 4 da avaliação do sistema de treinamento

5. O que você acha da distribuição e descentralização do conhecimento facilitada pela elaboração de canais de acesso à informação mais acessíveis (CD ROM, Internet e etc)

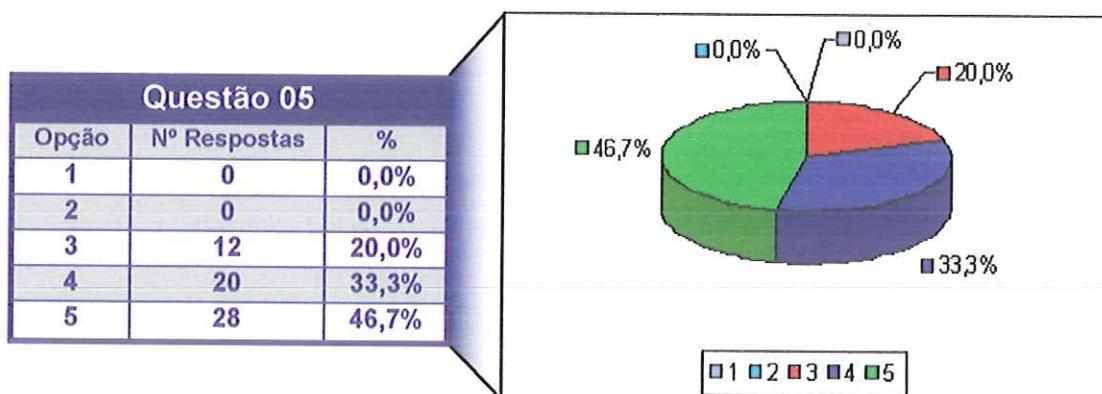


Figura 44 - Respostas da questão nº 5 da avaliação do sistema de treinamento

Como pode ser observado nos gráficos, os resultados obtidos com o sistema de ensino baseado em computador foram muito satisfatórios, com respostas bastante positivas dos alunos quanto à sua validade. A seguir serão analisados os pontos mais importantes das respostas obtidas.

Nas questões 01, 02 e 03, que tratam sobre a interatividade do sistema e a utilização de mídias no processo de ensino, registra-se 91,1% das respostas entre os índices 4 e 5 de relevância, na média das três questões. A motivação dos alunos quanto ao novo método de ensino, registrada na questão 04, indica 60% dos alunos entre os maiores índices de relevância (4 e 5).

A questão 04, sobre a disponibilização do conhecimento com mídias mais acessíveis e interativas, alcançou a excelente média de 80% nos índices 4 e 5 de relevância, indicando que os alunos sentem grande necessidade de acesso mais aberto ao conhecimento, além do que está disponibilizado em livros ou em sala de aula.

Cabe ressaltar nesta análise das respostas dos alunos, que em todas as discussões sobre ensino por computador, a tentativa sempre é a de melhorar o papel do professor, enobrecendo sua função de orientação de um processo de aprendizagem. O professor estaria desobrigado da tarefa de transmissão integral de conhecimento, cabendo às ferramentas computacionais parte deste trabalho. Mas, apesar de ser possível a representação de uma grande quantidade de conteúdos por meios digitais, há sempre uma questão, uma

alternativa, ou uma correlação de idéias que o sistema não tenha previsto. Nesses casos a experiência do professor conta como referencial e como segurança no processo de ensino e aprendizagem.

Essa primeira experiência, com a utilização de um sistema computacional como suporte ao processo de ensino, indicou o caminho para a continuidade da proposta deste trabalho em relação ao cenário de integração para o desenvolvimento de produtos. Com os excelentes resultados obtidos na avaliação do sistema de treinamento para CAPP, a proposta do cenário de integração ganha um incentivo ainda maior para a quebra dos paradigmas do ensino formal.

7. APLICAÇÃO DO CENÁRIO DE INTEGRAÇÃO

A estratégia escolhida para a realização do cenário de integração do desenvolvimento de produtos foi a de disponibilização parcial dos sistemas de treinamento para o grupo que participaria do treinamento. Assim, foram inscritos 10 alunos do 4º ano de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP) para participarem do curso proposto. De acordo com a estratégia de aplicação, somente 05 alunos receberam o CD-ROM com o sistema de treinamento contendo o Modelo de Referência e o *Script* do Desenvolvimento de Produtos. Com isso, pretende-se provar parte das hipóteses do trabalho, onde está previsto que o acesso ao conteúdo, de forma interativa e independente, antes da realização dos cursos presenciais, pode melhorar a motivação e o aprendizado dos alunos.

7.1. Programação das Atividades do Cenário de Integração

O curso foi previsto com uma duração de 20 horas, distribuídas em três dias, da seguinte forma:

1º Dia:	Início: 16:00h – Término: 18:00h <i>INTERVALO</i>	(2 horas)
	Início: 19:00h – Término: 23:00h	(4 horas)
2º Dia:	Início: 16:00h – Término: 18:00h <i>INTERVALO</i>	(2 horas)
	Início: 19:00h – Término: 23:00h	(4 horas)
3º Dia:	Início: 08:00h – Término: 12:00h <i>INTERVALO</i>	(4 horas)
	Início: 14:00h – Término: 18:00h	(4 horas)
	TOTAL	20 horas

Para cada período foram determinadas, passo a passo, as atividades que deveriam ser realizadas no cenário de integração com o devido tempo de duração, prevendo-se as cenas do *script*, as apresentações de conceitos, as atividades de sistematização de conhecimentos e a atividade de treinamento baseado no sistema computacional (CAPP). Desse detalhamento, foi elaborada uma planilha de acompanhamento das atividades com os devidos tempos (Figura 45). A planilha completa de acompanhamento encontra-se no Anexo 5.

F	A	C	Telão 1 - Cenas do Script	Pessoa	Telão 2	hora	Duração	Tempo Total	
					MÓDULO 1			00:00	
1				Sérgio	AP: NUMA e EI	08:00	00:20	00:20	
1				Sérgio	AP: FIM	08:20	00:10	00:30	
1				Sérgio	AP: Diagnóstico	08:30	00:10	00:40	
1				Sérgio	AP: Modelo de Referência	08:40	00:20	01:00	
1				Leonardo	Contexto: Personagens e História	09:00	00:30	01:30	
1	1	1	Oportunidade Identificada	Leonardo		09:30	00:05	01:35	
1	1	2	Preparando a Análise de Atratividade	Leonardo		09:35		01:35	
1	1	3	Realizando a análise de atratividade	Leonardo		09:35		01:35	
1				Carlos	AP: Análise de Atratividade	09:35	00:15	01:50	
1				Carlos	AP: índices e legendas para Análise de Atratividade	09:50	00:15	02:05	
1	1	4	Concluindo a análise	Leonardo		10:05	00:05	02:10	
1	1	5	Preparando-se para a reunião	Leonardo		10:10		02:10	
1				Cláudia	AP: Diretrizes	10:10	00:10	02:20	
					INTERVALO		10:20	00:15	02:35

Figura 45 – Planilha de atividades do cenário de integração

7.2. Apresentação dos Conhecimentos Específicos

Como já foi dito, para a compreensão do processo de desenvolvimento de produtos do cenário de integração, no decorrer do *script*, quando um novo conceito é citado no processo, a estória é interrompida para que esse novo conceito seja explicado, sendo realizada uma apresentação do assunto. Os conceitos específicos apresentados no cenário de integração são:

1. Modelo de Referência do Processo de Desenvolvimento de Produtos
2. Análise de Atratividade
3. Diretrizes
4. Liderança
5. Time de Desenvolvimento de Produtos (PDT)
6. Workgroup Computing
7. Gerenciamento de Projetos
8. Pesquisa de Mercado
9. Quality Function Deployment (QFD)
10. Estruturas de Produto e Sistemas de Classificação
11. Planejamento de Processo Assistido por Computador (CAPP)
12. Make or Buy
13. Análise Financeira de Investimento
14. Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)
15. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)
16. Product/Electronic Document Management (PDM/EDM)
17. Design of Experiments (DOE)

Com exceção do CAPP, que foi visto através do sistema de treinamento desenvolvido para este trabalho, os outros conceitos foram transmitidos de forma expositiva para os alunos. O recurso utilizado para as apresentações foi um software de apresentação de slides e projetor multimídia ligado a um computador. Na Figura 46, uma das apresentações realizadas.

Dentro da validação da proposta do cenário de integração deste trabalho, um dos pontos que se pretende provar é que a transmissão de conhecimentos através da utilização de um sistema de treinamento pode ter uma eficiência maior do que a exposição formal de conceitos.



Figura 46 – Apresentação de conceitos no cenário de integração

7.3. Sistematização de Conhecimentos

A atividade de sistematização de conhecimentos é mais um fator diferencial deste trabalho em relação ao ensino formal. Nesta atividade, ao final de cada uma das fases do *script*, os alunos devem se reunir para discutir, esquematizar e apresentar um resumo dos conceitos vistos até então. Durante a exposição, os alunos também podem dar opiniões sobre as metodologias de ensino que estão sendo utilizadas, estabelecendo uma avaliação constante do que se está utilizando no cenário de integração, possibilitando correções e ajustes durante a aplicação do cenário.

Para realizar esta atividade, os alunos são divididos em dois grupos para desenvolver a sistematização do conhecimento. Com essa divisão, os alunos podem verificar o aproveitamento de conceitos obtido pelo outro grupo e estabelecer um comparativo com o próprio aproveitamento.

Os recursos utilizados para a realização desta atividade são: computador com software de apresentação; projetor de slides ligado ao computador.

Estabelecido um tempo para realizarem a sistematização do conhecimento, os alunos devem expor os resultados obtidos. Após a exposição dos dois grupos, é aberto um espaço para comentários gerais ou resolução de dúvidas.

Na Figura 47, cenas dos alunos realizando a atividade de sistematização de conhecimentos.

O que pôde se observar na realização da sistematização do conhecimento é que os alunos reconheceram, desde a primeira atividade, que este espaço de discussões e de expressão sobre o processo de ensino e aprendizagem em geral, mas principalmente, sobre os conceitos vistos, causou uma diferença muito grande no comportamento dos alunos. A atividade provocou uma sensação de maior segurança nos alunos quanto ao aprendizado, pois sabiam que, ao final de cada fase, poderiam rever conceitos, reforçar a aprendizagem, discutir os assuntos abordados e colocar as dúvidas sobre o curso.

Mais adiante no trabalho, quando forem analisadas as avaliações dos alunos, outros pontos favoráveis serão discutidos sobre esta atividade.

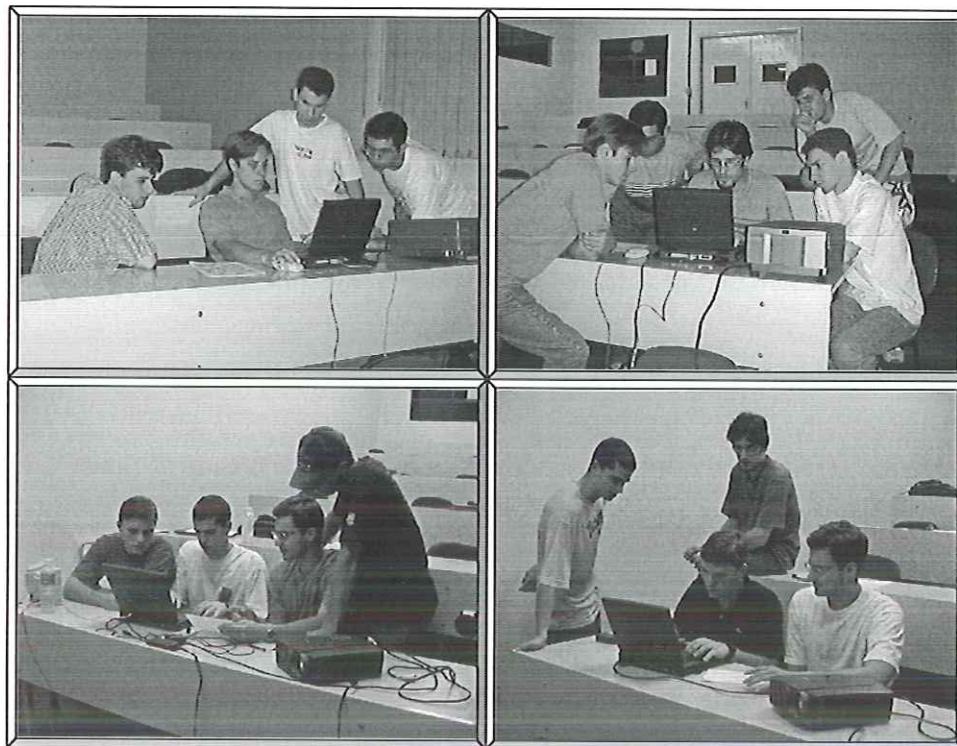


Figura 47 – Alunos do curso realizando a sistematização de conhecimentos

7.4. Avaliação do Cenário de Integração

A finalização do curso do cenário de integração foi feita com uma avaliação geral sobre a validade, contribuições, pontos positivos e negativos desta proposta de ensino e treinamento.

Os alunos receberam um questionário de avaliação onde responderam algumas questões diretas e outras questões abertas sobre a proposta do cenário.

As questões diretas tiveram pontuação de 01 a 05 quanto à relevância mínima (valor 01) ou máxima (valor 05) para cada questão. Estas questões foram divididas em três áreas, listadas abaixo com as respectivas questões:

I. Participação ativa no ensino

- 1) Atividades de **sistematização do conhecimento** ao final de cada fase em contribuição à aprendizagem

II. O uso do computador no ensino

- 2) O **comando** da velocidade e profundidade do conhecimento na atividade de aprendizagem com o uso do computador (aula de CAPP)
- 3) A **interatividade** com o conteúdo de uma disciplina, proporcionada por um sistema de ensino baseado em computador
- 4) A **utilização de mídias** (texto, gráfico, som, vídeo e animação) no processo de ensino através do computador
- 5) A **motivação** com aulas apoiadas por sistemas computacionais de ensino aplicadas juntamente com o sistema tradicional
- 6) O ganho de **aprendizagem** obtido com um sistema de ensino baseado em atividades de um sistema computacional em relação ao ensino tradicional
- 7) A **distribuição e descentralização do conhecimento** facilitada pela elaboração de canais mais acessíveis de acesso à informação (CD-ROM, Internet e etc)

III. O acesso ao conteúdo fora da sala de aula

Grupo de Alunos que recebeu o CD-ROM antes do curso

- 8) A **aprendizagem** com o acesso ao conteúdo do cenário **antes** de participar das aulas expositivas

*Grupo de Alunos que **NÃO** recebeu o CD-ROM antes do curso*

- 8) A **aprendizagem CASO** tivesse acesso ao conteúdo do cenário **antes** de participar das aulas expositivas
- 9) A **aprendizagem** e a **fixação de conceitos** tendo acesso ao material de apoio interativo sobre o conteúdo das aulas dadas para estudar posteriormente à realização do curso

7.4.1. Respostas e Análise das Questões Diretas

Há dois grupos distintos de alunos a serem analisados: os que receberam o CD-ROM de treinamento antes do curso (será chamado de

Grupo I) e os que não o receberam (Grupo II). As perguntas aos dois grupos foram praticamente iguais, diferenciando somente na questão 08 que avalia, no primeiro grupo, o impacto do acesso ao conteúdo antes da realização do curso e, no segundo grupo, o impacto que *poderia* ter acontecido caso tivesse recebido o material antecipadamente. Além disso, as respostas de cada grupo serão analisadas separadamente para que seja possível perceber as opiniões sobre o curso em cada um dos casos. Reforçando o que já foi dito, as questões têm respostas de 01 a 05, avaliando a relevância daquela questão desde um grau mínimo (valor 01) até um altíssimo grau de relevância (valor 05).

Questão 01: Atividades de **sistematização do conhecimento** ao final de cada fase em contribuição à aprendizagem

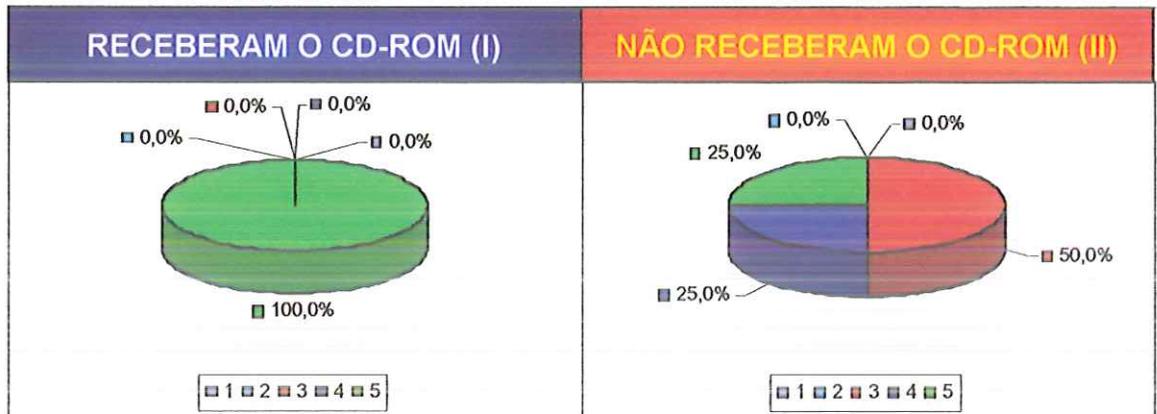


Figura 48 – Respostas da questão 01 do Cenário de Integração

Análise: Claramente pode ser verificado que os alunos do Grupo I vêem a atividade de sistematização do conhecimento de uma forma muito mais contributiva do que os alunos do Grupo II. Isso se deve ao fato de que estes alunos do primeiro grupo já tinham uma preparação ao conteúdo muito maior do que os outros. Assim, na atividade de sistematização, conseguiam compor o conhecimento com muito mais facilidade e aproveitando melhor estes momentos de possibilidade de interação com o processo de ensino.

Questão 02: O **comando** da velocidade e profundidade do conhecimento na atividade de aprendizagem com o uso do computador (aula de CAPP)

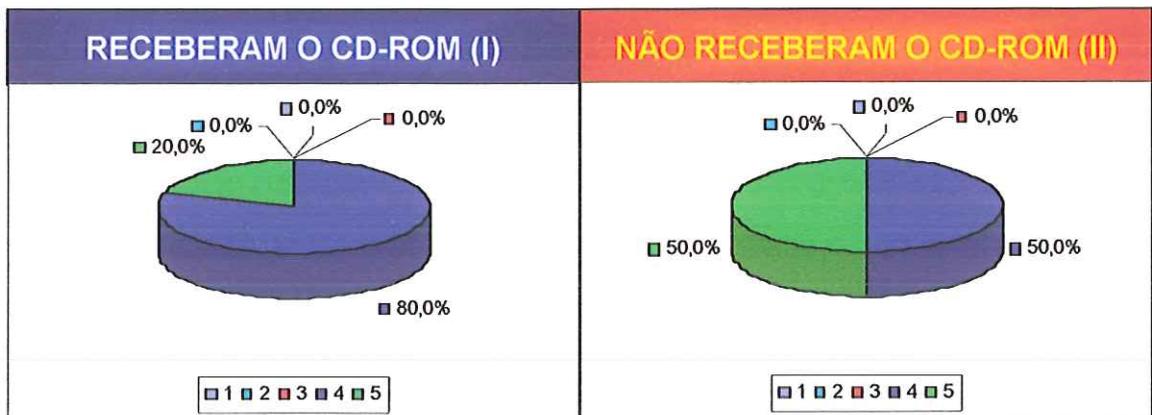


Figura 49 - Respostas da questão 02 do Cenário de Integração

Análise: Na utilização do sistema de treinamento de conteúdo específico, o Grupo I, demonstrou uma aceitabilidade um pouco maior do que o outro grupo. Mesmo assim, o aproveitamento do sistema de treinamento de CAPP teve uma relevância bastante satisfatória no Grupo II, mesmo sem o contato anterior ao conteúdo.

Questão 03: A **interatividade** com o conteúdo de uma disciplina, proporcionada por um sistema de ensino baseado em computador

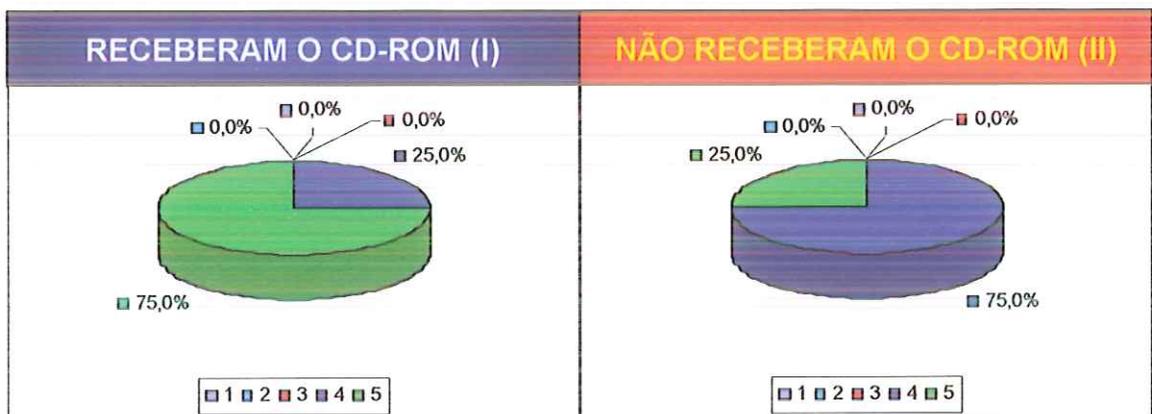


Figura 50 - Respostas da questão 03 do Cenário de Integração

Análise: Apesar da inversão das porcentagens das respostas obtidas entre os índices 4 e 5 de relevância desta questão, a interatividade é apontada por todos os alunos como sendo uma forma bastante interessante de estabelecer contato com o conteúdo de uma disciplina.

Questão 04: A utilização de mídias (texto, gráfico, som, vídeo e animação) no processo de ensino através do computador

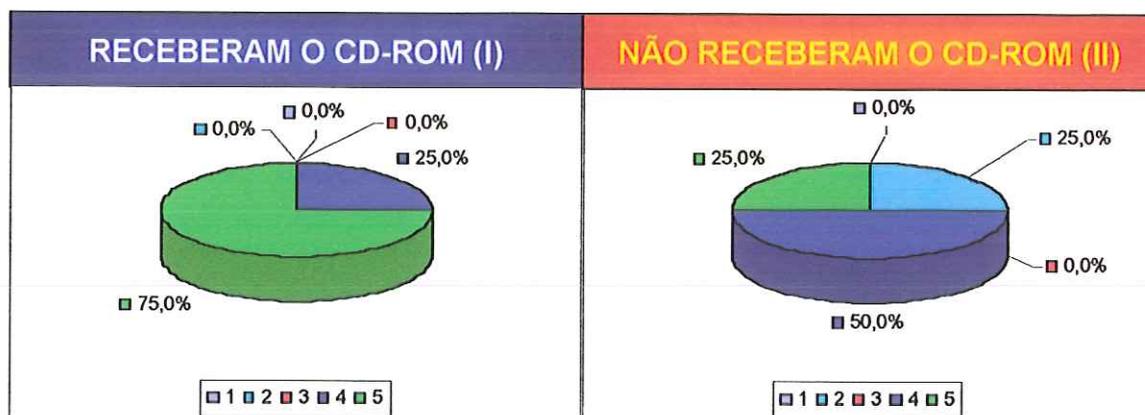


Figura 51 - Respostas da questão 04 do Cenário de Integração

Análise: Talvez nesta questão, esteja evidenciada a maior diferença nas respostas obtidas, com um descontentamento de 25% dos alunos do Grupo II quanto à utilização de mídias no processo de ensino. Mesmo que os alunos deste grupo tenham considerado bastante relevante a interatividade na questão anterior, essa pequena porcentagem não obteve motivação com o uso de mídias. Mas, em contrapartida, o Grupo I teve um grau de satisfação altíssimo em 100% dos alunos quanto à utilização de mídias no suporte ao ensino.

Questão 05: A motivação com aulas apoiadas por sistemas computacionais de ensino aplicadas juntamente com o sistema tradicional

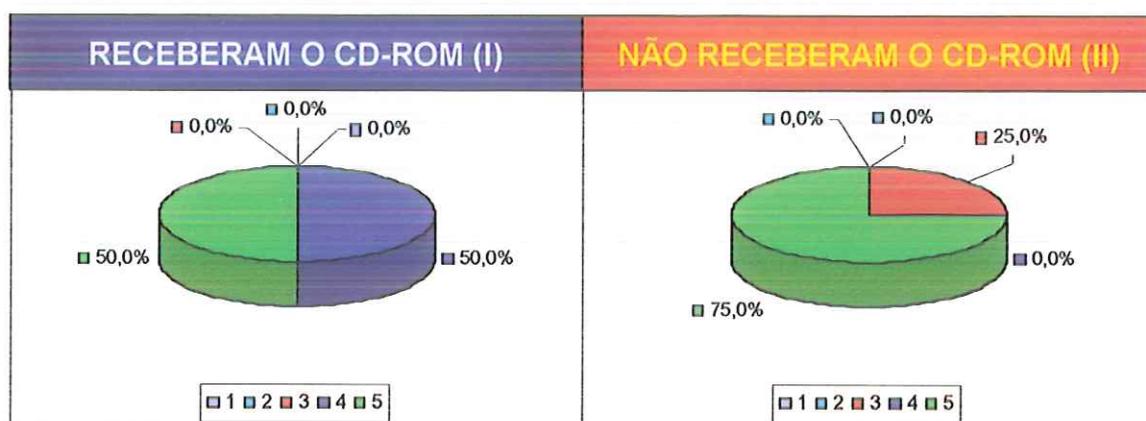


Figura 52 - Respostas da questão 05 do Cenário de Integração

Análise: Novamente os alunos do Grupo II demonstraram, apesar de pequena diferença, uma motivação menor quanto ao uso do computador no ensino em

relação ao Grupo I. Essa diferença, embora pequena, continua se propagando nas questões sobre o uso do computador, indicando um possível efeito motivador nos alunos que antes já tiveram contato com o sistema de treinamento.

Questão 06: O ganho de **aprendizagem** obtido com um sistema de ensino baseado em atividades de um sistema computacional em relação ao ensino tradicional

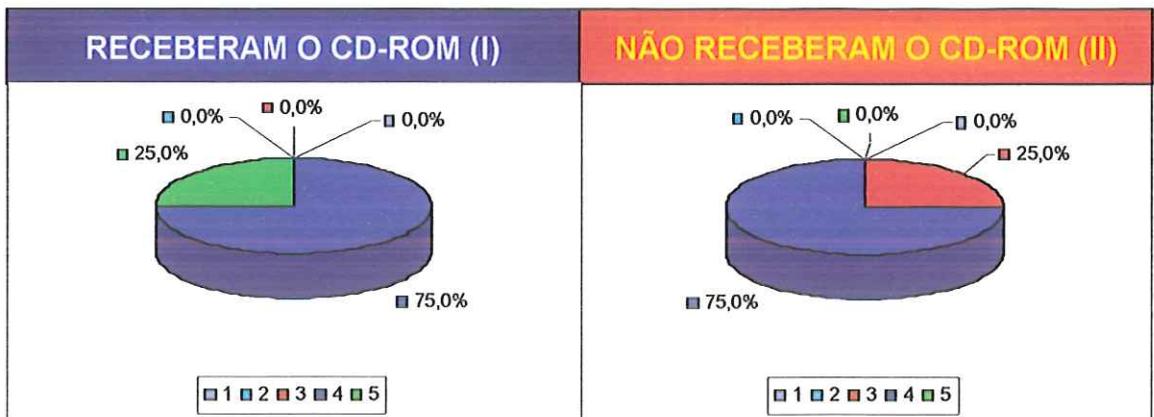


Figura 53 - Respostas da questão 06 do Cenário de Integração

Análise: Como o Grupo II só teve contato com o sistema de treinamento específico do CAPP, seria difícil esperar um grau máximo de satisfação nesta questão, como realmente aconteceu. Nenhum aluno indicou a nota cinco sobre a aprendizagem apoiada por sistemas computacionais, pois não tiveram a possibilidade de experimentar o sistema antes da realização do curso.

Questão 07: A **distribuição e descentralização do conhecimento** facilitada pela elaboração de canais mais acessíveis de acesso à informação (CD-ROM, Internet e etc)

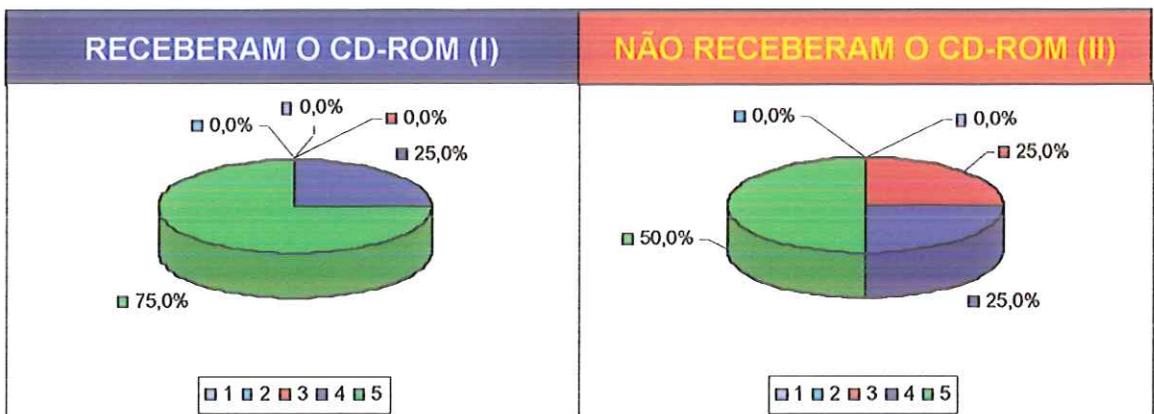


Figura 54 - Respostas da questão 07 do Cenário de Integração

Análise: O Grupo I indica, como nas outras questões, ter uma visão mais otimista quanto à distribuição do conhecimento de forma mais intensa. O acesso anterior ao conhecimento fez com que 75% dos alunos deste grupo indicassem o grau de relevância máxima (5 pontos) para esta questão.

Questão 08: A aprendizagem com o acesso ao conteúdo do cenário antes de participar das aulas expositivas

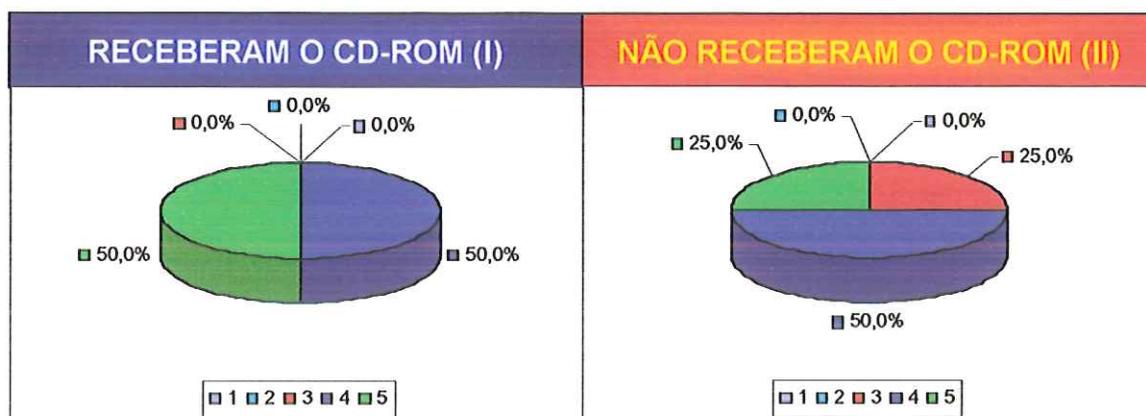


Figura 55 - Respostas da questão 08 do Cenário de Integração

Análise: Esta questão é a única que contém uma diferença em sua formulação pois os alunos do Grupo II não poderiam avaliá-la da mesma forma que o Grupo I, que teve acesso ao CD-ROM. Assim, ao Grupo II foi perguntado o que acharia caso tivesse acesso ao conteúdo anteriormente ao curso. Mesmo assim, as respostas do Grupo II indicam que os alunos já conseguem perceber as vantagens deste acesso ao conteúdo fora do ambiente tradicional de ensino. Essa constatação pode ser verificada nas respostas do Grupo I, onde 100% dos alunos indicaram níveis de relevância entre 4 e 5.

Questão 09: A aprendizagem e a fixação de conceitos tendo acesso ao material de apoio interativo sobre o conteúdo das aulas dadas para estudar posteriormente à realização do curso

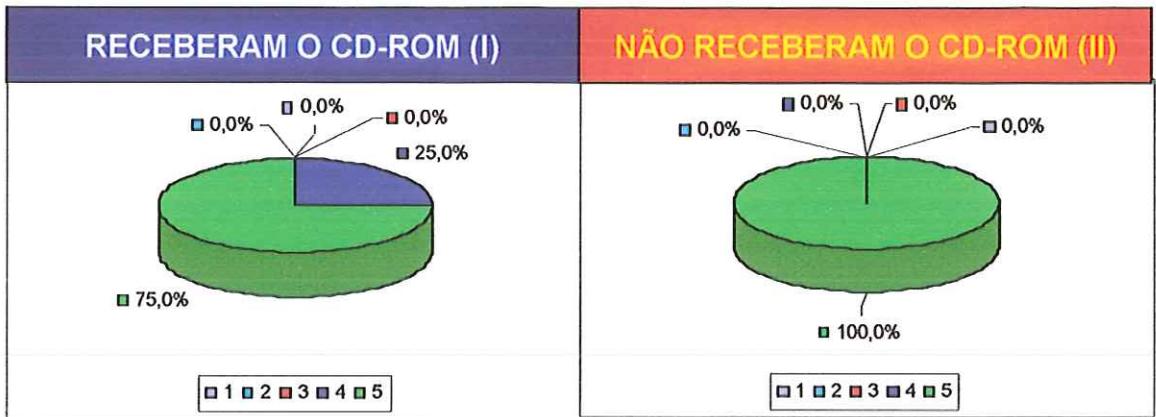


Figura 56 - Respostas da questão 09 do Cenário de Integração

Análise: Curiosamente, o Grupo II identificou, em 100% dos seus participantes, relevância máxima sobre esta questão, pois receberiam o conteúdo completo do curso após o término de sua realização. Talvez sensibilizados pela satisfação demonstrada pelos participantes do Grupo I, estivessem motivados pelo fato de poderem acessar o conteúdo do curso para resolver dúvidas que possivelmente tenham ficado pendentes, ou prejudicadas por não terem recebido o CD-ROM anteriormente.

Com o intuito de reforçar as diferenças identificadas nas respostas dos dois grupos, porém sem tanto rigor estatístico e analítico, é calculada a média das respostas de todas as questões anteriores, com o resultado demonstrado na Figura 57.

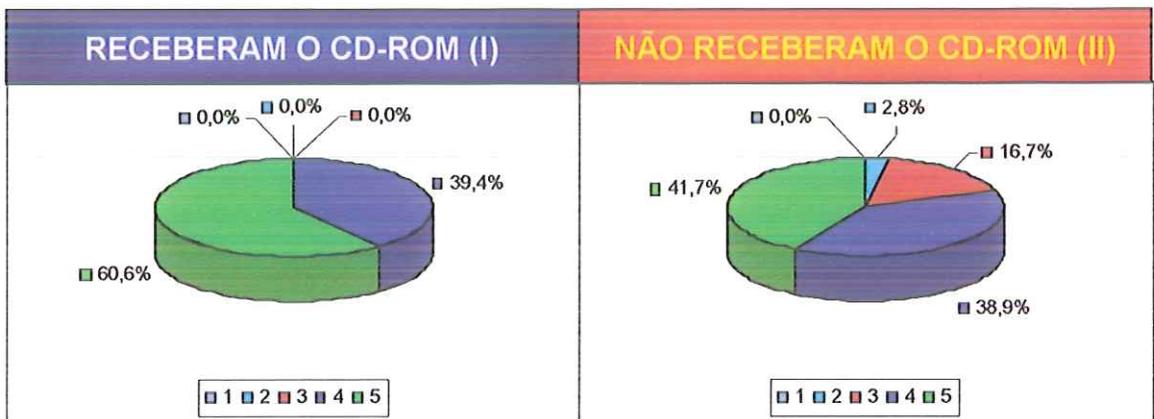


Figura 57 – Média geral das respostas das questões pelos Grupos I e II

No Grupo I não houve sequer uma resposta que ficasse abaixo do índice 4 de relevância. Reforçando ainda mais, 60% das respostas indicam satisfação total com as atividades que foram propostas na configuração do cenário de integração deste trabalho (valor 5). Mas, mesmo sem o acesso ao conhecimento, o Grupo II teve 80,6% das respostas entre os níveis 4 e 5 de relevância, indicando que a proposta foi sentida como uma melhoria eficaz no processo de ensino e aprendizagem, mesmo que os participantes deste grupo estivessem mais vislumbrando do que se beneficiando de algumas das atividades propostas.

7.4.2. Respostas e Análise das Questões Abertas

As questões abertas são utilizadas para colher resultados que podem ser diferentes do que o direcionamento provocado pelas questões diretas. As questões propostas para respostas abertas são as seguintes:

- 1) Você acha que o resultado deste curso seria o mesmo mantendo o conteúdo teórico e suprimindo a história e os personagens ?
- 2) Na sua opinião qual a principal contribuição do curso ? Se não houve contribuição porque?
- 3) Na sua opinião, quais foram os aspectos positivos deste curso que merecem destaque?
- 4) Na sua opinião, quais os aspectos negativos deste curso que devem ser melhorados?
- 5) O espaço a seguir é destinado aos seus comentários gerais, críticas e/ou sugestões:

Como elas não são quantitativas, algumas das respostas mais relevantes serão reproduzidas para que possam ser analisadas. Ainda pela característica descritiva das questões, não foi percebida diferença significativa entre as respostas dos dois grupos, o que não justificaria uma análise em separado das questões.

(Questão 1) Você acha que o resultado deste curso seria o mesmo mantendo o conteúdo teórico e suprimindo a história e os personagens ?

“Não acredito que o resultado seria o mesmo, porque a estória e os personagens contextualizam os conteúdos, ajudando a fixar melhor as idéias e quando utilizar os conceitos”.

“Claro que não !!! A possibilidade de interação com uma situação simulada do real facilita 100% a fixação de conceitos”.

“Com certeza não ! A estória dá ao curso uma seqüência lógica e prática”.

“Não, o script é importante para interagir, visualizar uma empresa no desenvolvimento de produtos”.

“Não. A estória tem importância relevante, uma vez que mostra a aplicação dos conceitos na vivência de uma empresa”.

(Questão 2) Na sua opinião qual a principal contribuição do curso ? Se não houve contribuição porque?

“Fornecer a visão integrada, holística do desenvolvimento de produtos foi a melhor contribuição”.

“Encadeamento dos atos e cenas do script”.

“Uma visão abrangente sobre técnicas que hoje, na Engenharia Mecânica, não são discutidas”.

“A demonstração do desenvolvimento de um produto sob o ponto de vista empresarial”.

(Questão 3) Na sua opinião, quais foram os aspectos positivos deste curso que merecem destaque?

“A utilização de um ambiente provido de características multimídia, utilização de novos métodos de aprendizagem e o material recebido após o curso”.

“A interatividade, o uso do computador de uma forma não cansativa e o uso de estórias e vivências”.

“Sistematização do conhecimento, distribuição de CD's e a boa estrutura física”.

“A visão holística, possibilidade de acesso ao conteúdo antes e após o curso e as sistematizações do conhecimento”.

(Questão 4) Na sua opinião, quais os aspectos negativos deste curso que devem ser melhorados?

“Pouco tempo do curso e falta de interatividade nos demais conteúdos”.

“A distribuição horária que, em certos momentos, levou ao cansaço”.

“O tempo é realmente um fator limitante de aprendizado”.

“A apresentação da estória foi muito rápida”.

“Tempo de curso insuficiente e carga diária grande”.

(Questão 5) O espaço a seguir é destinado aos seus comentários gerais, críticas e/ou sugestões:

“Espero que este curso seja implantado nas grades dos cursos das Engenharias”.

“O método proposto é inovador e bastante interessante. Como sugestão, seria inserir esta tecnologia nas matérias do curso de Engenharia, que hoje ainda é bastante tradicional”.

Podem ser percebidas, em todas as questões, diferenças de visão e perspectiva dos alunos dos dois grupos identificados no cenário de integração, quanto às atividades propostas para o cenário de integração. Nas questões abertas, apesar de não serem estabelecidas diferenças entre os grupos, percebe-se um grande entusiasmo dos alunos com os novos métodos. Estas respostas levantadas apontam para uma comprovação integral das hipóteses propostas para o cenário de integração do desenvolvimento de produtos deste trabalho.

7.5. A comprovação das hipóteses

A aplicação e avaliação dos resultados do curso de desenvolvimento de produtos, permitem traçar a relação das hipóteses levantadas para o trabalho e os resultados obtidos com os alunos na utilização do sistema de treinamento. Aqui serão colocadas novamente as hipóteses definidas para o trabalho e a análise feita para cada uma delas.

Hipótese 1: *o contato com assuntos novos antes de cursos presenciais diminui a heterogeneidade dos participantes, melhorando a aprendizagem situacional*

O cenário de integração tem uma variedade de assuntos muito grande sobre o desenvolvimento de produtos. A implantação de atividades que dêem

suporte anterior à realização dos cursos pode eliminar ou minimizar a diferença de conceitos entre os participantes chegando próximo a uma homogeneidade de conhecimentos. Se a diferença de conceitos persistir após a realização dessas atividades, ao menos ela poderá ser reduzida a níveis onde o ensino situacional será mais proveitoso.

A diferença que foi percebida nas respostas dos alunos de cada grupo demonstra uma segurança e conforto maior com assuntos novos com aqueles alunos que tiveram um contato anterior com o conteúdo. Pelas respostas dadas, claramente pode-se perceber que os alunos do Grupo I (que teve acesso ao CD-ROM), conseguiram participar melhor das atividades de sistematização e alcançaram maior percepção na compreensão da história de desenvolvimento de produtos. Talvez este seja um dos mais importantes pontos do trabalho. A descentralização do conhecimento, permitindo o acesso a qualquer instante temporal ou espacial, independentemente do ensino presencial, quebra um dos mais fortes pilares (ou barreiras) da educação formal, que é a centralização do conhecimento. Permitir que o aluno tenha acesso ao conteúdo de disciplinas a qualquer instante e por quantas vezes ele quiser, posicionaria os professores num patamar completamente diferente do que temos hoje na educação formal. Ele teria a nobre função de “pensar” no processo de ensino, fornecendo materiais cada vez mais completos, atualizados e dinâmicos. Caberia às atividades do ensino presencial somente o reforço do conhecimento, onde o professor estaria dando um algo mais que não está contido no material de apoio. Além disto, no contato com os alunos poderiam estar sendo discutidos aspectos diferentes do conteúdo, pontos de vista de professores e alunos, resultando em debates, discussões e trocas de experiência. Esse sim, o tão sonhado sonho de real educação que tantos pesquisadores e educadores anseiam.

Hipótese 2: *a interação com o conteúdo durante o aprendizado e o uso de recursos audiovisuais na apresentação de conceitos aumentam a atratividade e a absorção de conhecimentos*

Com índices bastante altos nas respostas das questões que abordaram a tecnologia na educação, pode-se afirmar que os sistemas de treinamento, utilizados conjuntamente com o ensino tradicional, provocaram um ganho de qualidade no processo de aprendizagem. A utilização da multimídia causou uma motivação muito grande no aprendiz, pois a presença de animações, áudio, vídeo e gráficos diferenciaram muito dos recursos mais usados nas aulas tradicionais (lousa, transparências, entre outras). Quando o aluno interage com o processo de ensino, saindo da passividade provocada pelo formato tradicional das aulas, ele assume um papel ativo e participante, buscando o conhecimento e valorizando seu papel no ensino.

A passividade que ocorre em apresentações formais de conteúdos prejudica o aproveitamento dos participantes, como foi identificado nos problemas colhidos nas avaliações dos cursos anteriores do cenário de integração. A implementação desses conteúdos através de sistemas CBT e a realização das atividades complementares ao cenário durante a realização dos cursos, permite ao aluno que tenha uma maior motivação na absorção da visão integrada dos conceitos, fundamental para a compreensão dos objetivos do cenário de integração ou em quaisquer outras aplicações do ensino.

Hipótese 3: *a determinação de qual conteúdo consultar e o tempo destinado a cada tópico, provocam a individualização do processo de aprendizagem*

A interatividade permitida pelas atividades desenvolvidas em um sistema computacional permite que o aluno faça a adequação da aprendizagem de acordo com as suas necessidades, personalizando o processo de ensino.

As questões que tratam da utilização dos sistemas de treinamento reforçam a comprovação dessa hipótese. A utilização de um sistema CBT no processo de ensino, comparativamente ao ensino tradicional, coloca à frente do aluno, praticamente todo o processo de transmissão de conhecimentos. E ainda melhor, a seu próprio comando. Com esse recurso, o conhecimento está à disposição do aluno e não o contrário, que é feito no ensino tradicional. Essa individualização permitida pelo uso do computador nunca seria possível com a enorme demanda de ensino que hoje é exigida. Cada vez mais um número

maior de pessoas deve ser atingido por uma quantidade ainda maior de conhecimentos. É praticamente impossível alcançar essa demanda com a manutenção da qualidade de ensino e com a aprendizagem diferenciada pela necessidade individual de cada aluno. Os sistemas CBT conseguem atingir qualquer número de pontos de conhecimento (a disponibilização de mídias como o CD-ROM já deixou de ser um problema e a Internet segue o mesmo caminho) e, ao mesmo tempo, em cada ponto de aplicação do ensino, o processo de aprendizagem está voltado para a pessoa que está adquirindo o conhecimento.

Como o cenário de integração teve atividades de apresentação de conceitos de forma tradicional, as que foram realizadas através da interatividade dos sistemas CBT propiciaram vantagens consideráveis em relação às exposições formais. Assim, o aprendizado de conceitos novamente pode ter fatores que contribuem para seu engrandecimento, com mais um diferencial no ensino de desenvolvimento de produtos.

Hipótese 4: *a possibilidade de continuidade de contato com o conteúdo visto num curso presencial, após a sua realização, reforçam o aprendizado de novos conceitos*

Esta foi praticamente uma unanimidade nas respostas dos alunos que participaram do cenário de integração proposto neste trabalho. Todos foram claros em dizer que, estar saindo de um curso com o conteúdo inteiro nas mãos, era um fator de diferenciação incrível em relação ao ensino tradicional. Há duas situações do ensino tradicional que este recurso abre novas fronteiras. A primeira situação é do aluno que participou de um processo de ensino tradicional. Caso restem dúvidas após a explicação do professor, nem sempre é trivial localizar este professor novamente para que explique ou retire as dúvidas que ainda persistirem após a aula expositiva. Assim, com o material em mãos, de forma interativa com um sistema CBT, grande parte destas dúvidas podem ser resolvidas. A segunda situação tem um impacto ainda maior. É só imaginar um aluno que, por qualquer motivo, não pôde estar presente à aula presencial e não teve nada da explicação dada pelo professor

naquele assunto. É fabuloso ter grande parte daquele conteúdo disponibilizado a esse aluno que estaria sendo beneficiado com ensino de qualidade, mesmo não tendo participado da aula expositiva. Isto não impede que depois ainda procure o professor, mas seria apenas para o esclarecimento de dúvidas ou desdobramentos da matéria que não estavam previstos no material disponibilizado.

Mesmo que as atividades previstas no cenário com a utilização dos sistemas de treinamento sejam integralmente utilizadas antes e durante a realização dos cursos, não se pode garantir que os participantes saiam dos cursos com pleno e absoluto domínio dos conceitos sobre o desenvolvimento de produtos. Dúvidas, necessidade de acompanhamento e reforço de alguns conceitos se farão necessários. Se não para todos os participantes, com certeza para uma parte destes, o que é absolutamente normal em qualquer processo de ensino e aprendizagem. Não se pode atingir uma porcentagem máxima de absorção de conhecimentos para a totalidade de alunos de um curso. Por isso a necessidade de atividades que permaneçam disponíveis após a realização dos cursos do cenário de integração.

Para reforçar essa situação, um dos problemas indicados pelos participantes dos cursos do cenário de integração é exatamente a dificuldade de permanência dos conceitos novos após a realização dos cursos.

Essas atividades previstas pós-treinamento, contribuem ainda mais com o aprendizado de desenvolvimento de produtos no cenário de integração.

Hipótese 5: *a construção do conhecimento, através de atividades de sistematização de conteúdos reforçam o aprendizado durante a realização de cursos.*

Outro fator diferencial que foi muito evidenciado pelos alunos foram as atividades de sistematização de conhecimentos. Esse espaço aberto no processo de ensino para que os alunos possam interagir com a matéria e expor, tanto seu aprendizado quanto suas dúvidas, causou um impacto determinante na realização da proposta do cenário de integração deste

trabalho. O fato de o aluno ter que sistematizar o que aprendeu, estabelecer uma seqüência, dar sentido ao conhecimento visto para que tivesse condições de apresentá-lo aos demais participantes, enriqueceu a aprendizagem dos novos (e muitos) conceitos vistos sobre o desenvolvimento de produtos.

Essa é uma atividade que quebra barreiras do ensino formal e que não é necessário, necessariamente, contar com recursos tecnológicos para sua realização. É evidente que o uso da tecnologia facilita, acelera e traz melhores resultados na qualidade das apresentações feitas pelos alunos. Mas hoje, principalmente no Brasil, é fato que as salas de aulas, tanto em escolas quanto em universidades, não contam com recursos tecnológicos para serem utilizados em todas as aulas. Por isso, esta atividade de sistematização de conhecimentos tem grande utilidade ao se pensar nas viabilidades práticas deste trabalho e seus desdobramentos no processo de ensino.

Portanto, depois da comprovação das hipóteses previstas para o trabalho, pode-se dizer que o cenário de integração para o desenvolvimento de produtos, na configuração proposta neste trabalho, contribui muito para a quebra das barreiras do ensino formal e traz propostas concretas e viáveis para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem do desenvolvimento de produtos.

8. CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS

A análise dos resultados obtidos com a realização do curso de desenvolvimento de produtos no cenário de integração, abre perspectivas excelentes na continuidade de aplicação do trabalho.

O aumento de motivação na aprendizagem dos alunos que utilizaram o sistema de treinamento aponta para uma direção certa e sem volta para os paradigmas tradicionais do ensino formal.

O desdobramento do trabalho para as empresas indica o alcance de melhores resultados para a competitividade no desenvolvimento de produtos, sendo que os funcionários podem ser mais bem treinados e com mais eficiência. A crescente renovação tecnológica clama por uma renovação no treinamento destes funcionários. Além disso, a redução do deslocamento dos funcionários para treinamento, através do ensino não situacional permitido pelo uso da tecnologia pode representar, para muitas empresas, economias significativas nos programas de capacitação. O avanço tecnológico dos meios de comunicação e, conseqüentemente, da internet, tende a desmistificar barreiras ainda fortes na implantação de programas de treinamento à distância. A utilização do CD-ROM, entre outras razões, deve-se ao fato da internet não suportar, com performance satisfatória, o uso de mídias mais dinâmicas (vídeo, animação e som) de maneira tão acessível (pelo menos, por enquanto). Quando se fala de ensino descentralizado e individualizado por ferramentas computacionais, tem-se como pressuposto, a utilização homogênea de tecnologia com acesso a uma grande maioria dos participantes do processo. Isso significa que um usuário de um sistema de treinamento (alunos ou funcionários de uma empresa), deve ter condições de determinar quando e onde considera mais produtivo e conveniente a utilização de tais ferramentas.

Assim, a utilização intensa da internet pode tornar-se ainda inviável, pois esse usuário pode escolher “assistir” uma aula em casa, onde a conexão à rede pode não ser satisfatória, ou ainda, por não ter tal recurso.

O CD-ROM, como mídia, já está acessível em uma escala bastante aceitável para a difusão em alta escala de programas de treinamento não presenciais. Permite também portabilidade e garantia de uma qualidade constante em sua execução, além de um custo bastante baixo para reprodução.

Se tecnologicamente ainda tem-se uma espera por novidades maiores e mais satisfatórias quanto à metodologia do ensino por computador, parece que o caminho traçado até então já indica uma direção correta, sujeita aos ajustes oriundos da experiência adquirida e das novas características que a tecnologia possa proporcionar.

Com os resultados obtidos até agora nesse trabalho, já é possível estabelecer alternativas de expansão da proposta colocada. Inicialmente, foi desenvolvido para o cenário de integração somente o treinamento em um conhecimento específico dentro do contexto de desenvolvimento de produtos. O curso de CAPP é um início de uma série de outros conhecimentos que podem ser sistematizados e transformados em cursos apoiados por computador. Isso, em dimensão maior, pode abranger praticamente qualquer esfera de conhecimento, não só para o desenvolvimento de produtos como para todas as áreas de uma empresa ou de instituições de ensino. Cursos interativos de motivação, de empreendedorismo, de comportamento organizacional, de estratégia, além dos conhecimentos e técnicas como CAD, *Just-in-time*, custos, dentre tantos outros que se possa imaginar. Não há, aparentemente, restrições à aplicação do ensino baseado por computador. Talvez, no que diz respeito a habilidades físicas ou manuais, não se possa garantir o sucesso, pois outros fatores de aprendizagem estão envolvidos, como talento, facilidades motoras, percepções visuais entre outros. Mas mesmo assim, conceitos e alguns procedimentos para essas tarefas podem ser sistematizados e representados no computador, otimizando um treinamento futuro de habilidades especiais.

O que se pode afirmar, mesmo considerando possíveis limitações ou barreiras tecnológicas (que caem a cada dia), é que a necessidade da mudança é incontestável. A melhoria com o que já foi experimentado é evidente.

Otimizar a capacitação e o ensino de desenvolvimento de produtos é uma aplicação da proposta deste trabalho que não se restringe em sua experimentação somente. A partir do momento que um conhecimento é sistematizado, novas atividades podem ser identificadas, de acordo com cada característica particular de cursos, público alvo ou condições de oferta. O grande benefício da proposta está em diferenciar a atividade de ensino, dando um sem número de possibilidades de variações dos temas tratados, bem como das atividades desenvolvidas. A partir dessa proposta, é possível visualizar desdobramentos em todas as áreas, fazendo com que as aplicações do ensino não formal ganhem um direcionamento de aplicabilidade prática e eficaz.

Conhecimento é hoje, algo mutável, dinâmico e até mesmo questionável em sua essência. A proposta deste trabalho pode ser desmembrada em outras áreas, além do desenvolvimento de produtos, com a definição de outras atividades ou com o aparecimento de novas alternativas pela evolução das ferramentas tecnológicas.

Assim, a proposta do cenário de integração representa o que se enxerga hoje, de acordo com o conhecimento envolvido e com o atual estágio da tecnologia, como uma solução para alguns problemas ocasionados em cursos aplicados anteriormente e que, até então, não apresentavam nenhuma solução imediata. Mas, com a implantação dessa nova proposta, outros problemas podem surgir e novas soluções devem ser tomadas.

O núcleo primordial para esse trabalho é a tentativa de melhoria do processo de ensino e aprendizagem, a renovação dos conceitos de educação, educandos e educadores, como dos métodos atualmente utilizados. Que barreiras possam ser rompidas numa busca infinta de soluções melhores e que enobreçam cada vez mais o milenar e maravilhoso processo de transmitir algum conhecimento a alguém.

ANEXOS

ANEXO 1 – Script Completo do Cenário de Integração

CONCEBER PRODUTO

ATO 1: GERAR IDÉIAS E OPORTUNIDADES

Cena 1: Oportunidade Identificada

O Diretor Comercial da FIM, Sr. Salim Barganha, está no Japão realizando visitas em várias empresas fabricantes de redutores. Seu principal objetivo é obter informações de mercado, de projeto e de fabricação de produtos similares aos produzidos pela FIM (redutores modulares). Em uma destas visitas, Barganha conheceu a fabricação de uma família de redutores modulares que apresenta novidades em relação ao número de combinações entre as seguintes variáveis: faixa de variação de velocidade e faixa de potência a transmitir. Com isso, Barganha identifica uma nova oportunidade de fabricação para a FIM.

Chegando ao hotel, ele consulta o ranking de idéias da FIM e verifica que não existe nenhuma idéia relacionada com as novidades que foram vistas. Barganha procura então obter mais informações sobre este tipo de produto e sua fabricação.

Barganha apresenta sua idéia para a Diretora de Marketing da FIM, Marta Marquete, para que ela dê andamento a uma análise de atratividade. Barganha pede urgência na realização desta análise e informa que estará a disposição para o esclarecimento de qualquer dúvida que a equipe responsável possa ter.

Cena 2: Preparando a análise de atratividade

Marta Marquete analisa as informações enviadas por Salim Barganha e prepara uma nova versão da planilha de atratividade para a análise da nova idéia. A seguir convoca uma reunião enviando essas informações para que a equipe de análise de atratividade (equipe multifuncional que conta com profissionais da área de marketing, finanças, recursos humanos, vendas e engenharia) possa se preparar para a reunião.

Cena 3: Realizando a análise de atratividade

Em reunião, a equipe analisa a idéia à luz dos critérios da análise de atratividade. Os membros da equipe escolhem as notas para cada um dos critérios preestabelecidos e preenchem a planilha de atratividade. Após ter a planilha completa, Marquete observa que esta nova idéia aparece em primeiro lugar no ranking de idéias.

Cena 4: Concluindo a análise

Marquete prepara um documento sobre a idéia, detalhando as informações obtidas por Salim Barganha, e um relatório de análise de atratividade, expondo os resultados da análise da nova idéia. Comunicando-se com Barganha, Marquete informa o resultado obtido na análise de atratividade e diz que a idéia será apresentada à diretoria na próxima reunião ordinária.

Cena 5: Preparativos para a próxima reunião de diretoria

Marquete distribui para o presidente e para os outros diretores da FIM o documento sobre a idéia e o relatório de análise de atratividade, contendo as informações básicas necessárias para a realização da próxima reunião. Marquete também prepara uma apresentação completa da idéia.

ATO 2: PROPOR ESTUDO DE PRODUTO

Cena 1: Apresentação da idéia

Na reunião ordinária, com toda a diretoria e o presidente da FIM, Salim Barganha e Marta Marquete expõem a idéia de se fabricar um novo tipo de redutor com base nos resultados da análise de atratividade. Eles apresentam várias informações relevantes para o desenvolvimento do novo produto e propõem sejam definidas quais serão as diretrizes preliminares do novo redutor.

Alguns diretores apresentam o material que eles levantaram com as informações que foram enviadas previamente.

As diretrizes preliminares para o novo produto são identificadas. Além disto, os integrantes do grupo de concepção (equipe multifuncional com pessoas da diretoria) são escolhidos. Todos os diretores concordam que Luiza Daliga é a pessoa mais indicada para o cargo de coordenadora do produto, pela sua posição na empresa e pelo seu perfil.

Cena 2: Coordenador de produto

O Diretor de Engenharia, Celso Desenvolvo, que é da mesma área da Luiza, comunica que ela foi indicada para a coordenação do produto. Desenvolvo entrega para Luiza o relatório de análise de atratividade e todas as informações disponíveis sobre a nova idéia. Além disso, para que Luiza possa iniciar o trabalho de coordenação do produto, Desenvolvo apresenta as diretrizes preliminares que foram identificadas pela diretoria e os nomes das pessoas que compõem o grupo de concepção.

Cena 3: Informações iniciais de trabalho

Luiza elabora e distribui um cronograma de atividades de concepção para que os membros do grupo de concepção (GC) fiquem a par das atividades que deverão ser executadas, a

interdependência destas atividades e as data de início e término de cada uma. Ela envia também as diretrizes preliminares do novo produto, para que estas sejam analisadas e para que sejam obtidas mais informações a fim de completá-las.

ATO 3: IDENTIFICAR E COMPLETAR DIRETRIZES

Cena 1: Completando as diretrizes

Os integrantes do GC recebem as informações enviadas por Luiza. Iniciando suas atividades eles buscam informações para completar as diretrizes preliminares e sugerir novas diretrizes. Cada integrante do grupo completa algumas diretrizes relacionadas a sua área de atuação.

Armando Capital, Diretor Financeiro da FIM, analisa o impacto na empresa e o retorno financeiro. Enquanto isso Celso Desenvolvimento detalha os objetivos do projeto e as características gerais do novo produto. Após completarem as diretrizes, os membros do GC enviam para Luiza o resultado do seu trabalho.

ATO 4: COMPILAR PROPOSTAS DE DIRETRIZES

Cena 1: Compilando as diretrizes

Luíza recebe os resultados do trabalho de cada um dos integrantes do GC (definição de novas diretrizes e complementação das diretrizes preliminares). Ela procura acrescentar outras informações a estes resultados, analisando-os e compilando-os.

Por fim, Luiza distribui para todos os integrantes do GC a versão completa e atualizada das diretrizes e marca a data da primeira reunião do GC.

ATO 5: DISCUTIR E DEFINIR DIRETRIZES

Cena 1: Definindo as diretrizes

Todos os integrantes do grupo de concepção e Luiza participam da primeira reunião do GC. A partir do material que foi elaborado e distribuído anteriormente por Luiza, são discutidas as diretrizes do produto. Os integrantes do GC apresentam informações relevantes para o desenvolvimento e definem o custo alvo e a data de lançamento do novo produto.

Luiza propõem que sejam analisados os investimentos necessários (tecnologias, recursos, pessoal, etc) para o desenvolvimento. Procura-se também especificar a utilização final do novo produto e suas condições de serviço. Cada integrante do GC responsabiliza-se em obter mais informações para completar as diretrizes.

Durante a reunião é definido um cronograma macro para o desenvolvimento do produto com as principais atividades a serem realizadas e os respectivos milestones.

Luiza pede sugestões para formar o time de desenvolvimento de produto (PDT). Os participantes indicam nomes e analisam a disponibilidade de tempo dos indicados. Ao final da reunião tem-se o PDT definido.

ATO 6: COMPLETAR E CONSOLIDAR DIRETRIZES

Cena 1: Consolidando as diretrizes

Como combinado na última reunião do GC, seus integrantes procuram obter mais algumas informações para completar as diretrizes do novo produto. Todo este material é enviado para a Luiza que analisa e consolida todas as diretrizes.

Luiza prepara um relatório completo com todas as informações que foram obtidas nesta fase de concepção. Ela distribui este relatório para todos os diretores e para o presidente da FIM. Além disso, ela prepara uma apresentação completa das atividades de concepção e seus principais resultados para a próxima reunião.

Cena 2: Finalização da concepção

Acontece a última reunião do GC. Participam Luiza, todos os diretores e o presidente da FIM. São apresentadas todas as diretrizes do novo produto, o cronograma de trabalho e os nomes das pessoas que comporão o PDT. Finalizam-se as atividades de concepção do produto.

ATO 7: PLANEJAR DESENVOLVIMENTO

Cena 1: Definindo o Cronograma de Conceituação do Produto

Luiza Daliga utiliza as informações geradas durante a concepção do produto para detalhar as atividades de conceituação. Luiza consulta o cronograma macro de desenvolvimento e planeja as atividades de conceituação baseando-se no modelo do business process de desenvolvimento de produtos da FIM.

Luiza também prepara uma apresentação expondo as diretrizes do produto e as principais definições feitas pelo GC e distribui este material para os integrantes do PDT marcando a primeira reunião de conceituação.

CONCEITUAR PRODUTO

ATO 1: DIVULGAR DIRETRIZES E REFINAR PLANEJAMENTO DA CONCEITUAÇÃO

CENA 1: Comunicando o PDT

Luíza reúne-se com os integrantes do Time de Desenvolvimento de Produto(PDT):

Tháís Mercado / Lidia Taime / Sabino Seqüência / Décio Dezaine / Isolda Qualli / Alceu Dispor / Itomi Xeque / Carla Caunt

Luíza expõe ao PDT quais foram as definições feitas pelo Grupo de Concepção e apresenta o cronograma de trabalho onde estão identificadas as atividades de conceituação, os responsáveis por cada atividade, além das datas de início e término das atividades.

Décio Dezaine diz que o prazo estipulado para o desenho de estudo de conjunto pode ser reduzido enquanto que Isolda Qualli considera que precisará de mais tempo para preparar o relatório de requisitos técnicos obtidos do QFD. Após os ajustes necessários, o cronograma de conceituação é definido.

ATO 2: DETALHAR REQUISITOS DE MERCADO

CENA 1: Preparando a pesquisa

Tháís Mercado e Alceu Dispor recuperam alguns documentos para a realização de uma pesquisa de mercado (recuperam os relatórios das últimas pesquisas de mercado de produtos similares e alguns relatórios de pesquisas de benchmarking externo).

Tháís Mercado e Alceu Dispor definem o enfoque da pesquisa de mercado que será realizada para o novo produto, ou seja, definem os seguintes parâmetros :

- características que deverão constar na pesquisa;
- forma de realização da pesquisa;
- documentos necessários para sua realização;
- perfil e tipos de clientes que deverão ser abordados.

CENA 2: Aplicação do questionário

Tháís Mercado e Alceu Dispor, individualmente, entrevistam os clientes que foram selecionados para a pesquisa de mercado do novo produto, aplicando o questionário que foi elaborado anteriormente.

Thais Mercado entrevista o Sr. Paulo Pesado, diretor industrial da Metal Pesado S/A, empresa tradicional do setor metal mecânico e um dos clientes de maior peso da FIM. Com esta entrevista (que foi a última das 10 realizadas por ela) Thais Mercado finaliza sua pesquisa de campo, podendo, juntamente com o Alceu Dispor, dar início a análise das informações levantadas.

CENA 3 : Geração dos resultados

Thais Mercado e Alceu Dispor discutem os resultados da pesquisa de mercado e benchmarking, sistematizando os 100 requisitos obtidos em um documento, essa sistematização envolve o agrupamento dos requisitos semelhantes, uniformização da linguagem e seleção dos requisitos mais importantes para o cliente. São então definidas 8 características que deverão estar presentes no QFD da nova linha de redutores. Este documento serve de entrada para a aplicação da técnica de QFD, assim é enviado para Isolda Qualli e fica à disposição dos outros integrantes do PDT.

ATO 3: DEFINIR CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CENA 1: Aplicando o QFD

Isolda Qualli recebe o relatório de requisitos de mercado e dá início à aplicação da técnica de QFD. O Time de Desenvolvimento de Produtos (PDT) junto com um dos fornecedores chave, o fornecedor de fundidos da carcaça, obtém os requisitos dos clientes para o preenchimento da matriz da primeira casa da qualidade. Eles verificam que os principais requisitos dos clientes são a vida do redutor, a frequência e custo manutenção, e a limpeza da ambiente de trabalho, onde o redutor será aplicado.

O PDT identifica que o vazamento de óleo é um fator que influencia esses três requisitos de mercado. A principal causa de vazamento é o desgaste do retentor, devido à alta rugosidade superficial do assento no eixo. Decidem então especificar uma tolerância baixa e mais apertada a fim de atingir os requisitos dos clientes.

O benchmarking indica que os redutores da FIM têm frequência e custo de manutenção maior que os dos concorrentes. Analisando os relatórios de problemas de campo, o PDT verifica que a vida dos rolamentos está abaixo da especificada no projeto. A troca antecipada dos rolamentos provoca um aumento de 20% no custo de manutenção anual.

De acordo com Décio Dezaine, a análise dos rolamentos que retornaram do campo mostrou que o problema está sendo causado pela lubrificação insuficiente. O representante da empresa de fundido, José Melt, sugere uma melhoria através do aumento dos canais de lubrificação da carcaça.

Como resultado, Isolda Qualli prepara o relatório de requisitos técnicos, com os valores meta, como a vida do rolamento e do retentor.

ATO 4 : ESPECIFICAR LINHA DE REDUTORES

Cena 1: Especificando

Décio Dezaine, atento aos requisitos técnicos e as diretrizes, especifica as relações de redução, potência e rotação dos redutores da série principal e secundárias, elaborando um croqui dos componentes principais. Nesta especificação Dezaine preenche a necessidade de 3 faixas de rotação para cada redução de acordo com o relatório de requisitos técnicos.

ATO 5: DESENHAR E PRÉ-ESTRUTURAR PRODUTO

CENA 1: Desenhando

Décio Dezaine e Sabino Sequência consultam as diretrizes do novo produto, analisando as informações sobre: objetivo do produto, características gerais do produto, características importantes a garantir, limitantes (tais como normas, leis, etc.) e produtos de referência. A seguir, começam a esboçar o croqui do desenho de conjunto do novo redutor (CAD), de acordo com as características técnicas especificadas para a linha de redutores (número de redutores, distância entre eixos, diâmetro primitivo da engrenagem, etc.). Os croquis do desenho de conjunto dos redutores da nova linha são gerados.

CENA 2: Pré-estruturando

Sabino Sequência, utilizando o software de estruturação de produtos, procura estruturas de produtos semelhantes a da nova linha de redutores. Ele encontra uma estrutura que pode ser reutilizada. Sequência então copia esta estrutura para o novo redutor.

CENA 3: Recuperando informações semelhantes

Dezaine consulta o CAPP/PDM a procura de desenhos de componentes. Ele encontra desenhos de eixos e engrenagens que podem ser aproveitados com algumas modificações. A seguir ele acrescenta estes componentes à estrutura de produto do novo redutor.

ATO 6: PRÉ-ESTRUTURAR PROCESSO

CENA 1: Iniciando planejamento do processo via planejamento variante

Sabino Sequência verifica os planos de processo dos componentes recuperados. Ele observa que um destes componentes, um eixo de entrada, possui um plano de processo que necessita de poucas modificações para ser utilizado como plano do eixo de entrada de alguns redutores da nova linha, pois o desenho e processo de fabricação são praticamente idênticos.

Sequência utilizando o software de CAPP insere, no plano de processo macro, uma operação para usinar o rasgo de chaveta. Ele então visualiza o desenho da peça no PDM e faz uma

observação, com redlines, para lembrar o projetista que o desenho deve ser modificado durante o projeto detalhado.

CENA 2: Iniciando planejamento do processo via planejamento generativo interativo e planejamento automático

Sabino Sequência não encontra planos de processo semelhantes para a carcaça e algumas engrenagens intermediárias.

O plano de processo da carcaça é gerado interativamente com o auxílio do software de CAPP. No caso das engrenagens intermediárias é utilizado o CAPP automático que gera os planos de processo através da descrição dos features das engrenagens.

CENA 3: Criar plano de montagem

Após a estruturação da nova linha de redutores, elaboração dos croquis do desenho de conjunto, recuperação dos desenho de componentes e dos planos de processo, Sabino Sequência inicia a elaboração do plano de montagem.

Como resultado da pesquisa por planos de montagem semelhantes, Sequência encontra um plano de montagem que pode ser reutilizado. Ele então copia este plano de montagem para a nova linha de redutores.

ATO 7: DECIDIR “MAKE OR BUY”

CENA 1: Orçar componente

Décio Dezaine, Sabino Sequência e Lídia Taime, iniciam um estudo de make or buy para um eixo de saída. A partir de várias informações (sequência de máquinas, tempos de fabricação, custo/hora, amortização do custo de ferramental, etc.) calculam o custo de fabricação deste componente, que será de F\$10,00.

CENA 2: Cotar fornecedores e decidir “make or buy”

Décio Dezaine e Itomi Xeque solicitam a cotação (preço, volume, condições de fornecimento, embalagem, etc.) do eixo de saída para fornecedores homologados pela FIM.

Decidem pela sua fabricação, pois o melhor preço apresentado foi de F\$12,00.

ATO 8: ANALISAR IMPACTO

CENA 1: Verificando a capacidade

Lídia Taime recebe a lista dos componentes a serem fabricados e verifica que existe capacidade ociosa no chão de fábrica da FIM capaz de absorver a produção da nova linha de redutores. Taime verifica que para isto alguns centros de custo deverão trabalhar em 3 turnos.

ATO 9: CONSOLIDAR CONCEITUAÇÃO

CENA 1: Recebendo informações

Luíza recebe todas as informações técnicas do trabalho do PDT:

- croqui do desenho do conjunto,
- especificação de componentes;
- estrutura do produto;
- relatório custo/benefício;
- relatório de impacto interno.

Luíza compila todas essas informações para a revisão final junto ao PDT.

CENA 2: Consolidando conceituação

Luíza e o PDT se reúnem. Todas as informações geradas pelas atividades de conceituação são explicadas, discutidas e consolidadas.

ATO 10: VALIDAR DIRETRIZES

CENA 1: Validando diretrizes

Luíza e o PDT reúnem-se com o GC com o objetivo de apresentar os resultados da conceituação. Ela detalha os conceitos do produto, levando em conta as diretrizes, e tira as dúvidas existentes. Algumas dúvidas podem ser esclarecidas a partir do contato com os integrantes do PDT.

Luíza apresenta as necessidades de especialistas para a fase de projeto e pede sugestões para formar o PDT Expandido (EPDT). Os participantes indicam nomes e os especialistas a serem incorporados ao PDT Expandido (EPDT) são então escolhidos.

Os resultados da conceituação são aprovados iniciando-se a etapa de Projeto.

PROJETAR PRODUTO

ATO 1 - PROJETO DO PRODUTO

CENA 1: Programação das atividades

Luiza Daliga parte do modelo de referência de desenvolvimento de novos produtos da FIM, de um cronograma padrão montado e dos resultados da Conceituação do Produto para programar a duração das atividades a serem realizadas durante o projeto e a homologação da nova linha de redutores. Esta programação determina as datas em que as atividades de um mesmo tipo devem ser finalizadas.

Luiza procura não programar a realização de cada atividade individualmente, o que poderia limitar a criatividade do projetista.

CENA 2: Escolha dos especialistas

Luiza com os demais integrantes do PDT escolhem os especialistas a serem incorporados à fase de projeto, e envia a esses o cronograma.

ATO 2 - DIVULGAR INFORMAÇÕES

CENA 1: Apresentação das linhas gerais do novo produto

Luiza, com o auxílio de um software de apresentação, mostra ao EPDT (já com a presença dos especialistas) as características e diretrizes do novo produto. O representante da assistência técnica, Hermano Tensão, lembra do problema de vazamento que tem surgido em campo para outros produtos similares. Ele recorda de como o problema ocorreu e pede para que o EPDT se preocupe com o fato.

ATO 3 - FINALIZAR ESTRUTURA

CENA 1: Estruturar produto

O EPDT reúne-se para detalhar a estrutura de produto da nova linha de redutores. A especificação dos subconjuntos, a pré-estrutura de produto e o estudo de conjunto feitos na fase anterior são analisados. Alguns componentes novos e recuperados são inseridos na estrutura de produto com as respectivas quantidades, mas alguns componentes ficam pendentes.

CENA 2: Recuperar informações semelhantes adicionais

O processista Manoel do Corte, dá continuidade ao trabalho de recuperação, procurando por peças ainda não encontradas. Ele encontra uma engrenagem de saída e um eixo já produzidos que podem ser utilizados. Essa busca é feita através das linhas de produtos e componentes utilizados pela FIM. Corte utiliza como parâmetros para a busca as informações resultantes da especificação da linha de redutores.

CENA 3: Finalizar estrutura e criar tarefas

Sabino Seqüência anexa os componentes recuperados (eixo e engrenagem) nas estruturas de produto dos redutores onde eles são utilizados e adiciona os componentes que não foram encontrados finalizando a estrutura. Em seguida usando um sistema que gerencia os desenhos de componentes, ele copia os desenhos recuperados para o projeto lcgb e cria as tarefas para os novos desenhos que ele adicionou à estrutura.

ATO 4 - DESENVOLVER PROJETO

CENA 1: Desenvolver/conferir conjunto

Como a estrutura do produto já esta completa o EPDT começa o desenvolvimento dos componentes. Utilizando-se o estudo de conjunto da fase anterior, Manuel do Corte verifica que para poder utilizar a engrenagem recuperada, o furo da engrenagem precisa ser ajustado. Como o ajuste é pequeno, ele já libera o produto para cálculos de elementos finitos.

CENA 2: Desenhar componentes

O projetista Décio Dezaine, com o auxílio de um software de CAD desenha os eixos do novo redutor consultando o conjunto e realiza o ajuste no furo da engrenagem de entrada recuperada. Durante o desenho da carcaça ele necessita fazer furos guias, e para se certificar de que existe uma ferramenta no estoque capaz de fazer os furos, ele usa o CAPP para localizá-la. Depois da ferramenta ser encontrada, ele desenha o furo e abre um plano de processo para a carcaça, no qual indica a ferramenta para a operação de furar.

Todo esse trabalho foi desenvolvido com a técnica de DFM, garantindo que o projeto do eixo esteja em consonância com os recursos disponíveis na fabricação.

CENA 3: Calcular componentes

Pedro Cardinal recebe os desenhos iniciais liberados e aciona o software de cálculo de elementos de redutor. Ele calcula os eixos e propõe mudanças no eixo intermediário de um redutor H210 (aumento de seu diâmetro) usando redlines. Ele também verifica e aprova a reutilização da engrenagem recuperada pelo Manoel do Corte.

Cardinal percebe que para que o eixo resista aos esforços, o material (aço liga) usado tem que ser importado, pois o material que se compra no mercado interno não atende a algumas características de resistência à corrosão (experiência de outros projetos). Toma nota então para que este assunto seja discutido na reunião semanal (na qual são discutidos o andamento do cronograma e os recursos/materiais críticos) e manda um mail para o EPDT, para que estes fiquem a par dos problemas encontrados.

CENA 4: Recuperar eixo semelhante

Décio Dezaine analisa os resultados dos cálculos e, a partir do esboço obtido do módulo de cálculo, procura recuperar um eixo que suporte os esforços. Ele encontra um eixo, que sofrendo uma pequena modificação, a inclusão de um rasgo de chaveta, pode ser utilizado no lugar do eixo esboçado a partir do desenho de conjunto.

CENA 5: Calcular carcaça

Pedro Cardinal consulta sua lista de tarefas e submete a carcaça a uma simulação com a ajuda do software de elementos finitos, e constata que a carcaça resiste aos esforços mecânicos a que é solicitada. Anexa então o memorial de cálculo ao desenho da carcaça.

CENA 6: Simular aplicação

Com auxílio de um software e simulação dinâmica de multi-corpos, os especialistas em dinâmica recebem o conjunto em 3D e simulam aplicações típicas do redutor, aprovando-o.

CENA 7: Ajustar desenho de conjunto

José Praxeta modifica o diâmetro, especificado por Cardinal, do eixo intermediário do redutor H210 no desenho de conjunto e todos os componentes relacionados com ele, tais como: rolamentos, a tampa do furo da carcaça, buchas. Além disso, como este eixo pertence a uma linha de produtos e possui diversas possibilidades de redução, é necessário a mudança do diâmetro do furo das engrenagens montadas neste.

CENA 8: Conferir estudo de conjunto após modificações

Com o estudo de conjunto modificado, o EPDT verifica e observa que o conjunto não apresenta problemas. Sendo assim o EPDT aprova o estudo de conjunto e libera uma nova versão da estrutura de produto.

CENA 9: Detalhamento dos componentes

Os engenheiros de projeto responsáveis pelo detalhamento recebem a informação, enquanto estão trabalhando, de que o eixo e a carcaça já podem ser detalhados. Décio Dezaine faz o detalhamento do eixo (tolerâncias, hachuras, cotas,...) e complementa os atributos de classificação (dimensões do rasgo de chaveta,...), liberando para a aprovação final e para o

planejamento de processo de fabricação e de montagem macros, mesmo sem a aprovação, para ganhar tempo.

Pranxeta (ao mesmo tempo) detalha a carcaça, especificando as tolerâncias dimensionais, de forma e posição e a rugosidade das superfícies, liberando também para o planejamento de processo de fabricação e de montagem macros.

CENA 10: Verificar montagem:

O projetista Pranxeta verifica a montagem do subconjunto 0003 (eixo, engrenagem, rolamentos, ...) através da análise de suas cadeias dimensionais. E verifica que as tolerância axiais especificadas possibilitam a montagem do subconjunto.

CENA 11: Definir procedência

Itomi Xequê, recebendo a informação da importação do material do eixo pelo calculista, pesquisa através de telefonemas e da Internet, a cotação do preço do material e dos prazos de entrega. Anota todos os dados para ser apresentado na reunião semanal.

Ibrahim Lusi Naji, responsável por definir a procedência das peças compradas, recebe a informação da liberação e o desenho de uma engrenagem a ser comprada, além das informações do fornecedor contatado na época da conceituação, mas descobre que este falhou. Entra em contato então com outros fornecedores, mas descobre que os preços destes são muito altos em comparação com o primeiro (25 contra 12). E como o valor do redutor ultrapassa o valor máximo especificado na diretriz de custo, devido ao custo da engrenagem, o engenheiro convoca então uma reunião geral com Luiza e os demais integrantes do EPDT.

CENA 12: Pesquisa de uma solução para se evitar quebra de diretriz

Carla Caunt recebendo o mail com o problema do custo da engrenagem, junto com Lídia Taime, utiliza um software de cálculo de orçamentos para calcular o custo de fabricação, na própria empresa, da engrenagem. Percebendo que mesmo se a empresa fabricasse a engrenagem a diretriz de custo seria quebrada, o processista Sabino Seqüência entra em contato com fornecedores e discute maneiras de fazer com que o preço diminua. Uma das soluções encontradas é a de uma parceria. Ele anota então todos os dados para que a idéia possa ser discutida na reunião extraordinária.

CENA 13: Reunião extraordinária devido a provável quebra de diretriz

Na reunião extraordinária, com a presença de Luiza e dos demais integrantes do EPDT, Ibrahim explica a situação: o fornecedor das engrenagens que se comprometeu a vender a unidade por 12 fechou. Nas demais empresas pesquisadas o menor preço encontrado foi de 25, como o preço de fabricação da própria empresa é de 20, é mais vantajosa a fabricação na própria fábrica, mas mesmo com o preço de 20 a diretriz de custo final não é cumprida.

Sabino Seqüência diz que pesquisou a situação e que para a quantidade de engrenagens que se espera produzir não é viável a compra de máquinas mais modernas. Mas uma saída seria ajudar um fornecedor com a compra de máquinas modernas, isto somado à venda do fornecedor a outros clientes, o preço poderia chegar a 17. Passa uma folha com alguns cálculos aos presentes. Em consenso as pessoas acham que esta pode ser a saída. E aprovam o início do projeto.

CENA 14: Reunião semanal para discussão do projeto

Na reunião semanal todos os participantes do EPDT apresentam como estão as atividades, todas dentro do prazo. É informado que o projeto da parceria com a compra de novas máquinas já está sendo executado, e que se tudo correr como planejado o cronograma será cumprido dentro do prazo e a diretriz de custo será cumprida.

Pedro Cardinal lembra do material do eixo que terá de ser importado. Itomi Xequê toma a palavra e explica que já fez uma análise prévia, que confirma a necessidade de se iniciar o processo de importação para que seja cumprido o prazo de produção, e informa que o pedido já está sendo emitido.

CENA 15: Levantar Falhas Potenciais de Projeto

Os FMEAs de componentes e redutores anteriores são recuperados e a elaboração de um novo FMEA para a nova linha é iniciado. Atentos ao problema de vazamento notado por Hermano Tensão, o EPDT insere esse item no FMEA de projeto dessa nova linha de redutores. É inserido também o problema de mau engrenamento, muito comum neste tipo de redutor, prevendo-se a verificação da concentricidade e cilindridade dos assentos de rolamentos, juntamente com os demais requisitos obtidos no QFD.

ATO 5 - PLANEJAR FABRICAÇÃO E MONTAGEM

CENA 1: Planejamento de fabricação e de montagem macros

Antônio Passos recebe a informação de que já é possível planejar o processo de fabricação macro. Ele entra então no software de CAPP e através da visualização do desenho do eixo e de suas características, recupera um plano de processo semelhante. A partir deste plano e das operações macro pré definidas (torneamentos de desbaste e acabamento, retífica, etc.), monta o planejamento de processo macro.

Sabino Seqüência ao entrar na sua área percebe que existe o planejamento de montagem macro do redutor para ser feito. Ele recupera então a estrutura de produto, através do software de CAPP e o desenho de conjunto, através de um software de visualização, e a partir deles cria o plano de montagem macro.

CENA 2: Descoberta de um recurso crítico

Antônio Passos recebe a mensagem de que é preciso criar o processo de fabricação macro da carcaça. Ele percebe que já existe um plano anexado ao desenho da carcaça, com uma ferramenta indicada para se usinar os furos guia. Ele analisa a ferramenta e verifica que ela pode ser utilizada, ele verifica também o plano usado como referência na definição de make or buy. A partir disso as demais operações são inseridas no plano anexado à carcaça.

Durante a criação do plano no entanto, o processista percebe que a carcaça necessitará de um dispositivo novo para fixação. Como a ferramentaria está com sua capacidade no limite e o tempo de projeto é demorado, a produção deste dispositivo pode comprometer o prazo do projeto. Ele manda um mail para Daliga explicando o problema, que analisa os dados e convoca uma reunião para sua discussão

CENA 3: Aprovação dos desenhos

Sr. Nelson Normal, o responsável pela aprovação dos desenhos, confere, entre outros componentes, o desenho do eixo e como não é encontrado nenhum erro, ele os aprova.

Ao verificar o desenho da carcaça, o Sr. Normal encontra alguns erros no desenho, a rugosidade do assento dos rolamentos deve ser diminuída, coloca então algumas observações em redline para que correções sejam feitas. Depois disso edita um mail pré definido para esta situação, avisando que o plano de montagem não necessita ser alterado, mas o plano de processo da carcaça está desatualizado.

CENA 4: O Alteração dos dados da carcaça

Qualli sendo informado que o desenho da carcaça precisa ser alterado, realiza estas alterações, diminuindo as tolerâncias dos assentos de rolamento, e também atualiza o plano de processo da carcaça, alterando a ferramenta de mandrilamento e as condições de usinagem (aumento da velocidade de corte, diminuição do passo e diminuição do avanço), e manda depois para aprovação.

CENA 5: Discussão do recurso crítico

Na reunião convocada para a discussão do projeto do dispositivo de fixação da carcaça é dada uma breve explicação do problema. E como o projeto precisa ser iniciado com urgência, o EPDT localiza todos os dados referentes à carcaça, analisa, e não encontrando nenhum problema com as mudanças feitas, aprova o desenho e o plano de fabricação, dando início ao projeto do dispositivo de fixação.

CENA 6: Projeto do dispositivo de fixação

Dezaine e Passos, com a ajuda de croquis feitos em CAD, estudam a melhor maneira de fixação, até que chegam a uma considerada boa. Feito isso criam o dispositivo, detalham o seu

desenho, anexam o plano de processo e informam a ferramentaria a fim de que o dispositivo de fixação seja construído.

CENA 7: Levantamento da possibilidade de falhas de processo

São recuperados FMEAs de processo de outros projetos e nesta linha específica são identificadas falhas, como por exemplo a qualidade de retificação comprometida, dentre outras coisas, devido ao problema de dressagem do rebolo, cuja solução será a utilização de um sensor acústico. É criado a partir destes dados o FMEA de processo para esta linha.

CENA 8: Detalhamento do plano de processo macro

Sabino Seqüência abre o editor do CAPP e o visualizador, recupera os planos macros e desenho do eixo. Dando início ao detalhamento do plano macro, ele escolhe as ferramentas, condições de corte e dispositivos de fixação para cada sub-operação. Além disso o código CN do eixo é criado como um detalhamento do plano de processo da mesma. Libera então o detalhamento para aprovação.

CENA 9: O Planejamento da qualidade

Isolda Qualli juntamente com Passos e Dezaine analisam as verificações que deverão ser incorporadas nos planos de controle da carcaça e do eixo de acordo com o FMEA de projeto e processo. No plano de controle é medida a cilindricidade do eixo e a cilindricidade e concentricidade dos assentos de rolamentos da carcaça. Liberando o plano de controle para a aprovação.

ATO 6 - APROVAR PLANOS DE PROCESSO

CENA 1: Aprovação dos planos

Antônio Passos, analisa o plano de fabricação do eixo e descobre um erro no plano de qualidade, pois não foram inseridas operações de controle de rugosidade após a retificação. Por este motivo o plano de fabricação não é aprovado, sendo mandado para correção com informações do motivo da rejeição.

CENA 2: Modificação e aprovação do plano de fabricação do eixo

Qualli recebe a informação de Passos e insere a medição da rugosidade do eixo após a sua retificação. Logo em seguida Passos confere o plano de controle modificado e o aprova por não encontrar nenhum erro.

ATO 7 - CONSOLIDAR PROJETO

CENA 1: Revisão e aprovação dos documentos gerados

O EPDT reunido confere os diversos documentos existentes, verificando se algum erro de projeto passou despercebido, conferindo também se os números de revisão, assinaturas, etc., estão corretos. Analisam as alterações feitas nos planos de processo do eixo e da carcaça e chegam a conclusão que realmente optaram pelas melhores soluções disponíveis. Com relação aos dispositivos de fixação, são conferidas as soluções adotadas para evitar problemas futuros, principalmente o novo dispositivo de fixação da carcaça, que está em fase final de produção

Como não existe nenhum erro que possa comprometer o projeto, todos os documentos gerados são organizados através de pastas.

HOMOLOGAR PROJETO

ATO 1: DEFINIR PROGRAMA DE TESTES

Cena 1: Recuperar informações

Após o levantamento das falhas potenciais de projeto, o PDT começa a trabalhar na definição do programa de testes do novo redutor e na fabricação de protótipos.

Hélio Testa recupera programas de testes anteriores utilizados na homologação de redutores para a indústria de máquinas. Testa também verifica as normas internas e as prescrições dos clientes. Distribui então este material para os integrantes do PDT.

Cena 2: Aplicar método Taguchi

O PDT aplica o método Taguchi para selecionar, dentre os diversos ensaios possíveis, os que são importantes para a homologação da nova família de redutores.

Cena 3: Verificar eficácia das ações corretivas propostas pelo FMEA

Isolda Qualli verifica no software de FMEA quais foram as ações corretivas propostas neste projeto. Um novo tipo de retentor foi utilizado, no eixo de saída, para evitar vazamento e diminuir a frequência de manutenção. As tolerâncias de circularidade e concentricidade dos assentos de rolamento foram especificadas para que não ocorresse problemas de mau engrenamento.

Para comprovar a eficácia dessas ações corretivas, Isolda Qualli propõe que os testes de ambientes agressivos e durabilidade tenham alta severidade.

Cena 4: Reunião para definir programa de testes

O PDT reúne-se com engenheiros e técnicos especialistas em ensaios para definir o programa de testes do protótipo da nova família de redutores. São observados os resultados da aplicação do método Taguchi, as verificações das ações corretivas do FMEA e as exigências dos clientes. Ao final da reunião é criado o programa de testes.

ATO 2: FABRICAR PROTÓTIPO

Cena 1: Definir procedência e processo

Considerando que a fresadora da ferramentaria está com uma sobrecarga de trabalho, o PDT procura alternativas para a fabricação e montagem dos protótipos.

Utilizando um software de CAPP, Sabino Seqüência e Décio Dezaine buscam informações de processo. Paralelamente, Seqüência verifica a capacidade ociosa de recursos das ferramentarias da região no VISHOF (Virtual Shop Floor).

As engrenagens serão usinadas externamente à empresa por falta de capacidade enquanto que os eixos e a carcaça serão usinadas na ferramentaria da FIM.

Após a definição do plano macro de processo, Isolda Qualli e Seqüência geram o plano de controle do protótipo.

Cena 2: Reunião semanal do PDT

Na reunião semanal do PDT Luiza Daliga acompanha o andamento das atividades de homologação do novo redutor. Segundo Itomi Xequê, o fornecedor cumprirá o prazo de entrega das engrenagens do protótipo. Sabino Seqüência afirma que a ferramentaria da FIM atrasará três dias a fabricação da carcaça. Luiza Daliga atualiza o cronograma de homologação e verifica que, como a fabricação da carcaça não é uma atividade crítica, a montagem dos protótipos ocorrerá na data planejada.

Cena 3: Fabricar, inspecionar, montar

Os componentes fabricados na ferramentaria da FIM são inspecionados conforme o plano de controle do protótipo e seguem para a montagem final. Alguns componentes são enviados para a realização de ensaios que comprovem as características físicas e metalúrgicas especificadas (dureza superficial, resistência a tração, fadiga, etc.).

ATO 3: HOMOLOGAR PROJETO

Cena 1: Testar protótipos

Após a montagem dos protótipos são realizados os ensaios previstos no programa de testes. Como esperado, as ações corretivas propostas no FMEA de projeto foram eficazes. O retentor utilizado não apresentou vazamento durante os testes de durabilidade e ambientes severos. Com as tolerâncias de circularidade e concentricidade especificadas para os assentos de rolamento não foi constatado nenhum problema de mau engrenamento. Décio Dezaine atualiza o FMEA com os resultados das ações corretivas tomadas.

Cena 2: Consolidar Homologação

O PDT avalia os resultados dos testes dos protótipos em sua reunião semanal. Isolda Qualli observa que todas as normas internas e prescrições dos clientes foram atingidos. O PDT atualiza então o cronograma de atividades de homologação e confirma a provável data de produção do Lote Piloto.

HOMOLOGAR PROCESSO

ATO 1: PREPARAR PRODUÇÃO DO LOTE PILOTO

Cena 1: Disponibilizar recursos

De acordo com os dados de planejamento de processo do produto, o PDT trabalha na viabilização da produção e na homologação da linha. Décio Dezaine realiza os últimos testes com o novo dispositivo de fixação da carcaça enquanto que Sabino Sequência verifica o recebimento do ferramental de usinagem.

Cena 2: Viabilizar ação corretiva proposta pelo FMEA

Isolda Qualli verifica, no software de FMEA, a lista de ações corretivas propostas e acompanha a instalação dos sensores acústicos indicados para o problema de qualidade da retificação dos eixos.

Cena 3: Planejar Produção

Lídia Taime consulta o cronograma de homologação e planeja a produção do Lote Piloto de acordo com a ociosidade indicada pelo MRP II. Durante a reunião semanal do PDT é confirmado o dia da fabricação do Lote Piloto.

Cena 4: Calcular capacidade de processo

Sabino Sequência e Isolda Qualli utilizam o plano de controle dos eixos para determinar as dimensões que serão utilizadas no estudo de capacidade de processo da nova retífica com sensor acústico. Qualli utiliza a análise dimensional de 50 eixos retificados para calcular os valores de C_p e C_{pk} .

Cena 5: Verificar eficácia das ações corretivas do FMEA

Os testes realizados com o novo sensor acústico indicaram a qualidade de retificação dos eixos melhorou. Com a utilização do sensor foi resolvido o problema de dressagem do rebôlo eliminando a necessidade de retrabalho para se atingir as tolerâncias de rugosidade superficial do assento de retentor. Sabino Sequência atualiza o FMEA de processo avaliando o resultado desta ação corretiva.

Cena 6: Análise dos meios de medição

Isolda Qualli certifica que todos os meios de medição necessários para medir as características especificadas no plano de controle passaram pela calibração.

ATO 2: FABRICAR LOTE PILOTO

Cena 1: Fabricar, inspecionar, montar

Luiza Daliga coordena os trabalhos finais de homologação da linha de produção. Seguindo a programação do MRP II é iniciada a fabricação dos redutores. A carcaça é inspecionada de acordo com o plano de qualidade, verificando as falhas potenciais identificadas pelos FMEAs de projeto e processo. Finalmente são montados 100 redutores.

ATO 3: HOMOLOGAR PROCESSO

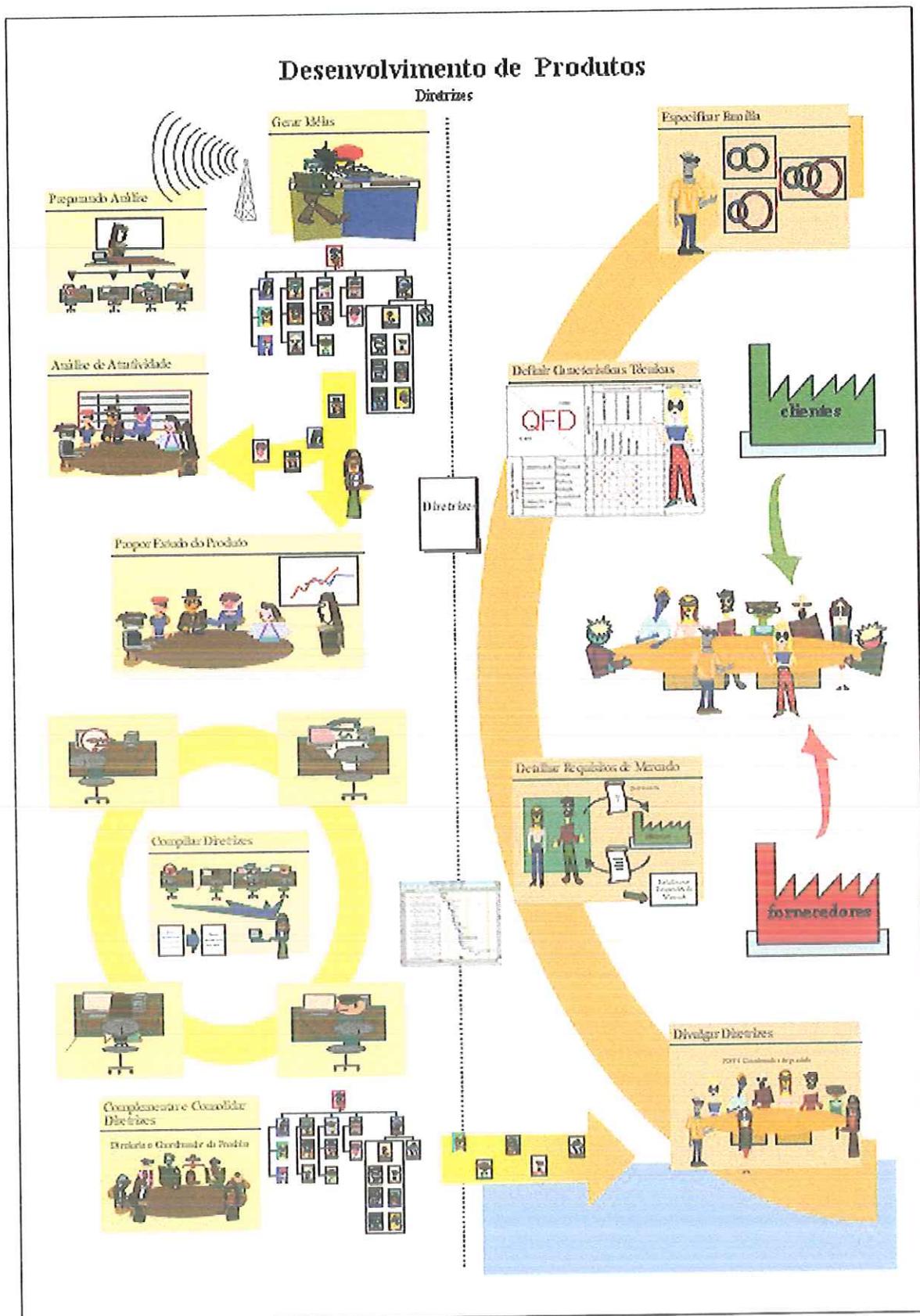
Cena 1: Elaborar PPAP

Isolda Qualli inicia a elaboração do PPAP (Production Part Approval Process) nível 3 verificando se todos os procedimentos necessários para garantir a qualidade dos produtos produzidos pela FIM foram realizados. Utilizando o software de PDM ela recupera todos os desenhos do produto, o FMEA de projeto e de processo, o Plano de Controle, o fluxograma de processo, os resultados dos testes, os estudos de capacidade de processo e a análise dos meios de medição. Qualli separa 2 redutores para que sejam realizados os relatórios de análise dimensional e de AAR (Appearance Approval Report), também necessários para aprovação do PPAP.

Cena 2: Consolidar Homologação

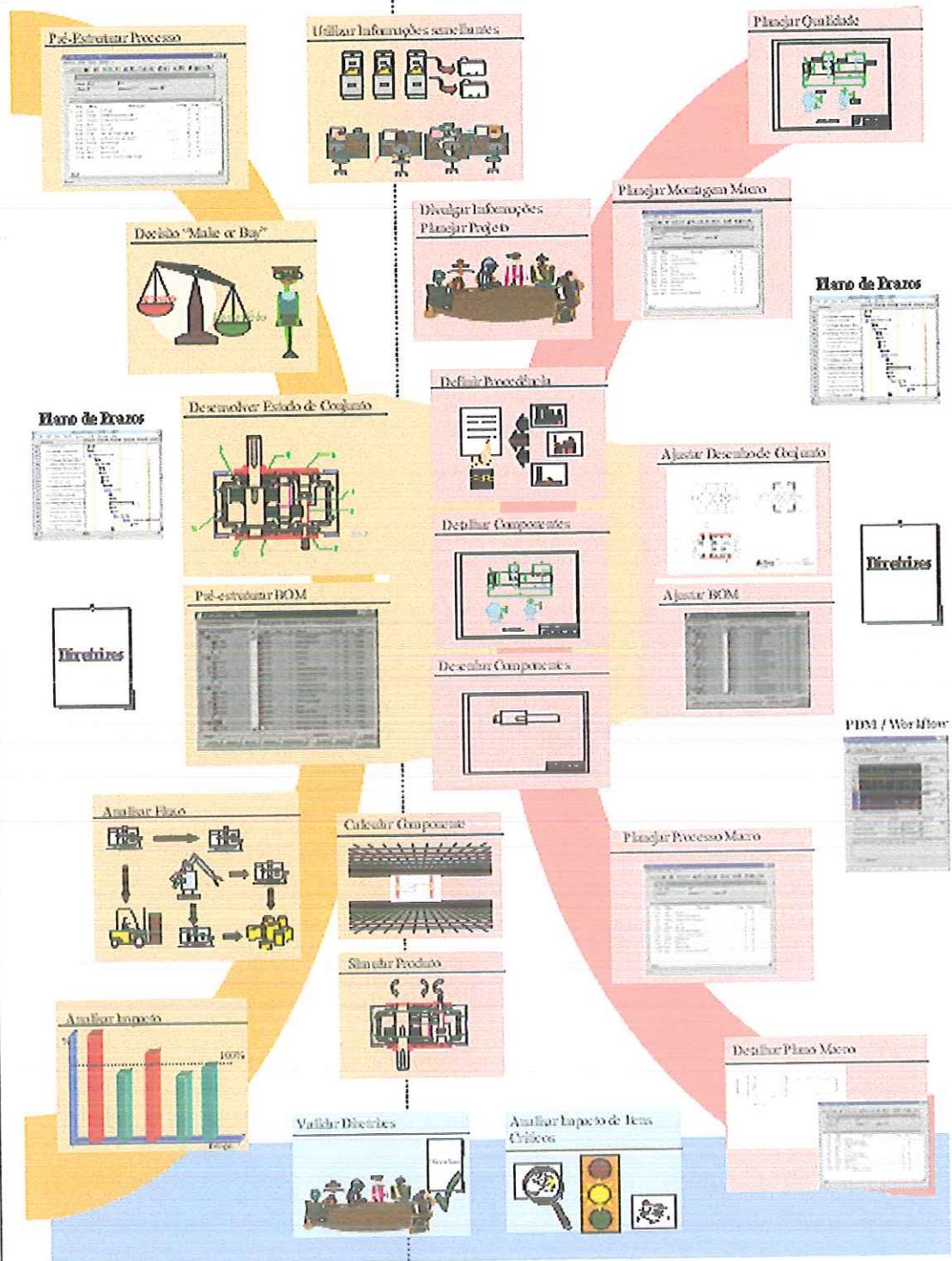
O PDT se reúne para finalizar os trabalhos de homologação da nova linha de redutores. Luiza Daliga atualiza o cronograma de desenvolvimento e parabeniza o time pelo cumprimento do prazo planejado. Isolda Qualli apresenta o relatório final de PPAP para que todos os membros verifiquem os documentos. Ao final da reunião Qualli submete o PPAP para aprovação no nível 3.

ANEXO 2 – Painéis do Script do Desenvolvimento de Produtos

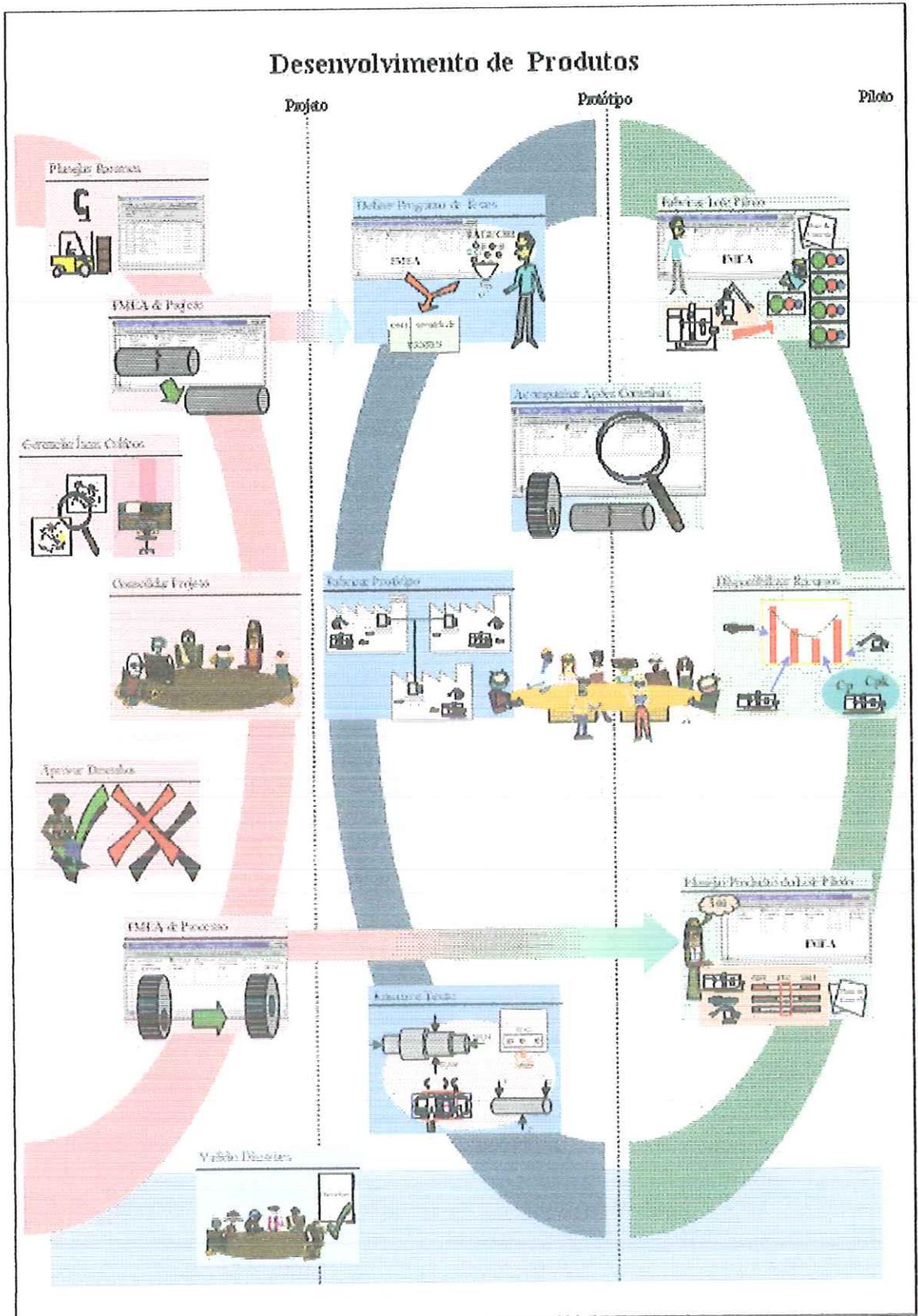


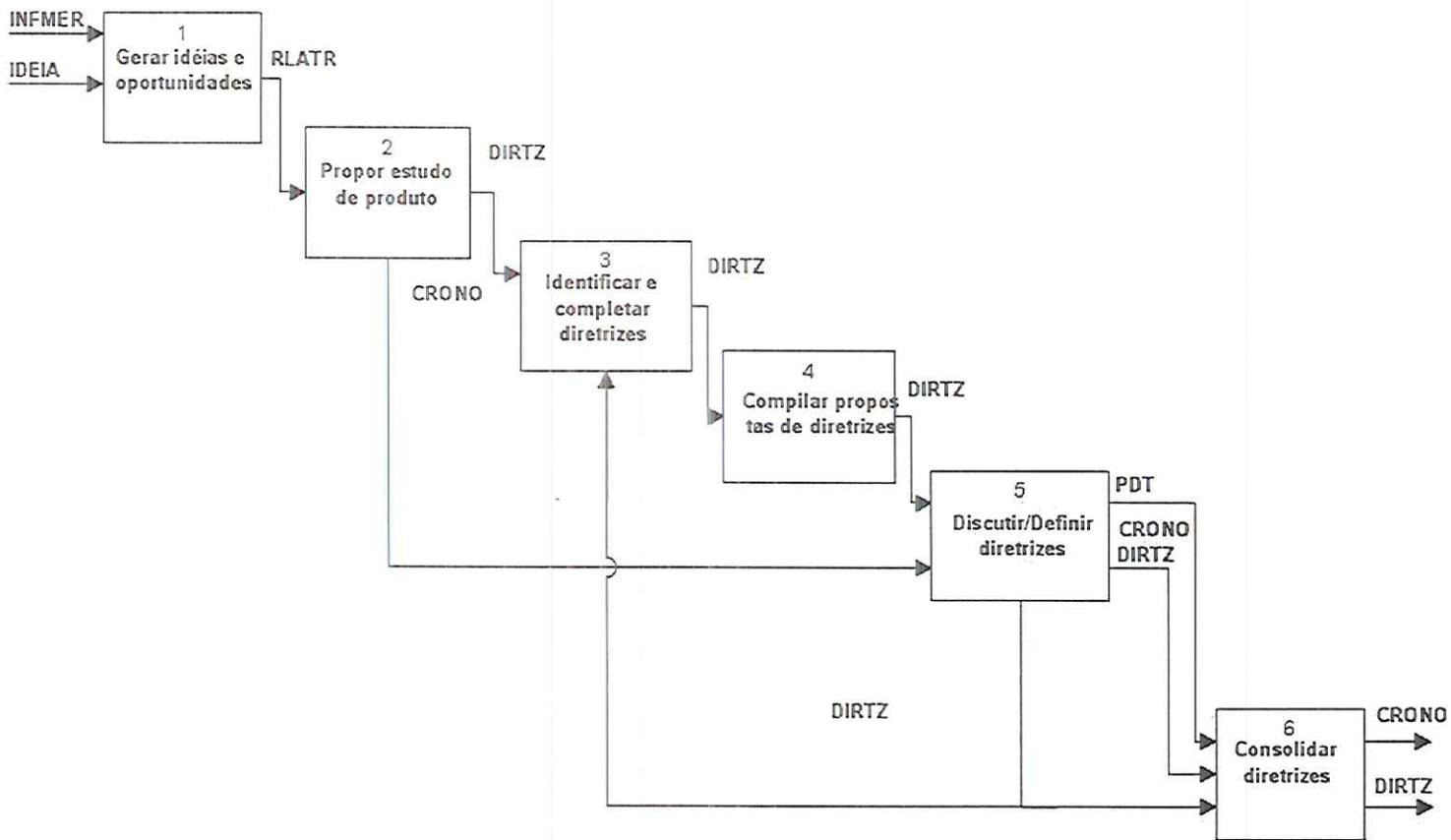
Desenvolvimento de Produtos

Conceito



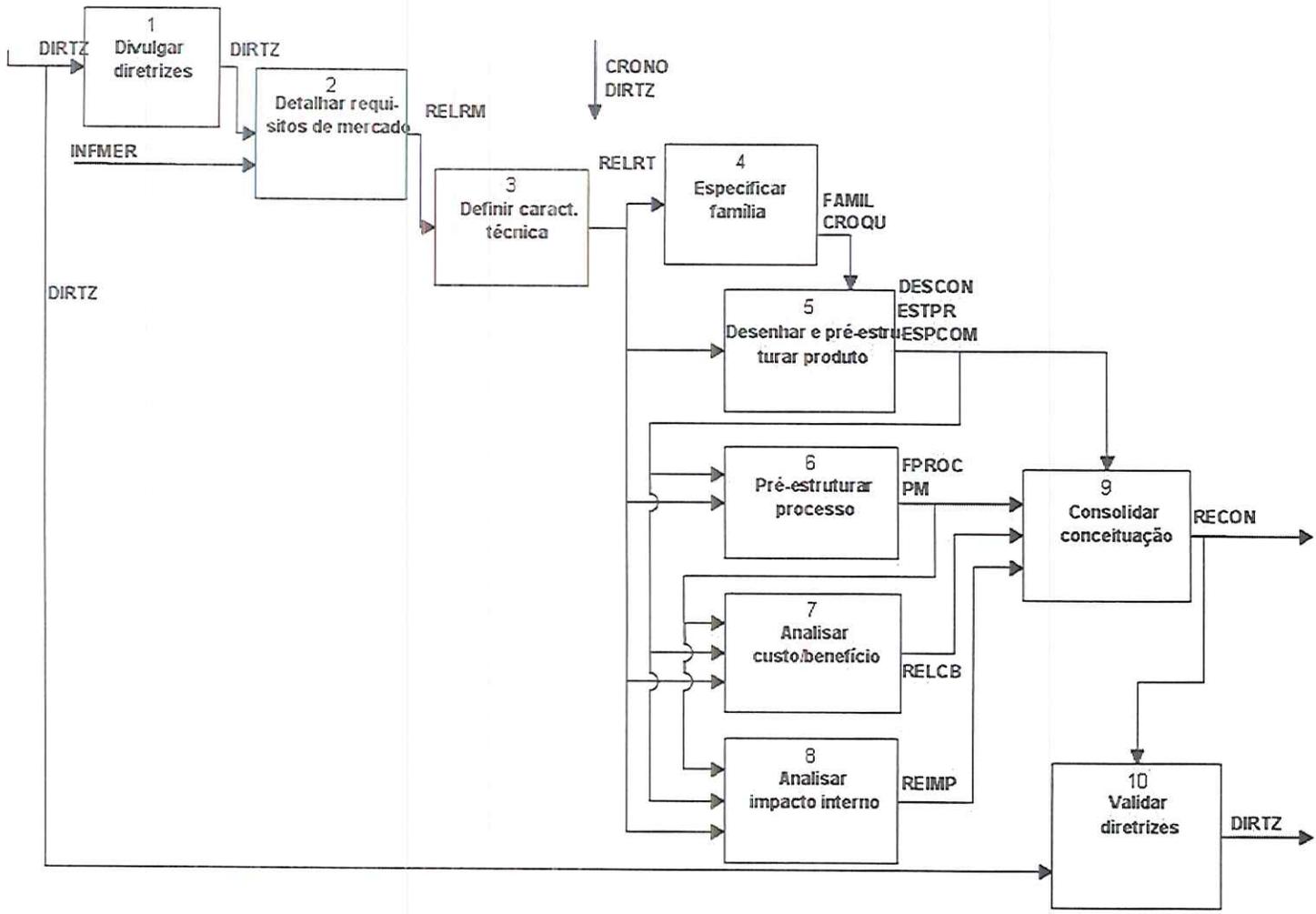
Desenvolvimento de Produtos



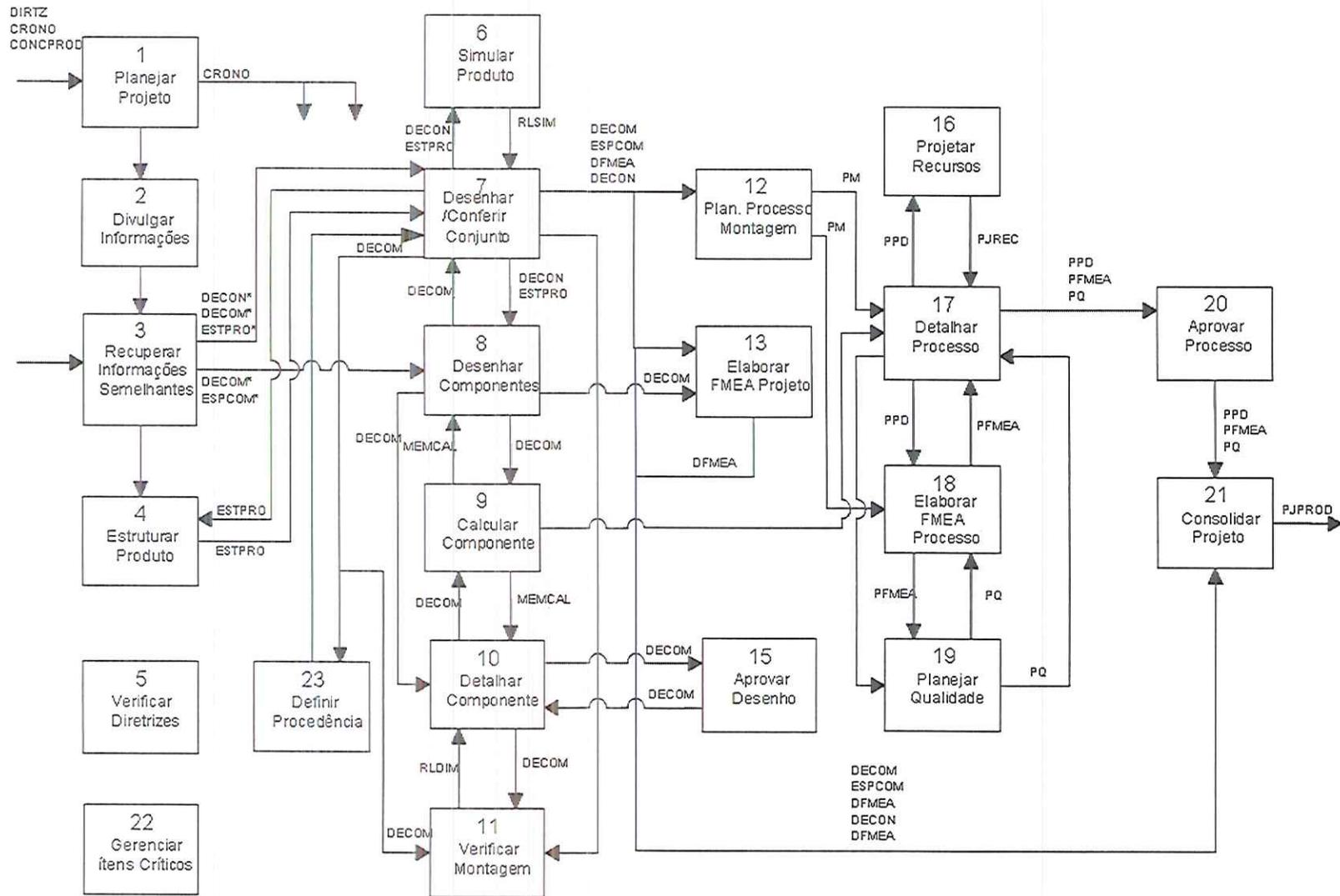


ANEXO 3 – Modelo de Referência do Desenvolvimento de Produtos

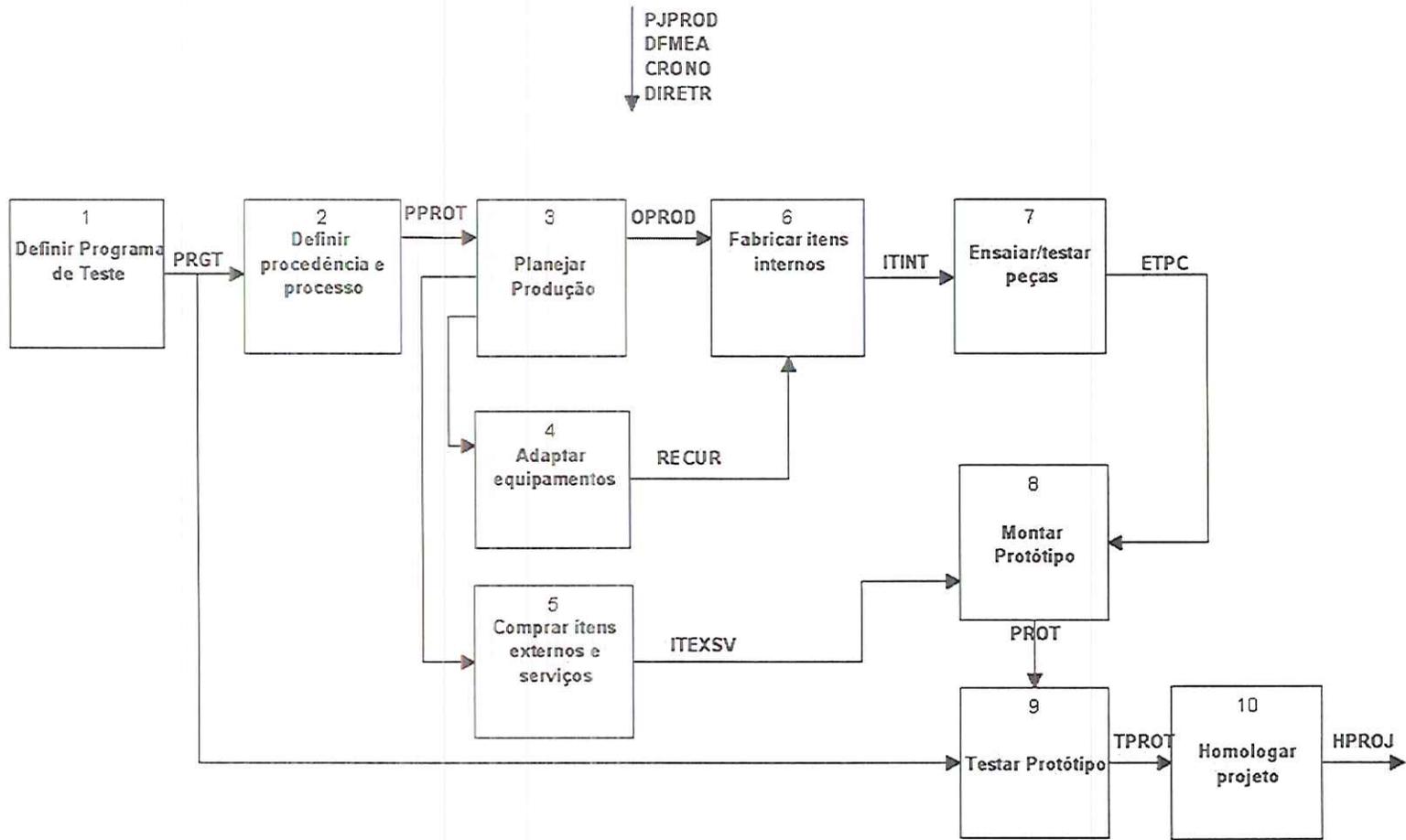
CONCEBER PRODUTO



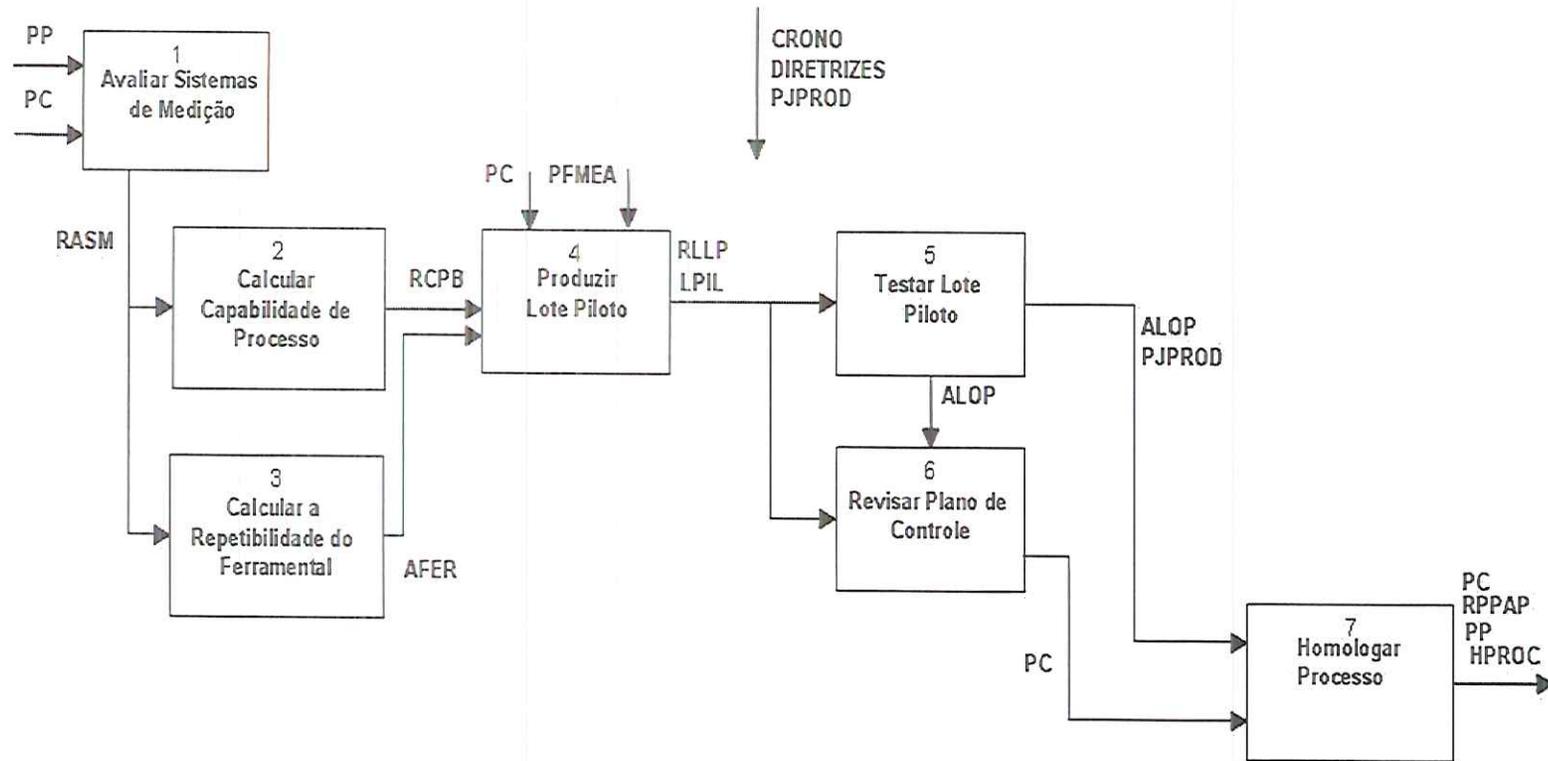
CONCEITUAR PRODUTO



PROJETAR PRODUTO E PROCESSO



HOMOLOGAR PRODUTO



HOMOLOGAR PROCESSO

ANEXO 4 – Questões conceituais sobre CAPP

Aqui são apresentadas as 09 questões de avaliação do conteúdo de CAPP. Em cada questão, as alternativas em negrito correspondem à alternativa correta.

1) Qual das áreas abaixo tem pouca influência no planejamento de processo

- a) Vendas
- b) Projeto de Produto
- c) Planejamento da Produção
- d) Manutenção de Equipamentos**
- e) Processo de Fabricação

2) Qual a finalidade de um plano de processo para uma peça

- a) transmitir as informações necessárias para transformação do projeto da peça em uma peça acabada**
- b) transmitir as informações necessárias para transformação de um processo de produção de uma peça em um projeto desta peça
- c) transmitir as informações sobre o produto e o processo
- d) transmitir as informações específicas sobre a qualidade final da peça
- e) n.d.a.

3) Qual das afirmativas abaixo sobre os planos de processo é incorreta

- a) Os planos de processo são divididos conforme as características e especificidades de Cada empresa
- b) Todas as empresas dividem o plano de processo em plano macro e detalhamentos**
- c) Os planos de processo são geralmente divididos em plano macro e detalhamento
- d) Algumas empresas podem apresentar planos de processo com várias folhas
- e) Algumas empresas podem apresentar planos de processo com uma única folha

4) Qual das informações abaixo NÃO faria parte comumente de um plano de processo

- a) Nome do processista
- b) Máquina
- c) Código da peça
- d) Quantidade de peças no estoque**
- e) Ferramenta

5) Assinale a alternativa incorreta sobre o planejamento de processo tradicional
a) Baseia-se no processista estudando a peça e propondo um plano de processo
b) Grande parte do tempo do processista é desperdiçado buscando informações
c) Traz melhores resultados porque permite ao processista dedicar maior parte do tempo à atividade de criação do plano
d) O processista tende a criar planos individualizados prejudicando a padronização de ferramentas e componentes
e) Pode levar ao desperdício de tempo de processistas experientes com tarefas rotineiras ou de simples confecção de documentos
6) Assinale a alternativa que NÃO poderia ser utilizada para justificar o Planejamento de Processo Auxiliado por Computador (CAPP)
a) Escassez de especialistas
c) Obtenção precisa e rápida de documentos
d) Melhoria da qualidade da documentação e padronização dos processos
e) Eliminar completamente a necessidade de processistas experientes
f) Maior produtividade no planejamento
7) Qual das alternativas NÃO representa uma vantagem na elaboração de um plano de processo empregando um CAPP Generativo-iterativo e utilizar um sistema computacional para simples edição de planos de processo
a) padronização dos textos
b) padronização de máquinas
c) tempo menor de desenvolvimento do plano de processo
d) padronização de ferramentas
e) menos dependente da experiência do processista
8) Qual a definição correta para CAPP variante
a) é aquele onde parte-se de um plano de referência ou plano base e, modificando-o, gera-se um novo plano de processo
b) é aquele que permite variações do plano de processo para peças totalmente diferentes
c) é aquele que permite gerar vários planos de processo para uma mesma peça
d) é aquele totalmente automático que considera vários tipos de peças diferentes
e) todas estão corretas

9) Qual a afirmação incorreta sobre as vantagens do CAPP Generativo Automático
a) Permite uma alta repetibilidade do processo
b) Por ser automático, aplica-se a uma variedade muito grande de peças
c) Permite uma alta produtividade
d) Permite resultados padronizados
e) Integração com sistemas CAD automatizando totalmente o desenvolvimento do Plano de Processo

ANEXO 5 – Programação completa do cenário de integração

M	A	C	Telão 1 Título Cena	Pessoa	Telão 2 Descrição	hora	Tempo	Tempo Total
Módulo 1								00:00
				Sérgio	AP: NUMA e EI	16:00	00:20	00:20
				Sérgio	AP: FIM	16:20	00:10	00:30
				Sérgio	AP: Diagnóstico	16:30	00:10	00:40
				Cláudia	AP: Modelo de Referência	16:40	00:30	01:10
1				Leo	Contexto: Personagens e História	17:10	00:10	01:20
1	1	1	Oportunidade Identificada	Leo		17:20	00:05	01:25
1	1	2	Preparando a Análise de Atratividade	Leo		17:25		01:25
1	1	3	Realizando a análise de atratividade	Leo		17:25		01:25
1				Carlão	AP: Análise de Atratividade	17:25	00:15	01:40
1				Carlão	AP: Índices e legendas para Análise de Atratividade	17:40	00:15	01:55
1	1	4	Concluindo a análise	Leo		17:55	00:05	02:00
1	1	5	Preparando-se para a reunião	Fiat		18:00		02:00
1				Cláudia	AP: Diretrizes	18:00	00:10	02:10
INTERVALO						18:10	00:50	03:00
1	2	1	Apresentação da idéia	Leo		19:00	00:05	03:05
1				Renato	AP: Liderança	19:05	00:10	03:15
				Leo	AP: PDT	19:15	00:10	03:25
1	2	2	Coordenador de Produto	Leo		19:25	00:05	03:30
1	2	3	Informações Iniciais de Trabalho	Leo		19:30		03:30
1	3	1	Completando as diretrizes	Leo		19:30		03:30
1				Renato	AP: Workgroup Computing	19:30	00:10	03:40
1	4	1	Compilando as diretrizes.	Leo		19:40		03:40
1	5	1	Definindo as diretrizes	Leo	AP: PDT da FIM	19:40	00:05	03:45
1	6	1	Consolidando as diretrizes	Leo		19:45	00:05	03:50
1	6	2	Finalizando a concepção	Leo		19:50		03:55
1				Leo		19:55		03:55
	7	1	Definindo o cronograma de conceituação de produto					
			Sistematização do Conhecimento	Renato		19:55	00:40	04:35
			Apresentação da Sistematização	Renato		20:35	00:30	05:05
INTERVALO						21:05	00:25	05:30
Módulo 2								00:00
2				Neto	AP: Gerenciamento de Projetos	21:30	00:20	05:50
2	1	1	Comunicando o PDT	Leo		21:50	00:05	05:55
2	2	1	Preparando a Pesquisa	Leo		21:55		06:00
2	2	2	Aplicação do Questionário	Leo		22:00		06:00
2	2	3	Geração dos resultados	Leo		22:00		06:00
2				Leo	AP: Pesquisa de mercado e QFD	22:00	00:20	06:20
2	3	1	Aplicando o QFD	Leo		22:20		06:20
2				Leo	AT: Exemplo de QFD na FIM	22:20	00:30	06:50
2	4	1	Especificando a Linha de Redutores	Leo		22:50	00:05	06:55
2	5	1	Desenhando os estudos de conjunto	Leo		22:55		06:55
FINAL DO DIA						22:55		06:55

2			Vascon	AP: BOM	16:00	00:20	07:15	
2	5	2	Pré-estruturando a nova família	Leo	16:20	00:05	07:20	
2	5	3	Recuperando componentes semelhantes	Leo	16:25		07:20	
2				CBT - Lab	AP: CAPP	16:25	01:30	08:50
2	6	1	Iniciando planejamento do processo via planejamento variante	Leo	17:55	00:05	08:55	
2	6	2	Iniciando o planejamento do processo via planejamento interativo e planejamento automático	Leo	18:00		08:55	
1				INTERVALO	18:00	01:00	10:15	
2			Arai	SC: Montagem de Plano de Processo	19:00	00:20	09:15	
2	6	3	Criar Plano de Montagem	Leo	19:20		09:15	
2			Carlão	AP: Make or Buy	19:20	00:20	09:35	
2	7	1	Orçar componente	Leo	19:40	00:05	09:40	
2	7	2	Cotar Fornecedores e decidir Make or Buy	Leo	19:45		09:40	
2	8	1	Verificando a Capacidade	Leo	19:45		09:40	
2			Neto	AP Análise de Investimento	19:45	00:20	10:00	
2	12	1	Recebendo Informações	Leo	20:05	00:05	10:05	
2	12	2	Consolidar conceituação	Leo	20:10		10:05	
2	13	1	Validando Diretrizes	Leo	20:10		10:05	
			Sistematização do Conhecimento	Renato	20:10	00:40	10:45	
			Apresentação da Sistematização	Renato	20:50	00:30	11:15	
				INTERVALO	21:20	00:20	11:35	
				Módulo 3			00:00	
3	1	1	Programação das Atividades	Leo	21:40	00:10	11:45	
3	1	2	Escolha dos Especialistas	Leo	21:50		11:45	
3	2	1	Apresentação das linhas gerais	Leo	21:50		11:45	
3	3	1	Estruturar Produto	Leo	21:50		11:45	
3	3	2	Recuperando Informações Semelhantes	Leo	21:50		11:45	
3	3	3	Finalizar Estrutura e criar tarefas	Leo	21:50		11:45	
3	4	1	Desenhando/Conferindo conjunto	Leo	21:50		11:45	
3	4	2	Desenhando componentes	Leo	21:50		11:45	
3	4			Savi	AP: DFMA	21:50	00:30	12:15
3	4	3	Calcular Componente	Leo	22:20	00:15	12:30	
3	4	4	Recuperar eixo semelhante	Leo	22:35		12:30	
3	4	5	Calcular Carcaça	Leo	22:35		12:30	
3	4	6	Simular Aplicação	Leo	22:35		12:30	
3	4	7	Ajustar desenho de conjunto	Leo	22:35		12:30	
3	4	8	Conferir estudo de conjunto após modificações	Leo	22:35		12:30	
3	4	9	Detalhamento dos componentes	Leo	22:35		12:30	
3	4	10	Verificar Montagem	Leo	22:35		12:30	
3	4	11	Definir procedência	Leo	22:35		12:30	
3	4	12	Pesquisa de uma solução para se evitar quebra de diretriz	Leo	22:35		12:30	
3	4	13	Reunião extraordinária devido a provável quebra de diretriz	Leo	22:35		12:30	
3	4	14	Reunião semanal para	Leo	22:35		12:30	

		discussão do projeto						
3	4		Sander son	AP: FMEA	22:35	00:30	13:00	
3	4	15	Leio		23:05	00:05	13:05	
3	5	1	Leio		23:10		13:05	
3	5	2	Leio		23:10		13:05	
FINAL DO DIA					23:10		13:05	
3	5		Arai	AP: PDM	08:00	00:20	13:25	
3	5	3	Leio		08:20	00:20	13:45	
3	5	4	Leio		08:40		13:45	
3	5	5	Leio		08:40		13:45	
3	5	6	Leio		08:40		13:45	
3	5	7	Leio		08:40		13:45	
3	5	8	Leio		08:40		13:45	
3	5	9	Leio		08:40		13:45	
3	6	1	Leio		08:40		13:45	
3	6	2	Leio		08:40		13:45	
3	7	1	Leio		08:40		13:45	
		Sistematização do Conhecimento	Renato		08:40	00:40	14:25	
		Apresentação da Sistematização	Renato		09:20	00:30	14:55	
INTERVALO					09:50	00:20	15:15	
Módulo 4								00:00
4	1	1	Leio		10:10	00:05	15:20	
4	1	2	Leio		10:15		15:20	
4	1	3	Leio		10:15		15:20	
4			Leio	AP: Design of Experiments	10:15	00:20	15:40	
4	1	4	Leio		10:35	00:10	15:50	
4	2	1	Leio		10:45		15:50	
4	2	2	Leio		10:45		15:50	
4	2	3	Leio		10:45		15:50	
4	3	1	Leio		10:45		15:50	
4	3	2	Leio		10:45		15:50	
		Sistematização do Conhecimento	Renato		10:45	00:40	16:30	
		Apresentação da Sistematização	Renato		11:25	00:30	17:00	
ALMOÇO					11:55	02:05	19:05	
Módulo 5								00:00
5	1	1	Leio		14:00	00:20	19:25	
5	1	2	Leio		14:20		19:25	
5	1	3	Leio		14:20		19:25	
5	1	4	Leio		14:20		19:25	
5	1	5	Leio		14:20		19:25	
5	1	6	Leio		14:20		19:25	
5	2	1	Leio		14:20		19:25	
5	3	1	Leio		14:20		19:25	

Processo						
4	Treinar empresa	Renato	AP: Treinar Empresa	14:20	00:15	19:40
	Sistematização do			14:20	01:00	20:40
	Conhecimento	Renato				
	Apresentação da			14:35	00:40	21:20
	Sistematização	Renato				
	Discussão Final			15:20	00:30	21:50
	Avaliação Curso			15:15	00:30	22:20



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A.F.S; ROZENFELD,H. & ZANCUL,E.S. (1997) *Capacitação de pessoal para o processo de desenvolvimento de produtos*. Anais do xiv congresso brasileiro de engenharia mecânica. Bauru.
- APQC (1993) *Process Classification Framework*, Disponível em <http://www.apqc.org>.
- BAKER, E. E O'NEIL, H. (1999) *Technology assessment in education and training*, Disponível em <http://www.erlbaum.com/232.htm>
- BARNES, M. S., (1999) *Are we preparing students to compete in a global economy?*, The Technology teacher, Disponível em <http://www.iteawww.org/F3a.html>
- BAZZO, W. A. (1999) *Qualidade de ensino e sistemas de avaliação*, Disponível em <http://www.engenheiro2001.org.br/artigos/Bazzo.htm>
- BREMER, C.F. *et al.* (1995) *The FIM: Integrated Model Factory and its Applications on Generating and Transference of Knowledge for Word Class Industries*.
- BULL, J. (1994) *Computer based Assessment: some issues for consideration*, Active learning 1, dez., Disponível em <http://www.cti.ac.uk/publ/actlea/issue1/bull/bull1.html>
- CERVO, A. L., BERVIAN, P. A. (1996) *Metodologia Científica*, São Paulo, Makron Books.
- CHILDS, R. A. (1998) *Constructing classroom achievement tests*, Disponível em <http://ericae.net/db/edo/ED315426.htm>
- CLARCK K.B.; FUJIMOTO, T. (1991) *Product Development Performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. Boston, Harvard Business School Press.
- CLAUSING, D.P. (1994) *Total Quality Development: A Step-by-Step guide to World Class Concurrent Engineering*, The American Society of Mechanical Engineers.
- COLL, C. *et all* (1996) *O construtivismo na sala de aula*. Ática, São Paulo.
- DANE, F. C. (1990) *Research methods*, Brook/Cole Publishing Company.
- DAVENPORT, T.H. (1994) *Reengenharia de Processos*. Rio de Janeiro, Campus.
- DAVIES, M., CROWTHER, D. (1994) *The benefits of using multimedia in higher education: myths and realities*, Active learning 1, dez., Disponível em <http://www.cti.ac.uk>

- DIB, C. Z. (1988) *Formal, Non-Formal and Informal Education*. Cooperative Networks in Physics Education – Conference Proceedings. Nova York: American Institute of Physics, pgs. 300-315.
- DIB, C. Z. (1992) *O Professor de Física na Educação Não-Formal e o Novo Papel do Livro Texto*. Anais da V Reunião Latino Americana sobre Educação em Física, UFRGS, Porto Alegre, RS.
- DRYDEN, G., VOS, J. (1995) *Revolucionando o Aprendizado*, Makron Books.
- DRM Associates (1999) *The principles of integrated Product Development*, Disponível em <http://www.npd-solutions.com/principles.html>
- DOUGHTY, G., MAGILL, J. E TURNER, I. (1994) *Interactive multimedia computer based assessment*, Active learning 1, dez., Disponível em <http://www.cti.ac.uk>
- ECHTERNACHT, G. (1998) *Interpreting test scores for compensatory education students*, Disponível em <http://ericae.net/db/edo/ED314428.htm>
- FISCHER & MANDL, (1990) *Toward a psychophysics of hypermedia* Em: *Designing hypermedia for learning*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Alemanha.
- FLEURY, A. C. C. (1996), *A formação do engenheiro numa sociedade globalizada: elementos para discussão*, Anais do 16º Encontro nacional de Engenharia de Produção, Piracicaba, SP.
- GADOTTI, M. (1998), *História das idéias pedagógicas*, Editora Ática, São Paulo.
- GRIFFITHS, F. (1994), *Freedom and Flexibility in the higher education examination process*, Active learning 1, dez., Disponível em <http://www.cti.ac.uk>
- HALL, B. (1999) *FAQs about Web-Based Training*, Disponível em <http://www.multimediatraining.com/faq.html>
- HEALTH, J., (1994) *When interactive media is not truly interactive*, Active learning 1, dez., Disponível em <http://www.cti.ac.uk>
- ITSS (1999) *Interactive task support system*, Disponível em <http://www.interactive.hut.fi>
- JANCO, R. (1998), *Computer technology for education and evaluation*, Disponível em http://www.ambpeds.org/GPCC/Computer_Teaching.html
- JONASSEN & GRABINGER (1990). *Problems and issues in designing hypertext/hypermedia for learning* Em: *Designing hypermedia for learning*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Alemanha.

- JONES, A.K.; KOCHHAR, A.K. (1998) *Education and training requirements specification for implementation of manufacturing control systems*, International conference of the manufacturing Value-Chain, August, Troon, Scotland.
- JONES, R., BENNETT, C. (1998), *Teaching in the information age: the jamestown virtual colony*, CSS Journal, v.6, n.3, mai/jun.
- JUKES, I. (1997) *Stages of technological learning, Levels of technological learning*, dez, Disponível em <http://www.tcpd.org>
- KEARSLEY, G. (1995) *The nature and value of interaction in distance learning*, Third Distance Education Research Symposium, Mai, 18-21.
- KENT, P. (1995) *Computers-Constructionism-Constructivism*, Disponível em <http://www.metric.ma.ic.ac.uk/~pkent/construction/construction.html>
- KOONCE, R. (1999) *Where technology and training meet*, Disponível em http://www.astd.org/CMS/templates/template_1.html
- KRASILCHIK, M (1998), Planejamento educacional: estruturando o currículo, Em: *Educação Médica*, Ernesto Lima Gonçalves e Eduardo Marcondes (Orgs.), ed. Sarvier, S.P.
- LEVINE, H. (1998) *Basic principles of evaluation:an overview*, Disponível em http://www.ambpeds.org/GPCC/Basic_Principles.html
- LONGO, W. P.; BRICK, P. S. (1993) *Reflexões sobre a evolução tecnológica*. Anais do XIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- MACEDO, A.A. (1999) *Explorando tecnologia hipermédia e de trabalho cooperativo em um ambiente de apoio ao ensino*. São Carlos, 89p. Dissertação (Mestrado) – ICMC, Universidade de São Paulo.
- MARCATTO, A. (1996) *Saindo do quadro*, Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil.
- MUNDIM, A. P. F. (2001) *Cenário de Integração para o processo de desenvolvimento de produtos: uma ferramenta educacional para capacitação profissional*. São Carlos, 207p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- LAKATOS, E. M., MARCONI, M. A. (1995) *Metodologia Científica*, São Paulo, Atlas.
- MULLER, G. (1999) *Enabling the new virtual development process*, Disponível em <http://cadlab.tu-berlin.de>
- NAVES, C. H. T. (1998) *Educação continuada e à distância de profissionais da ciência da informação no Brasil via internet*. Brasília, 130p. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília.

- NUMMELA, R., CAINE, G. (1990) *Making Connections*, Association for supervision and curriculum development, Alexandria.
- NUNES, I. B. (1994) Noções de educação à distância, *Instituto Brasileiro de Educação à Distância*, Brasília, n. 4/5, p. 7-25, dez/93-abr/94.
- OLIVEIRA, S.L. (1997) *Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses* - São Paulo: Pioneira.
- PARRINGTON, N. (1994) *The use of hipertext and the WWW in the teaching and assessing software engineering*, Active learning 1, dez., Disponível em <http://www.cti.ac.uk>
- PARRINGTON, N. (1994) *Background to the techniques used*, Active learning 1, dez., Disponível em <http://www.cti.ac.uk>
- PASSARELLI, B. (1996) *Teoria das Múltiplas Inteligências & multimídia na educação: novos rumos para o conhecimento*, Apple Staff Development Program – Brasil, São Paulo.
- PEEL, A. (1994) *Computer aided assessment through multimedia*, Active learning 1, dez., Disponível em <http://www.cti.ac.uk>
- PEREIRA, J. T. V. (1996) *Proposta de um Curso de Engenharia de Concepção*, textos básicos do 1º Ciclo de Teleconferência do Ensino de Engenharia, Guia do Participante Nº 4, Engenheiro 2001, Fundação Vanzolini, Escola Politécnica da USP.
- PIMENTEL, M.G.C. (1989) *Sistemas Hipertexto: discussões, um projeto e sua implementação*. São Carlos, 129p. Dissertação (Mestrado) – ICMSC, Universidade de São Paulo.
- PINHEIRO, A.C.F.B., (1997) *A renovação pedagógica na engenharia e a formação dos formadores de engenheiros*, Disponível em <http://www.engenheiro2001.org.br/biblioteca.htm>
- POPPER, K. S. (1975) *A lógica da pesquisa científica*, São Paulo, Cultrix. In: LAKATOS, E. M., MARCONI, M. A. (1995) *Metodologia Científica*, São Paulo, Atlas.
- PRASAD, B. (1996) *Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process organization*. Upper Saddle River, Prentice Hall.
- PRASAD, B. (1997) *Concurrent engineering fundamentals - Volume II: integrated product development*. Upper Saddle River, Prentice Hall.
- REICH, R. (1993) *O trabalho das nações, preparando-nos para o capitalismo do século XXI*. Quertzal Editores, Lisboa.

- REFERENCE MODEL (1999) Disponível em http://www.opm.wb.utwente.nl/stan/eric/TM/p_refmodel.htm
- REZENDE, M. (1998) *Os novos paradigmas da formação e desenvolvimento dos profissionais da engenharia*, Equipe do programa de educação continuada a distância da Fundação Vanzolini, Fev.
- RODRIGUES, D. E ROCHA, H. V. (1998) *Computer as an auxiliary tool in the process of cognitive assessment of physically disabled*, Disponível em <http://xanadu.bournemouth.ac.uk/cd/rodrigue/xhtml/paper.htm>
- ROZENFELD, H. (1996) *Para integrar a manufatura é importante o domínio do business process*, Manufatura de Classe Mundial: Mitos e Realidade, EESC – USP.
- ROZENFELD, H. (1997) *Capacitação de pessoal para o processo de desenvolvimento de produtos*, Anais em CD do XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA. Bauru.
- ROZENFELD, H. (1997) *Modelo de Referência para o Desenvolvimento Integrado de Produtos*. Anais em CD do XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO / 3RD INTERNATIONAL CONGRESS OF INDUSTRIAL ENGINEERING – Gramado.
- ROZENFELD, H. (1998) *Desenvolvimento de produtos na manufatura integrada por computador (CIM)*. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos. mimeo (Universidade de São Paulo).
- ROZENFELD, H., AGUIAR, A.S., OLIVEIRA, C.B.M., OMOKAWA, R., (1998) *Development of a Concurrent Engineering Scenario for Educational Purposes*. Em: MANUFACTURING EDUCATION FOR THE 21st CENTURY, Anais.
- ROZENFELD, H. AMARAL, D.C. (1999) *Proposta de uma Tipologia de Processos de Desenvolvimento de Produto Visando a Construção de Modelos de Referência*. Em: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 1., Belo Horizonte, 1999. Anais.
- RUSSEL, M., HANEY, W. (1997) *Testing writing on computers: an experiment comparing student performance on tests conducted via computer and via paper-and-pencil*, Educational policy analysis archives, v.5, n.3, jan.
- SHORTER, D. (1997) *Enterprise Modelling for CIM*, Disponível em <http://www.itfocus.demon.co.uk>.
- STEPHENS, D. (1994) *Using computer assisted assessment: time saver or sophisticated distraction?*, Active learning 1, dez., Disponível em <http://www.cti.ac.uk>

- SUSHKIN, N. (1999) *Learning theories*, Disponível em <http://www.wpi.edu/~isg-501/nsushkin.html>.
- SYAN, C.S. (1994) Introduction to concurrent engineering. In: Syan C.S.; Menon, U. *Concurrent engineering: concepts, implementation and practice*. London, Chapman & Hall.
- THIOLLENT, M. (1994) *Metodologia da Pesquisa-ação*, São Paulo, Cortez.
- THORNBURG, D. (1995) *Scissors, Stone e Paper*, Disponível em <http://www.tcpd.org>
- THORNBURG, D. (1996a) *Redefining teaching in a disintermediated world*, Disponível em <http://www.tcpd.gsn.org>
- THORNBURG, D. (1996b) *The seven circles of learning*, Disponível em <http://www.tcpd.gsn.org>
- THORNBURG, D. (1997a) *The future isn't what it used to be*, Disponível em <http://www.tcpd.gsn.org>
- THORNBURG, D. (1997b) *2020 Visões para o futuro da educação*, Disponível em <http://www.tcpd.org>
- VALENTE, J. A. (1993) Diferentes usos de computadores na educação. Em: J.A. Valente, org. *Computadores e conhecimento: repensando a educação*, Campinas, Gráfica Central da UNICAMP.
- VERNADAT, F.B. (1996). *Enterprise Modeling and Integration: principles and applications*. London, Chapman & Hall.
- VOLPATO, A. (1999) *Mídia e conhecimento: educação à distância*, Disponível em <http://www.intelecto.net/arceloni.htm>
- WICKERT, M. L. S. (1999) *O futuro da educação à distância no Brasil*, Centro de Educação à Distância/CEAD, Brasília.