

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
UNICAMP**

FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO

Tese de Doutorado

**A Criação de um Ambiente de Aprendizagem Contextualizado,
Baseado no Computador, para a Formação de Recursos
Humanos em Empresas Enxutas**

Este exemplar corresponde à redação
final da Tese de Doutorado defendida
por **Klaus Schlünzen Junior** e
aprovada pela Comissão Julgadora

Comissão Julgadora:

Orientador: Prof. Dr. José Armando Valente

Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo Morelato França

Prof. Dr. Arnaldo José de Hoyos Guevara

Prof. Dr. Ivan Luiz Marques Ricarte

Prof. Dr. Léo Pini Magalhães

Prof. Dra. Maria Cecília C. Baranauskas

Prof. Dr. Marcos Tarciso Masetto

Este exemplar corresponde a redação final da tese
defendida por Klaus Schlünzen Junior
e aprovada pela Comissão
Julgada em 05/06/2000
[Assinatura]
Orientador

Campinas
Junho - 2000

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE



897610002

N.º CHAMADA:	
T/UNICAMP	
Sch 39c	
V.	Ex.
TOMBO BC/ 430 12	
PROC. 16-278100	
C	D
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO R\$ 11,00	
DATA 07/11/00	
N.º CPD	

CM-00149571-0

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

Sch39c

Schlünzen Junior, Klaus

A criação de um ambiente de aprendizagem contextualizado, baseado no computador, para a formação de recursos humanos em empresas enxutas / Klaus Schlünzen Junior. --Campinas, SP: [s.n.], 2000.

Orientadores: José Armando Valente; Paulo Morelato França.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.

1. Aprendizagem industrial. 2. Formação profissional. 3. Aprendizagem - Avaliação. 4. Jogos. 5. Cultura organizacional. I. Valente, José Armando. II. França, Paulo Morelato. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação. IV. Título.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

**Para minha esposa Elisa e minhas filhas
Tainah e Thaís, de todo o meu coração.**

Resumo

O paradigma de produção originado na Toyota Motor Company, conhecido como *Lean Production*, define um novo panorama mundial para o trabalho e demanda um novo tipo de profissional, onde características intelectuais são exigidas e valorizadas como a capacidade de resolver problemas, a criatividade, a participação colaborativa e o aprendizado. Neste contexto, as empresas estão à procura de meios para formar um trabalhador que não só saiba fazer, mas também que compreenda o que faz. A abordagem construcionista mostra-se como uma alternativa, pois permite ao trabalhador desenvolver habilidades com a descrição e a solução de problemas, com a reflexão e depuração dos resultados obtidos. Assim, esta pesquisa investigou a criação de um ambiente de aprendizagem organizacional, baseado no uso do computador com abordagem construcionista, para a formação e avaliação de trabalhadores das linhas de produção de uma empresa Enxuta. Os resultados alcançados com a criação deste ambiente de aprendizagem construcionista mostraram importantes contribuições para a aprendizagem dos trabalhadores, favorecendo um progresso individual e refletindo em expressivos ganhos operacionais para a empresa. Nesta avaliação, foram considerados não apenas os aspectos cognitivos, mas também os procedimentais, os de desempenho, os afetivos e os emocionais.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Abstract

The production paradigm originated in Toyota Motor Company, known as Lean Production, defines a new scenario in the workplace and demands a new professional profile, where intellectual characteristics are demanded and valued, such as: the capacity to solve problems, creativity, collaborative participation and learning capacity. In this context, companies look for ways to educate professionals not only how to do tasks, but also to understand what they are doing. The constructionist approach is shown as an alternative because it allows the worker to develop abilities with the description and solution of problems, but also to reflect and to debug the obtained results. In this way, this research investigates the creation of an organizational learning environment, based on the use of the computer with a constructionist approach, for the education and evaluation of workers in production lines in a Lean company. The results with the creation of a constructionist learning environment showed important contributions to the workers' learning, favoring individual progress and also reflected expressively on the company's operational results. The evaluation did not just consider the cognitive aspects but also the procedural aspects, the performance and the affective and emotional ones.

“Confia no Senhor de todo o teu coração,
e não te estribes no teu próprio
entendimento.

Reconhece-o em todos os teus caminhos,
e Ele endireitará as tuas veredas.

Não sejas sábio a teus próprios olhos:
teme ao Senhor e aparta-te do mal”.
Provérbios, cap 3, vers. 5 a 7.

“Tomai sobre vós o meu jugo, e aprendei
de mim, que sou manso e humilde de
coração; e encontrareis descanso para as
vossas almas.

Porque o meu jugo é suave e o meu fardo
é leve”. Mateus cap 11, vers. 29 e 30.

Agradecimentos

Ao concluir este trabalho, gostaria de agradecer de todo o meu coração:

- À Deus, por estar ao meu lado em cada momento desta caminhada e por sempre estar me conduzido;
- Ao Prof. Dr. José Armando Valente, pela orientação amiga, atenciosa e competente, pela confiança depositada no meu trabalho e, principalmente, pelo apoio dado nos momentos difíceis;
- À minha esposa Elisa, que, com sua sabedoria e bondade, edificou minha vida, das nossas filhas e de toda a família;
- Às minhas filhas Tainah e Thaís, pela compreensão e pela alegria em todos os dias desta caminhada;
- Aos meus pais, sogros e Tia Maria, pelo carinho, compreensão e apoio dado nesta jornada;
- Aos meus irmãos, Karin, Celina, Marli, Armando, Leônidas e Jorge pela torcida e incentivo;
- Aos funcionários e, sobretudo, grandes parceiros e amigos da Delphi Automotive Systems – Divisão Harrison Thermal Systems que, graças à eles, permitiram que este trabalho fique eternamente na minha lembrança como um período de muito aprendizado e de muitas alegrias. Em especial, gostaria de agradecer aos colaboradores: Amadeu Gaspar Mendes, Eduardo M. Azzi, Ivan Vicente Ferreira, Agnaldo Marcolino dos Santos, Emerson Oliveira Dias, Oscar A. Rando, Alexandre Ribeiro Pataias, Sandro Maurice Gobbo e a todos os trabalhadores multiplicadores;
- Ao pesquisador e jornalista Jaures S. Mazzone, grande amigo, que muito me ensinou sobre o mundo das empresas e inúmeras vezes ajudou e incentivou para que esta pesquisa fosse possível;
- Aos professores da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, pela aprendizado que me

proporcionaram, e em especial, ao Prof. Dr. Paulo Morelato França, pela oportunidade dada com sua co-orientação;

- Aos valiosos amigos Ednilson, Beth, Cláudia, Arnaldo, Erwin, Andréa, Pérola, Renata, Luri, Mauro, Vivian, Nilton, Lourdes, Galo, Cidinha, Mônica e Raquel que sempre estiveram presentes com seu apoio;
- Aos coordenadores do Projeto de Educação Continuada da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Fernando Almeida, Elizabeth B. Almeida e Vitória K. Hernandez, que me deram a oportunidade de aprender e crescer com este projeto;
- À Prof.^a Dra. Maria Cândida Moraes, que, com sua sabedoria, muito me ensinou;
- À amiga Aureci, pela sua luz espiritual;
- Ao amigo Manoel Lourenço Filho, pelo apoio sempre dado a esta pesquisa;
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e a Universidade Estadual Paulista – Unesp, pelo suporte financeiro para a realização desta pesquisa;
- À todos que direta ou indiretamente contribuíram neste trabalho, eu gostaria de expressar a minha eterna gratidão.

CONTEÚDO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	21
CAPÍTULO 2 – MODELOS DE ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL.....	35
2.1 Sistemas de Produção Industrial	35
2.2 O Sistema Enxuto de Produção	39
2.2.1 <i>Kaizen</i> e Controle Total de Qualidade	40
2.2.2 <i>Just-in-Time</i> e <i>Kanban</i>	51
2.3 Sistema Pós-Enxuto de Produção	53
CAPÍTULO 3 – FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS NAS EMPRESAS E APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL	57
3.1 Aprendizagem Organizacional	58
3.1.1 O Ambiente de Aprendizagem Organizacional	64
3.1.2 Organizações Qualificadas x Qualificantes	66
3.2 O Computador no Processo Ensino-Aprendizagem	68
3.2.1 Abordagem Instrucionista x Construcionista	69
3.2.2 A Abordagem Construcionista na Aprendizagem Organizacional	72
3.3 A Avaliação da Aprendizagem Organizacional	75
CAPÍTULO 4 – SOFTWARE CONSTRUCIONISTAS PARA APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL	81
4.1 A Construção de Ambientes Construcionistas para Aprendizagem Organizacional	81
4.2 <i>Design</i> de Interfaces	83
4.3 Exemplos de Ambientes de Aprendizagem Organizacional Construcionistas	87
4.3.1 O Ambiente Enxuto e o Sistema Jonas	88

4.3.2 LEGO-Logo	89
4.3.3 O Jogo do Alvo	92
4.4 Uma Proposta para a Criação de um Ambiente de Aprendizagem Organizacional	99
CAPÍTULO 5 – OBJETIVOS E DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA	101
5.1 Objetivo Geral	101
5.2 Objetivos Específicos	101
5.3 Metodologia	102
5.3.1 – O Jogo do Alvo – Depuração e Re-implementação	103
5.3.2 – A Metodologia de Formação	105
5.3.2.1 Formação com o Facilitador – Etapa 1	108
5.3.2.2 – Formação com os Multiplicadores-Parceiros – Etapa 2	113
5.3.3 – A Metodologia de Avaliação da Aprendizagem	117
CAPÍTULO 6 – O DESENVOLVIMENTO DO AMBIENTE COMPUTACIONAL: O JOGO DO ALVO	123
6.1 A Depuração e a Validação da Versão Inicial do Jogo do Alvo	124
6.2 A Nova Versão do Jogo do Alvo	125
6.2.1 O Módulo Funcional	126
6.2.1.1 Cenários	136
6.2.2 O Módulo Fábrica/Alvo	137
6.2.3 O Módulo Farol	140
6.2.4 O Módulo Análise de Tendências	147
6.3 O Ciclo Descrição-Execução-Reflexão-Depuração com o Jogo do Alvo ..	156
6.4 – O Ambiente de Trabalho e a Plataforma de Hardware e de Software	157
CAPÍTULO 7 – RESULTADOS DA FORMAÇÃO	159

7.1 Na Re-implementação do Jogo do Alvo	159
7.2 Na Formação com o Facilitador – Etapa 1	162
7.3 Na Formação como os Multiplicadores-Parceiros – Etapa 2	165
7.3.1 A Avaliação Cognitiva	166
7.3.1.1 - Criação da Memória Organizacional – Os Cenários .	168
7.3.1.2 - Estudo de Caso	173
7.3.2 A Avaliação Procedimental	174
7.3.3 A Avaliação pelo Desempenho	183
7.3.4 A Avaliação Afetiva e Emocional	185
7.3.5 Transformando a Delphi-Harrison de Qualificada para Qualificante	192
 CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS	195
8.1 A Metodologia de Formação e Avaliação Construída	199
8.2 Perspectivas Futuras	203
8.2.1 A Formação de Multiplicadores-Parceiros à distância	203
8.2.2 A Tecnologia nas Linhas de Produção	205
8.2.3 A Avaliação da Aprendizagem com Auxílio da Análise de Dados Estatísticos Multidimensionais	206
8.2.4 A Memória Organizacional	207
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	209
 ANEXO A – Fórmulas Utilizadas no Controle Estatístico de Processos – CEP	221
 ANEXO B – Questionários Iniciais e Finais	227
 ANEXO C – Testes Práticos Realizados	239
 ANEXO D – Formulários de Avaliação do Departamento de Recursos Humanos da Delphi-Harrison	245

ANEXO E – Material Didático de Apoio usado pelos Agentes Multiplicadores- Parceiros na Capacitação.....	249
ANEXO F – Procedimento para Formação de Recursos Humanos utilizando o Jogo do Alvo	265
ANEXO G – Exemplo de Relatórios de Ocorrências na Delphi-Harrison	271
ANEXO H – Aspectos de Implementação do Jogo do Alvo	275
ANEXO I – Publicações	283

Lista de Figuras

1.1 – Fluxograma das Funções do Departamento de Recursos Humanos	29
2.1 – O Ciclo PDCA	42
2.2 – Exemplo de uma Carta de Controle por Variáveis	45
2.3 – Esquema Operacional de Controle de Processos	46
2.4 – Relação entre CP e CPK	48
2.5 – Exemplo de uma Carta de Auto-Controle	50
3.1 – O Procedimento Cíclico de Descrição, Execução, Reflexão e Depuração do Conhecimento	71
3.2 – Ciclo de Aprendizagem Organizacional	73
4.1 - História do <i>Design</i> de Interfaces	84
4.2 – A Interface do Enxuto	88
4.3 – Uma Tela do Sistema Jonas	90
4.4 – Um Dispositivo Eletro-mecânico em LEGO-Logo	91
4.5 – Jogo do Alvo - Módulo Funcional (Primeira Versão)	93
4.6 – Gráfico da Média pelo Jogo do Alvo	93
4.7 - Módulo Estratégico – (Primeira Versão).....	94
4.8 – Carta de Auto-Controle adotada na Delphi-Harrison	95
4.9 – Módulo Farol – Modo Induzido	98
4.10 – Módulo Farol – Modo Aleatório	99
5.1 – O Mecanismo de Integração Organizacional para a Formação de Recursos Humanos	106
5.2– Abordagem da Formação com o Facilitador	109
5.3 - Etapas da Aplicação do Jogo do Alvo	112
5.4 – Experimento para Avaliação Cognitiva com Dois Grupos de Trabalhadores .	119
6.1 – Problema de Visualização de Pontos na Versão Inicial do Jogo do Alvo	125
6.2 – Jogo do Alvo – Módulo Funcional	127
6.3 – Opção Jogo do Menu	128
6.4 – Jogo do Alvo e uma Disposição de Tiros	129

6.5 – Recurso de Visualização (<i>Zoom</i>) Disponível na Nova Versão do Jogo do Alvo	130
6.6 – Janela para Avaliação do Processo	131
6.7 – Processo Estável e Incapaz	132
6.8 – Processo Instável e Capaz	133
6.9 – Processo Instável e Incapaz	134
6.10 – Possibilidade de Alterar os Valores dos Tiros	135
6.11 – Alteração dos Limites de Especificação	135
6.12 – Definição de um Cenário	137
6.13 – Jogo do Alvo – Módulo Fábrica/Alvo	138
6.14 – Justificar um Tiro no Módulo Fábrica/Alvo	139
6.15 – Diário de Bordo de uma Carta de CEP	140
6.16 – Jogo do Farol – Tela Inicial	141
6.17 – Jogo do Farol – Modo Induzido	142
6.18 – Situação onde o Usuário deveria parar o Processo	143
6.19 – Jogo do Farol – Modo Aleatório	144
6.20 – Uma Situação onde o Usuário parou corretamente o Processo	145
6.21 – Uma Situação onde o Usuário não deveria parar o Processo	146
6.22 – A Justificativa para a Parada do Processo	147
6.23 – Exemplo de uma Carta de Controle com uma Tendência no Processo – Curva Ascendente	148
6.24 – Tela Inicial do Módulo de Análise de Tendências	151
6.25 – Análise de Tendências para Carta X-R	152
6.26 – Mensagem indicando que o Processo não Apresenta Tendência	153
6.27 – Janela Indicando a Tendência do Processo	153
6.28 – Janela para a Análise das Causas e Procedimentos para Carta X-R	154
6.29 – Análise de Tendências para Carta de Auto-Controle	155
6.30 – Janela para a Análise das Causas e Procedimentos para Carta X-R	156

7.1 – Exemplo de uma Disposição de Tiros onde os Trabalhadores Encontram	
Dificuldades para uma Avaliação Inicial	167
7.2 – Cenário 1	169
7.3 – Cenário 2	170
7.4 – Cenário 3	171
7.5 – Cenário 4	172
7.6 – Cenário 5	173
7.7 – Evolução da Eficiência dos Registros em CEP	176
7.8 – Procedimento Incorreto: Pontos na Região Amarelo sem a Medição de mais	
Três Pontos	178
7.9 - Carta de Auto-Controle não Preenchida Corretamente pelo Operador 434 –	
Antes da Capacitação	179
7.10 – Carta de Auto-Controle Preenchida Corretamente pelo	
Operador 434 – Após a Capacitação	180
7.11 – Cronograma de Formação com Agendamento feito pelos próprios	
Trabalhadores	183
7.12 – Evolução do FTQ com os Agentes Multiplicadores-Parceiros	184
7.13 – Avaliação dos trabalhadores quanto a Cooperação e Colaboração	186
7.14 – Avaliação dos Trabalhadores quanto ao Trabalho em Equipe	186
7.15 – Resultado da Avaliação dos Trabalhadores quanto a Capacitação ser	
realizada por um Colega de Trabalho	188
7.16 – <i>Kaizen</i> no Processo de Formação	189
7.17 – Resultado da Avaliação dos Trabalhadores quanto ao <i>Empowerment</i>	191
7.18 – Exemplo de Cronograma de Formação	193
8.1 – Fluxograma Geral da Metodologia de Formação e de Avaliação Construída ..	202
8.2 – Esquema Operacional de Controle de Processos Simplificado	206

Capítulo 1 – Introdução

O novo sistema de produção industrial, originado na *Toyota Motor Company*, conhecido como Produção Enxuta (*Lean Production*) ou Sistema *Toyota* de Produção (Mazzone, 1993; Womack & Jones, 1996; Womack, Jones & Roos, 1990), provocou um processo de reestruturação e capacitação nas empresas que as levaram a grandes desenvolvimentos e resultados na organização do trabalho, no desenvolvimento e na evolução das competências profissionais, no aperfeiçoamento das condições de trabalho e no relacionamento entre os trabalhadores.

Ele veio solucionar uma série de problemas que apresentava o sistema de produção de Henry Ford, com trabalhadores desestimulados, linhas de produção inflexíveis, estrutura administrativa carregada e desarticulada, elevados custos de produção e desenvolvimento. No sistema Fordista, os trabalhadores executavam tarefas muito simples, fruto da decomposição do trabalho proposto por Taylor (Wilentz, 1997) e, conseqüentemente, não exigiam especialização, permitindo assim que fossem “treinadas” de maneira rápida e superficial.

Entretanto, com o sistema Enxuto é esperado um novo perfil de profissional, onde características intelectuais como capacidade de resolver problemas, de aprender a aprender, de criar, de participar, de trabalhar em grupo, de ser responsável e de colaborar são exigidas. Isto é conseqüência de uma de suas características principais, ou seja, fazer a empresa servir como escola, aliando aspectos teóricos e práticos, sistematicamente resumizando o conhecimento corrente, buscando novos conhecimentos, ensinando-os para os seus membros e efetivamente utilizando-os (Womack, Jones & Roos, 1994). Passou-se da era da manufatura para o que Marquardt (1996) denominou de *Mentofacturing*, ou seja, a produção mais com o cérebro do que com as mãos.

Nesta direção, observa-se também que os trabalhadores de hoje não parecem estar satisfeitos com serviços repetitivos e convencionais, independente das compensações financeiras. Eles querem se envolver em áreas criativas, cujo pensamento e decisão estejam sob o seu controle (Bassi, Cheney & Buren, 1997).

Logo, além do processo de globalização que obriga a rápidas transformações e adaptações nas estruturas produtivas, há uma mudança no perfil do profissional e, conseqüentemente, isso tem influência direta no seu processo de formação. As mudanças que acontecem no mundo indicam que as pessoas mais bem sucedidas de agora em diante, serão aquelas com pensamento livre, criativo, integrado, sem preconceitos e que olham mais para o presente e para o futuro do que para o passado (Mazzone, 1995).

Considerando ainda as certificações de qualidade como ISO-9000 e principalmente a QS-9000 (Ricci, 1996), padrão de sistema de qualidade exclusivo para a indústria automobilística, verifica-se que as necessidades de treinamento e de desenvolvimento de todo o pessoal que desempenha tarefas que influenciam na qualidade são estratégicas, como pode ser observado no seguinte trecho da norma, item 4.18 (Ricci, 1996, pp 117):

“A atividade “Treinamento” é considerada como elemento estratégico ao sistema de qualidade, fazendo parte integrante do planejamento estratégico da empresa... A sua eficácia deve ser periodicamente avaliada...”

Na realidade, a norma QS-9000 veio consolidar a importância que o treinamento e a formação de pessoal têm para a indústria atual. Conseqüentemente, reforça a preocupação das empresas em oferecer aos trabalhadores um programa de capacitação que desenvolva as competências que o mercado exige.

No entanto, a formação de recursos humanos nas empresas, assim como nas escolas em geral, está pautada em alguns parâmetros que não mais interessam ao mercado de trabalho e à sociedade. A atividade de ensinar é vista, simplesmente, como transmissão e

memorização de conteúdos, realização de exercícios repetitivos, tudo sem considerar o contexto e o significado para o aprendiz, transformando-o em um elemento totalmente passivo e subordinado no processo educacional. Esta forma de ensinar, considerada como paradigma instrucionista ou ensino tradicional, está presente na maioria de nossas escolas e, conseqüentemente, tem reflexos na formação dos trabalhadores.

Na empresa, a formação dos trabalhadores está pautada nos mesmos métodos, muito pouco eficientes para o ensino que incluem seminários, visitas à fábrica, aulas expositivas, entre outros. A avaliação é feita por meio de exames escritos, entrevistas, observação direta da participação nas atividades de formação desenvolvidas, fora do ambiente real em que o trabalhador está atuando.

Assim, as empresas precisam procurar meios para capacitar o trabalhador a essa nova realidade. É preciso repensar os programas de treinamento tradicionais buscando novas ferramentas e metodologias, transformar o local de trabalho em um ambiente de aprendizado¹ contínuo, reconceituar os papéis dos operários e gerentes para que possam se tornar parceiros na construção de conhecimento e formular estímulos para as pessoas criarem e participarem de ambientes de indagação. Com isto, ocorrem mudanças tanto na qualificação do trabalhador, como nas relações e no ambiente de trabalho.

Outro aspecto muito importante é acompanhar as mudanças na maneira que o trabalho é realizado na fábrica como conseqüência do processo de formação, verificando as contribuições da capacitação para a empresa. Portanto, tão importante quanto a formação do trabalhador é também a avaliação do seu impacto para a organização. Neste sentido, Ricci (1996) salienta também que um dos grandes erros evidenciados durante a implantação das normas de qualidade é o não acompanhamento da eficácia dos treinamentos realizados. Isto poderia garantir às empresas verificar se as atividades

¹ Por ambiente de aprendizagem se entende como o espaço e tempo sócio-histórico-cultural em que se viabilizam, intencionalmente ou não, a construção dos novos conhecimentos (F. J. Almeida, 1999, p. 69). Ele é criado para promover a interação entre todos os seus elementos, propiciando o desenvolvimento da autonomia do aluno e a construção de conhecimentos de diversas áreas do saber, por meio da busca de informações significativas para a compreensão, representação e resolução de uma situação-problema (M. A. B. Almeida, 1999b).

desenvolvidas realmente estão repercutindo na aprendizagem dos trabalhadores e se refletindo em expressivos resultados operacionais.

Por outro lado, a própria AIAG – *Automotive Industry Action Group*, empresa representante oficial das montadoras de automóveis e responsável pela norma QS-9000, não possui claro como avaliar os resultados do processo de formação². Ela tem como sugestão que a eficácia dos treinamentos seja medida apenas por meio de questionários ou entrevistas direta com os trabalhadores envolvidos. Entretanto, como poderá ser observado posteriormente, em um estudo de caso, um funcionário que não foi aprovado em um teste teórico é considerado, por seus superiores, como um eficiente trabalhador. Assim, esta forma de medir a eficácia não é suficiente para uma avaliação que, segundo a própria norma, provem de um assunto estratégico para a empresa.

O desafio então é descobrir novos métodos e ferramentas para promover a aprendizagem organizacional (Stata, 1997), que tem sido tradicionalmente definida como um processo pelo qual trabalhadores criam e/ou usam novos conhecimentos e *insights* que resultam em uma mudança de procedimento e ações. Ela deve compreender os domínios cognitivos, afetivos/emocionais e psicomotores (Marquardt, 1996) e deve estar fundamentalmente baseada na tecnologia, segundo a pesquisa “*Annual Survey of Corporate University Future Directions*” (Meister, 1999) realizada anualmente pela *Corporate University Xchange, Inc.*³. As corporações que responderam a esta pesquisa, prevêm que, já no início do milênio, mais de 50% de toda aprendizagem nas empresas ocorrerá via tecnologia.

Com esta perspectiva, o Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED da Unicamp está envolvido em um trabalho pautado no desenvolvimento de software com estética

² O site www.asq.org/standcert/qs-9000/sancl.html, mantido pela *American Society for Quality Control* – ASQC, contém todas as informações sobre a norma QS-9000. Periodicamente, as informações são atualizadas com as novas interpretações sancionadas pela AIAG. O documento emitido pela AIAG é acumulativo, ou seja, a cada nova versão, as interpretações sancionadas anteriormente são mantidas no novo texto.

³ A edição desta pesquisa já está disponível em www.corpu.com, página na Internet da *Corporate University Xchange, Inc.*

Construcionista para capacitação de trabalhadores de empresas Enxutas (M.A.F., Borges, 1997; Fernandes, Furquim & Baranauskas, 1996; Valente, 1997a; Valente, Mazzone & Baranauskas 1997a; Valente, Mazzone & Baranauskas, 1997b; Valente & Schlünzen, 1999). O software com estética Construcionista (Papert, 1994) caracteriza-se pela formalização, explicitação e construção do conhecimento por meio do computador. Ele vai ao encontro do processo de ensino-aprendizagem com a criação de situações que permitem ao trabalhador resolver problemas reais e aprender com o seu uso e da experiência com os conceitos envolvidos no problema. O aprendizado acontece por meio do fazer, do colocar a “mão na massa” (Valente, 1997b), que se assemelha às atividades cotidianas da fábrica, pois envolvem o trabalhador diretamente na construção do seu conhecimento, por meio da definição, representação, armazenamento e execução no computador da solução do problema, segundo o seu entendimento. Isto requer a descrição da solução do problema, uma reflexão sobre os resultados obtidos e uma depuração dos erros cometidos. A aprendizagem então ocorre em um processo cíclico de descrição-execução-reflexão-depuração-descrição (Valente, 1993).

Assim, com base na abordagem construcionista, importantes características poderão ser contempladas como contexto autêntico, *feedback* imediato, controle do processo de aprendizagem pelo trabalhador, facilidade para detecção e correção de erros, ambientes de aprendizagem mais realísticos e personalizados. Por outro lado, a construção de ambientes com estas características deve ser fundamentalmente realizada de acordo com as necessidades das empresas e projetados com a participação integral do trabalhador, firmemente norteadas por suas experiências. Estas características vão ao encontro a definição de um ambiente que promove a aprendizagem organizacional e que deve acomodar os estilos de aprendizagem, as diferentes velocidades e necessidades, permitindo ainda a formação contextualizada do trabalhador.

Para a definição do ambiente computacional, para a construção e a validação de uma metodologia de formação de recursos humanos em empresas Enxutas, o campo de trabalho foi a empresa Delphi Automotive Systems, na divisão Harrison Thermal

Systems da cidade de Piracicaba – SP e que será identificada de agora em diante como Delphi-Harrison.

Esta empresa surgiu nos Estados Unidos com os problemas com super-aquecimento em veículos e que levaram Herbert C. Harrison a iniciar sua empresa em 31 de agosto de 1910, conhecida como Harrison Radiator Company, localizada na cidade de Lockport, estado de Nova York. Em 1918, a empresa se incorporou a *General Motors Corporation* como uma divisão de montagem de componentes. Com o passar dos anos, a empresa cresceu rapidamente e em 1954 desenvolveu o primeiro sistema de ar condicionado montado em um compartimento do motor, tornando-se pioneira na fabricação deste sistema para automóveis.

Em 1999, a Delphi Automotive Systems separou-se da *General Motors* e se constituiu novamente como uma empresa independente. Isto se deu, principalmente, como uma estratégia para poder fornecer com maior liberdade seus produtos não apenas para a *General Motors*, mas também para outras companhias no mundo.

Atualmente, a divisão *Harrison Thermal Systems* é uma importante produtora de sistemas de arrefecimento de motores e de controle climático de veículos, com fábricas nos Estados Unidos, Canadá, França, Itália, Japão, Coréia do Sul, Venezuela e Brasil e faz parte do grupo de divisões que formam a *Delphi Automotive Systems*, a maior empresa de autopeças do mundo.

Hoje, equipa não só os veículos da *General Motors* em todo o mundo, mas também prestigiosas marcas como Fiat, Volvo, Saab, entre outras. Só nos Estados Unidos, 87% dos carros e caminhões da GM são equipados com um sistema de ar condicionado da Delphi-Harrison.

Em 1990, começou a ser implantada a fábrica da cidade de Piracicaba – SP, com a finalidade de melhor servir o mercado da América do Sul. Em 1991, ela entrou em

operação com a produção de ar condicionados para a Fiat. Também neste ano, iniciava-se a produção de radiadores para a *General Motors* do Brasil.

No início de 1992, foi classificada entre as dez melhores empresas que participaram do Prêmio Nacional de Qualidade e, finalmente em 1997, conquista o certificado QS 9000, certificação de qualidade exclusiva para a indústria automobilística (Ricci, 1996).

Hoje, a Delphi-Harrison possui 124 funcionários (operários) em Piracicaba produzindo módulos de ar condicionado, radiadores e condensadores com qualidade comparável aos melhores do mundo. Destes 124 trabalhadores, 71% possuem segundo grau completo e quase 30% deles fizeram ou estão fazendo curso superior.

Além da preocupação com a qualidade de seus produtos, a Delphi-Harrison institui uma filosofia de trabalho nos moldes do paradigma Enxuto de produção, com um envolvimento direto e participativo dos funcionários nas decisões administrativas e em outras atividades. Existe um programa de integração e um revezamento de funções entre eles, eliminando assim uma hierarquia fixa ou definida em nível operacional. Nas células de trabalho, os próprios operadores decidem quem faz o quê e os resultados a serem atingidos, baseando a sua organização do trabalho na:

- a) Crescente importância da inspeção visual de peças e materiais que chegam aos postos de trabalho;
- b) Retirada de postos de controle de qualidade, crescente delegação de normas e procedimentos de inspeção de qualidade aos operários;
- c) Introdução do Controle Estatístico de Processos – CEP;
- d) Responsabilidade por detecção e solução de problemas;
- e) Preparação e ajuste de equipamentos pelos funcionários;
- f) Decisão sobre o fluxo produtivo;
- g) Rodízio de atividades;
- h) Responsabilidade por atividades de manutenção rotineiras.

O trabalho de formação desenvolvido na Delphi-Harrison é feito baseado em três tipos de treinamento:

- Organizacional: Integração, procedimental;
- de segurança;
- e de trabalho.

O treinamento organizacional é basicamente aquele feito quando da admissão do trabalhador na empresa; uma maneira também de dar boas vindas. Este tipo de treinamento visa a integração do trabalhador na rotina da fábrica, nos regulamentos da companhia e a sua atenção a alguns procedimentos básicos que devem ser seguidos para o bom andamento das atividades. De forma geral, os cursos de treinamento organizacional são variados, mas todos têm o objetivo comum de dar aos novos trabalhadores uma visão geral da corporação e de suas atividades. As questões de segurança como uso de equipamentos, procedimentos em caso de acidentes, organização de comissões de segurança, entre outras, são tratadas nos treinamentos de segurança. Por fim, os treinamentos de trabalho são aqueles que tratam de assuntos relacionados diretamente com as atividades de produção. Por exemplo, instruções de operação de máquinas, sistema de qualidade, registros e medições na fábrica, ações corretivas e preventivas, entre outros.

Considerando estas três modalidades de treinamento, os cursos de formação que são oferecidos na Delphi-Harrison podem ser internos ou externos. Os internos são aqueles ofertados pela própria empresa e realizados nas suas dependências. Os cursos externos são aqueles que são realizados fora da empresa e sob responsabilidade de outra instituição.

Com este panorama, o Departamento de Recursos Humanos coordena estas atividades e todas as suas funções estão sintetizadas no fluxograma da Figura 1.1. As avaliações são feitas por meio de um formulário que pode ser encontrado no Anexo D, que o funcionário preenche segundo quatro indicadores de eficiência: qualidade, custo, rapidez, excelência. Ele deve escolher quais são os critérios a serem considerados dentre aqueles que

comparecem no formulário. Feita a escolha, ele é responsável pelo preenchimento dos campos que descrevem a sua situação antes de ir para o treinamento. Com o fim do treinamento, ele preenche o campo relacionado ao depois, isto é, qual é a sua avaliação quanto as contribuições que o treinamento trouxe para a sua formação profissional. Em seguida, tudo é assinado pelo treinando e por seu supervisor na fábrica, que teoricamente verifica se o que foi relatado corresponde a verdade, principalmente quanto a seu desempenho nos postos de trabalho. Este tipo de avaliação é realizada tanto nos cursos internos quanto nos externos.

DELPHI
Automotive Systems

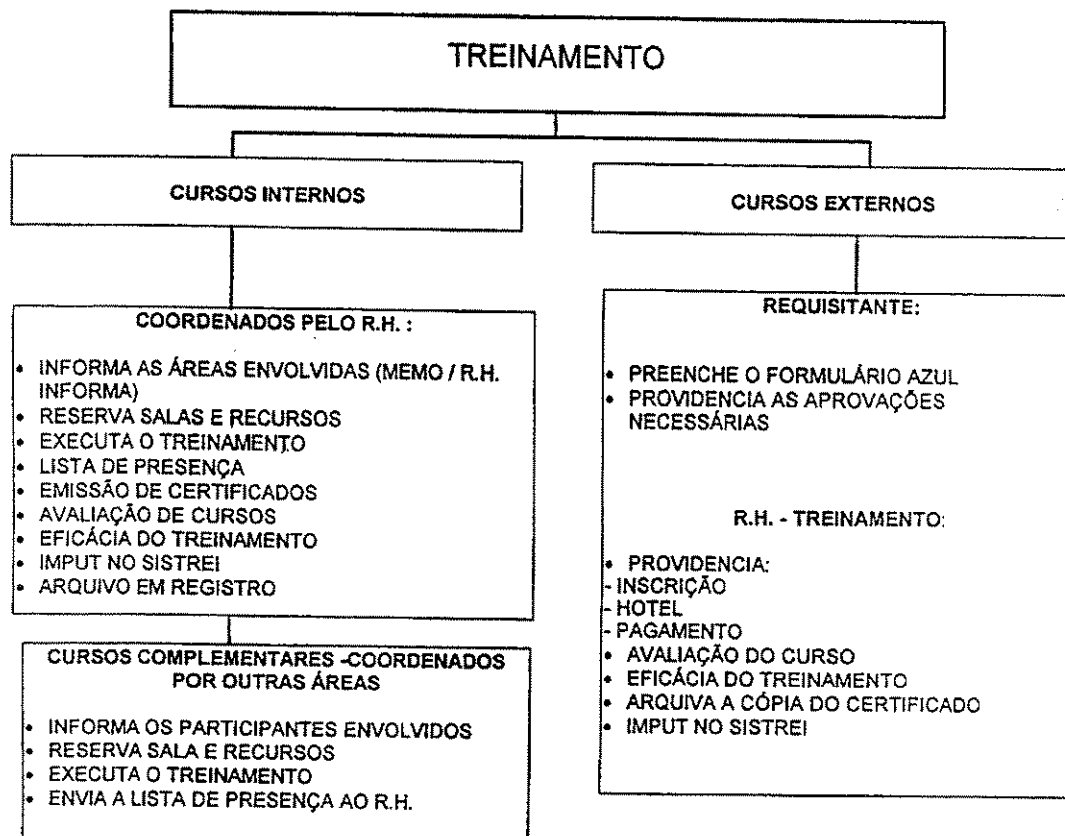


Figura 1.1 – Fluxograma das Funções do Departamento de Recursos Humanos

Fonte: Departamento de Recursos Humanos da
Delphi Automotive Systems

Finalmente, para cada funcionário é mantida uma ficha de controle e tudo é arquivado no Departamento de Recursos Humanos em um sistema de banco de dados denominado SISTREI.

Com a participação em alguns cursos de treinamento e com as visitas realizadas a diversos setores, principalmente ao Departamento de Recursos Humanos, foi possível constatar alguns pontos que certamente foram importantes para um diagnóstico mais preciso dos programas de formação na Delphi-Harrison:

- O Departamento de Recursos Humanos mantém as informações sobre os cursos de formação. Os cursos são programados por este Departamento ou pela fábrica, que definem os conteúdos, datas, avaliações, etc. O plano de treinamento é cumprido normalmente *in job* e as avaliações são feitas internamente. Ao término de cada curso, é fornecido ao Departamento de Recursos Humanos o nome do curso realizado, a lista de presença e as avaliações realizadas.
- A avaliação é feita em cima de provas teóricas que o funcionário responde em diversos momentos, algumas vezes no início do curso, em outras no final. A avaliação pautada no preenchimento do formulário do Anexo D pode não ser significativa, uma vez que, quem o preenche é o próprio funcionário. Neste tipo de avaliação, é difícil saber onde entra o acompanhamento na prática e qual o papel do instrutor e do coordenador da fábrica. Além disso, deveria existir um acompanhamento na fábrica para medir os resultados provenientes do curso. No entanto, como este acompanhamento nem sempre é realizado, o processo de avaliação pode ficar comprometido.
- Existe uma preocupação em fazer com que cada funcionário, sem exceção, participe dos treinamentos com a finalidade de cumprir requisitos para as

exigências dos órgãos de certificação de qualidade⁴. A avaliação parece ficar em segundo plano, uma vez que nem sempre é feito o preenchimento do formulário do Anexo D.

- Os cursos são normalmente de curta duração, com exposição teórica e dialogada e o aspecto tempo parece ser um comprometedor do processo de formação, uma vez que os funcionários geralmente participam dos cursos em hora-extra.

- Em alguns cursos, não houve uma avaliação no final, apesar do questionário possuir dois campos superiores que indicam inicial e final. O instrutor, quando questionado sobre um possível esquecimento da avaliação final, afirmou que, com uma observação rápida no questionário inicial, era possível perceber que a grande maioria já conhecia bem os conceitos abordados.

Este cenário na Delphi-Harrison pode ser muito bem relacionado com o sistema educacional vigente e que não prepara o profissional para atuar no novo paradigma de produção. Ele não estimula o pensamento crítico, a criatividade, não gera ambientes alternativos para descobertas técnico-científicas e não favorece o desenvolvimento de trabalhos cooperativos. É preciso formar indivíduos intelectual e humanamente competentes e para isso o paradigma educacional deve ser revisto. Neste sentido e pelo panorama apresentado, a Delphi-Harrison se mostrou um campo de trabalho ideal para o desenvolvimento da investigação.

Além disso, optamos por abordar os conceitos de Controle Estatístico de Processos – CEP por ser um problema gerencial crítico, cuja necessidade imediata foi identificada e sugerida pela administração da Delphi-Harrison, uma vez que existia ainda dificuldades para a implementação do Sistema de Qualidade, onde o CEP faz parte dele. Os gerentes justificaram estas dificuldades em termos de deficiências educacionais da força de trabalho, o que vem de encontro a uma avaliação geral de que os trabalhadores têm

⁴ Para a obtenção e manutenção do certificado QS9000, o item 4.18 (ver Ricci, 1996: pg 117) declara a questão “treinamento” como estratégica para a certificação.

dificuldades em entender claramente os conceitos que são utilizados nas técnicas de Controle de Qualidade (Fleury & Fleury, 1997).

Com este cenário, para construir e validar a metodologia de capacitação e avaliação dos trabalhadores, foi utilizado um software Construcionista, denominado Jogo do Alvo (Baranauskas, 1998; Schlünzen, 1999), que é um ambiente computacional que utiliza um “Tiro ao alvo” como metáfora, uma vez que as metáforas e analogias são usadas com frequência nos diálogos entre os membros das equipes nas empresas e elas servem como um importante meio de expressão (Nonaka & Takeuchi, 1997).

O Jogo do Alvo é um jogo computacional para promover a aprendizagem de conceitos e técnicas de CEP. A posição dos tiros no alvo vai gerar um conjunto de valores que são utilizados para se obter os valores das amostras das cartas de controle. O jogo permite que o usuário seja capaz de testar diferentes disposições e avaliá-las, associando-as com diversas situações de fábrica, criando um rico ambiente de aprendizagem, onde o trabalhador pode testar suas idéias e compartilhá-las com a fábrica.

A metodologia de capacitação e de avaliação construída, considerando o uso de um software construcionista, propõe que a formação dos trabalhadores seja feita pelos próprios trabalhadores, ou seja, por quem está no contexto, vivendo os problemas do dia-a-dia. Isto favorece a formação de uma cultura de aprendizagem, pois os trabalhadores têm a responsabilidade sobre a sua própria aprendizagem e também pela aprendizagem dos outros. A cultura do local de trabalho é voltada para que os trabalhadores possam ensinar, bem como, aprender com os outros trabalhadores, o que vem ao encontro às idéias de Meister (1999, pp 21):

“... o objetivo é criar uma cultura de aprendizagem contínua, em que os funcionários aprendam uns com os outros e compartilhem inovações e melhores práticas com o objetivo de solucionar problemas empresariais reais”.

Os resultados alcançados com esta investigação mostraram importantes contribuições para a aprendizagem de trabalhadores em empresas Enxutas e que se refletiram em expressivos resultados operacionais da empresa e no início da criação de uma cultura de aprendizagem nas linhas de produção. Estes resultados foram avaliados considerando não apenas os aspectos cognitivos, mas também os procedimentais, os de desempenho da fábrica e os afetivos e emocionais.

Assim, esta pesquisa visa desenvolver uma proposta metodológica de formação e de avaliação de trabalhadores que usa o computador com a abordagem Construcionista contextualizada e que pretende promover a aprendizagem na organização, uma vez que a habilidade de uma organização atualmente não é medida pelo que ela sabe – produto da aprendizagem, mas antes como ela aprende – o processo de aprendizagem (Malhotra, 1996). A mudança na cultura da empresa é importante, pois na organização que aprende a sua cultura é aquela na qual a aprendizagem é reconhecida como absolutamente crítica para o sucesso da corporação (Marquardt, 1996).

Esse documento, dividido em oito capítulos, é fruto de uma trajetória na qual se construiu e se validou uma metodologia para a capacitação e avaliação de trabalhadores, utilizando um software com abordagem construcionista. Esse percurso possibilitou anos prazerosos de estudo, de convivência com o mundo acadêmico e, ao mesmo tempo, com o empresarial. Anos de muito aprendizado que permitiram reconhecer a riqueza da parceria universidade-empresa.

Portanto, o capítulo 2 fornece uma visão geral dos modelos de organização industrial, com especial ênfase no sistema Enxuto de produção, considerando a importância da formação dos trabalhadores e da aprendizagem em cada um desses modelos.

O capítulo 3 apresenta os aspectos relacionados com a formação de recursos humanos nas empresas, mostrando um panorama geral do assunto. Neste capítulo, enfatiza-se a questão da aprendizagem nas organizações, com a definição do ambiente e de uma cultura de

aprendizagem, bem como, do uso das novas tecnologias e do computador no processo de formação de trabalhadores.

A construção de software construcionistas, associada ao uso de metáforas e ao *design* centrado no aprendiz são discutidos no capítulo 4, sendo ilustrada com alguns exemplos de ambientes construcionistas com estas características.

O entendimento dos aspectos teóricos sobre o processo de capacitação nas empresas e uma vivência constante no ambiente de fábrica, contribuiu para a construção de uma metodologia de capacitação e de avaliação da aprendizagem de trabalhadores em empresas Enxutas e cuja proposta metodológica é estabelecida no capítulo 5.

A descrição do ambiente computacional utilizado e os aspectos relacionados com a sua implementação são apresentados no capítulo 6, o qual também fornece uma visão funcional e detalhada de seus recursos.

O capítulo 7 relata os resultados e as observações coletadas durante as visitas na fábrica e nos programas de capacitação de seus trabalhadores, considerando a metodologia construída.

No capítulo 8, são apresentadas as conclusões do trabalho e do seu impacto no processo de formação de recursos humanos em empresas Enxutas, nas transformações da cultura da empresa Delphi-Harrison e sua implantação, com base na utilização do software com abordagem Construcionista. Nele também são traçadas algumas perspectivas de trabalhos futuros, como a sugestão de formação a distância de trabalhadores; a utilização do mesmo ambiente de capacitação no ambiente real de fábrica; a utilização de uma árvore de conhecimento para análise de dados multidimensionais e o início da criação de uma memória organizacional por meio dos software construcionistas utilizados na capacitação.

Capítulo 2 – Modelos de Organização Industrial

Para se entender melhor como a aprendizagem tornou-se importante e estratégica dentro de uma empresa e, conseqüentemente, todo o processo de formação de recursos humanos, este capítulo irá apresentar historicamente os modelos de organização industrial, focando principalmente a gestão da aprendizagem em cada um deles e as transformações que levaram os empregadores a gastar cerca de 5% do Produto Nacional Bruto (PNB) na educação continuada dos seus empregados (Drucker, 1993). O conhecimento tornou-se o verdadeiro capital das economias desenvolvidas, com as empresas americanas aplicando tanto dinheiro e empenho na educação e treinamento de seus empregados quanto todas as faculdades e universidades do país somadas (Drucker, 1989).

No entanto, para se compreender todo este cenário, é preciso mostrar as transformações que ocorreram no processo produtivo nas empresas. Passou-se de um sistema de produção artesanal, que funcionou até o início do século, para um sistema de produção em massa, idealizado por Henry Ford, por volta de 1913. Nos anos 50, as marcas de um novo paradigma de produção, originado na *Toyota Motor Company*, denominado produção Enxuta ou *Lean Production*, começaram a surgir, com a valorização do trabalho em equipe, da comunicação e, principalmente, com o uso eficiente dos recursos, alicerçando-se em uma busca contínua por melhorias e, com isso, uma valorização da aprendizagem de seus trabalhadores.

2.1 – Sistemas de Produção Industrial

A indústria mundial, em especial a indústria automobilística, passou neste século por uma série de transformações envolvendo todo o seu processo de produção e de administração.

Notadamente, passou-se de um sistema artesanal de manufatura à um sistema de produção em massa por volta de 1913 (Womack, Jones & Roos, 1990).

No sistema artesanal, todo o conhecimento sobre o produto e sobre o processo eram dominados e integrados em uma pessoa. O artesão projetava e confeccionava os produtos geralmente com auxílio de aprendizes que mais tarde davam continuidade ao ofício com as habilidades e conhecimentos adquiridos.

Entretanto, o sistema de produção em massa, proposto por Henry Ford, vinha a solucionar uma série de problemas da produção artesanal, entre eles: custos altos, volume de produção baixíssimos, problemas de confiabilidade e durabilidade.

A indústria baseada em um sistema de produção em massa tomava forma no início do século e revolucionava a forma de produzir, apresentando como características: custos menores, durabilidade de projetos e materiais, maquinário preciso e dedicado, uma incrível organização da força de trabalho, entre outras.

Ao contrário do que se pensa, o sistema de produção em massa de Ford não se caracteriza apenas pela linha de produção em contínuo movimento, mas também em decompor o processo de produção em um completo e intercambiável conjunto de partes que, quando montadas, formam o produto. Com isso, apresentava uma incrível divisão de trabalho sendo levada às últimas consequências, com intuito de reduzir esforço físico e mental do trabalhador. Assim, o montador de uma linha de produção Fordista tinha apenas uma tarefa, por exemplo, ajustar um ou dois parafusos ou, talvez, colocar uma roda em cada carro. Não era sua função ajustar ferramentas, reparar equipamentos, solicitar peças, inspecionar a qualidade ou mesmo entender do que realmente estava fazendo e o que isto significava para o processo industrial. Muito pelo contrário, mantinha a sua cabeça baixa, criando-se o conceito de trabalhador não habilitado, que não necessita entender do processo de produção (Womack, Jones & Roos, 1990). Na verdade, ele tinha que deixar a sua capacidade de pensar na porta de entrada da empresa.

Ford aliou este sistema aos estudos de Taylor (Wilentz, 1997) sobre os movimentos de uma atividade produtiva e a capacidade de analisá-los e torná-los organizados para com isto minimizar o tempo total da atividade (Fleury & Fleury, 1997).

Esta metodologia foi denominada “Princípios da Administração Científica”, onde o instrumento básico era o cronômetro e que desenvolvia um estudo sobre tempos e métodos, com a medição do tempo de cada movimento, decompondo assim o processo produtivo em um conjunto de movimentos ou de ações.

Cabia então ao operário a função restrita e exclusiva de realizar estes movimentos sem precisar de conhecimento sobre o processo e sobre o produto. A sua inteligência e comunicação eram totalmente desnecessárias e a coordenação total ficava nas mãos dos engenheiros e da administração superior. O treinamento era visto como a preparação de trabalhadores para executar tarefas planejadas e decididas por outros (Valle, 1997).

Com tal concepção de trabalho, um operário precisava de poucos minutos de treinamento, uma vez que a tarefa a ser realizada era muito simples e não havia compromisso algum em detectar e passar informações sobre as condições operacionais, quer com relação ao ferramental utilizado, quer com o processo de produção.

Certamente, alguém precisava pensar neste ambiente, por exemplo, como encaixar cada uma das peças da linha de montagem. Esta tarefa era exercida por uma profissão recém criada: a de engenheiro de produção ou engenheiro industrial. Os engenheiros assumiram a desagradável tarefa de classificar, tabular e reduzir o conhecimento e o aprendizado em regras e fórmulas, aplicando-as ao trabalho nas fábricas (Nonaka & Takeuchi, 1997).

Além deste profissional, havia a necessidade de um outro para verificar a qualidade do que foi produzido. Como a qualidade não era inspecionada pelo operário no decorrer da linha de produção, um trabalho mal feito, com esta estrutura, só era descoberto no final da linha de montagem, onde um grupo de trabalhadores realizava os reparos.

Neste sistema, enquanto um engenheiro poderia seguir carreira na empresa, o trabalhador de “chão de fábrica” poderia chegar no máximo a supervisor, o que caracterizava ainda mais o ambiente nada motivador.

A reversão deste modelo fragmentado e desintegrado veio a partir da metade do século XX, com o desenvolvimento de uma nova forma de produção de bens, originalmente implantada na *Toyota Motor Company* e que evidentemente está revolucionando novamente a indústria mundial. Consegue-se com este sistema, não apenas produtos com custos baixos, mas também com impressionáveis índices de qualidade. A base do Sistema de Produção da Toyota é a absoluta eliminação do desperdício (Ohno, 1978) e por isso é conhecido como Produção Enxuta ou *Lean Production*.

A palavra Enxuto, traduzida do termo inglês “*Lean*”, significa acabar com o desperdício de trabalho, energia, tempo, dinheiro e materiais em empresas (Mazzone, 1995), originando uma guerra contra perdas, um compromisso de fabricar produtos de qualidade perfeita com redução de custos e com um nível sem precedentes de envolvimento de todas as pessoas em todos os níveis de decisão.

Na *Toyota*, os dados sobre a produção de automóveis mostram que ela leva a metade do tempo para montá-los em comparação às empresas que não utilizam o sistema Enxuto. O número de defeitos é um terço inferior e o espaço de montagem por carro significativamente inferior. Além disso, o estoque de peças é, em média, de duas horas, em contrapartida às duas semanas em empresas com sistema Fordista de produção. As diferenças no desenvolvimento de produtos também são grandes: consome-se apenas a metade do tempo gasto no trabalho de engenharia e um terço no tempo de desenvolvimento (Womack, Jones & Roos, 1990).

Nenhuma empresa investiu tanto no desenvolvimento e refinamento da organização para a aprendizagem e inovação quanto a Toyota (Fleury & Fleury, 1997). Em uma entrevista, o presidente da Toyota, disse: “*Uma das características dos operários japoneses é que eles usam o cérebro, bem como as mãos. Os nossos operários oferecem 1,5 milhões de*

sugestões por ano e 95% delas são colocadas em prática. Existe um interesse quase tangível pelo melhoramento contínuo no ar na Toyota” (Imai, 1990, p. 14).

Os resultados obtidos com este sistema inegavelmente superam todos os alcançados com os demais sistemas de produção, que atualmente se encontram em colapso, com operários desmotivados, linhas de produção inflexíveis, estrutura administrativa extremamente carregada e desarticulada, elevados custos de produção e desenvolvimento.

Entretanto, a implantação de um sistema Enxuto em uma empresa requer uma série de transformações que não apenas envolvem modificações estruturais, organizacionais e de relacionamento externo, mas também a forma de pensamento e de comportamento de todos os funcionários. Neste sistema, os trabalhadores assumem a responsabilidade sobre a produção, participando ativamente e coletivamente do processo, buscando o aperfeiçoamento constante. Implanta-se a figura do operário dinâmico, criativo e inteligente que não é apenas mais um elemento do sistema de produção, onde o fazer não é mais suficiente. É de extrema importância compreender o que se faz (Valente, 1999a). A sensação de finalidade no trabalho é implantada em contraposição a um grande contingente de operários no modelo Fordista/Taylorista vagando com suas mentes distantes da real função que ocupam.

2.2 – O Sistema Enxuto de Produção

Não se pretende aqui discutir os caminhos históricos que levaram o Japão a alcançar o estágio atual de industrialização e o seu modelo de organização, muito menos os aspectos político-econômicos que impulsionaram todo o desenvolvimento japonês. O mais importante é apresentar os elementos que compõem a sistema Enxuto de produção e como eles estão relacionados com a questão da aprendizagem, uma vez que, neste paradigma, o foco da aprendizagem está no processo de produção.

Assim, dentro de uma empresa Enxuta, a origem de tudo compreende o entendimento e a aplicação de alguns elementos como: *Kaizen* (Imai, 1990), *Just-in-Time* (Imai, 1990; Womack, Jones & Roos, 1990), Controle Total de Qualidade - CTQ (Imai, 1990; Womack, Jones & Roos, 1990) e *Kanban* (Moura, 1989). Todo este conjunto faz parte do novo conceito que se tem de administração e produção industrial e que é sucesso na Toyota Motor Company e em muitas outras empresas, onde não há dúvidas que as empresas que adotam alguns dos princípios e técnicas do sistema Enxuto têm se tornado mais competitivas em relação às demais (Ruas, Antunes & Roesse, 1993).

2.2.1 – *Kaizen* e Controle Total de Qualidade

Kaizen é uma das palavras mais comumente usadas no Japão e é um conceito importante da administração japonesa. Ela significa melhoramento contínuo, envolvendo todas as pessoas em uma empresa, desde a alta administração até os operários. O termo melhoramento nas indústrias ocidentais normalmente se referem a equipamentos e não a elementos humanos. No entanto, investir no *Kaizen* significa investir nas pessoas, exigindo muito esforço e compromissos contínuos, o que requer um comprometimento com a aprendizagem (Garvin, 1993). A capacitação e a avaliação da aprendizagem, envolvendo habilidades interpessoais, capacidade de resolver problemas e o desempenho em *Kaizen*, são de extrema importância para o sucesso do sistema Enxuto (Wood, 1993).

No contexto da empresa, *Kaizen* gera um pensamento orientado para os processos, já que estes devem ser melhorados para que se consiga melhores resultados. Não são os produtos, mas os processos criadores dos produtos que trazem sucesso às empresas a longo prazo (Hammer & Champy, 1994).

A incorporação da qualidade nas pessoas significa ajudá-las a se tornarem cientes do *Kaizen* (Imai, 1990), o que implica também na mudança de paradigma, ou seja, a qualidade não está mais no produto, mas sim nas pessoas, pois a qualidade do que se produz é mera consequência. Esta mudança acaba refletindo também no ambiente de

trabalho, na casa do trabalhador, na comunidade onde vive e na sociedade em geral. Ela incute a cultura, os valores, as tradições e a visão da empresa em todos os níveis de funcionários, criando uma cidadania corporativa (Meister, 1999), como pode ser exemplificado por meio do relato da diretora do *Chicago Hospital*:

“Nossa visão foi desenvolver um ambiente no qual os nossos funcionários pudessem aprender a ser bons cidadãos. Para nós, ser um bom cidadão significa mais do que apenas desempenhar as tarefas do cargo. Um bom cidadão age como se fosse o dono da empresa, deseja a satisfação dos clientes, sabe que essa satisfação vem do modo como um trabalho é realizado e assume a responsabilidade de lutar continuamente para melhorar o seu trabalho” (Meister, 1999: pp 94).

Isto reforça a necessidade de investimento crescente e constante na formação dos trabalhadores e, conseqüentemente, na promoção da aprendizagem.

Neste contexto, um dos caminhos para a prática do *Kaizen* é o Controle Total de Qualidade (CTQ). No Controle Total de Qualidade a preocupação básica é a qualidade das pessoas e não apenas a análise de estatística de dados. O pensamento orientado ao processo indica que se deve fazer verificações com os resultados, grupos dentro da empresa se envolvem no controle da qualidade e um fortíssimo sistema de sugestões é implantado, obtendo-se inúmeras contribuições.

O controle de processos é exercido por meio de um ciclo, denominado PDCA (Planeje – Execute – Verifique – Aja)¹ (Imai, 1990; Werkema, 1995), ilustrado na Figura 2.1 que envolve uma série de atividades:

- Planejar: Esta etapa consiste em estabelecer metas e os respectivos métodos para alcançá-las;

¹ PDCA é a sigla em inglês para *Plan-Do-Check-Act*.

- Executar: Colocar as tarefas em execução exatamente como foi previsto na etapa de planejamento e coletar os dados para a próxima etapa de verificação;
- Verificar: Com os dados coletados, é necessário comparar o resultado alcançado com a meta planejada;
- Agir: No caso de algum problema ou resultado insatisfatório, alguma medida deve ser tomada para ser incorporada na fase de planejamento no sentido de melhoramento.

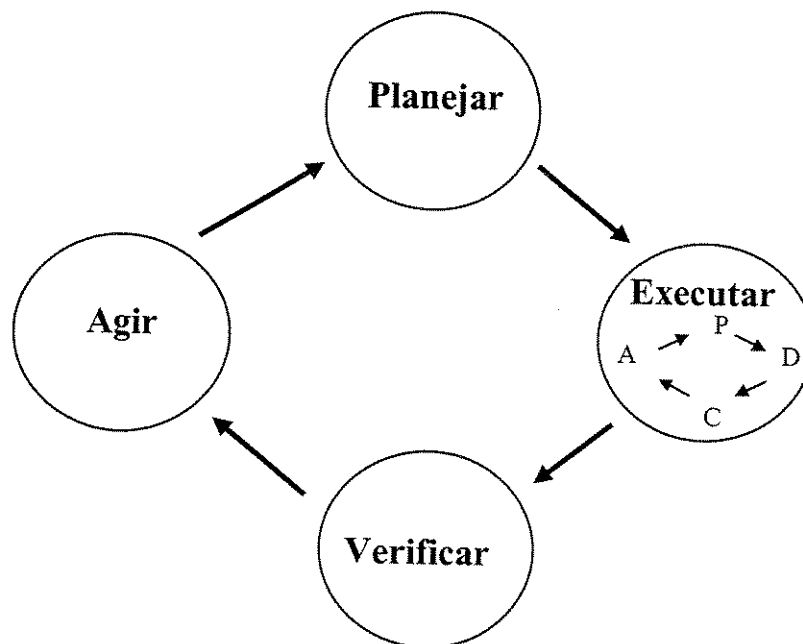


Figura 2.1 – O Ciclo PDCA

Fonte: Imai, 1990

As atividades dos grupos de controle de qualidade que são implementados na empresa levam os seus membros a estarem envolvidos constantemente com o processo de resolução de problemas e de tomada de decisões. Assim, o estágio “Executar” do ciclo PDCA possui o seu próprio ciclo PDCA. Este novo ciclo dentro deste estágio implementa um poderoso sistema de sugestões que são colocadas em prática e que trazem sensíveis contribuições para o processo produtivo em geral.

O ciclo PDCA é na realidade um método de gestão representando a trajetória a ser seguida para que as metas possam ser alcançadas. Na utilização do ciclo, é preciso empregar ferramentas para a coleta, o processamento e a apresentação das informações que poderão garantir o controle dos processos.

Uma das mais poderosas ferramentas amplamente utilizada nas empresas para garantir a qualidade dos processos produtivos é o Controle Estatístico de Processos - CEP (Automotive Industry Action Group – AIAG, 1997; Buzziol, 1995; Moreira, Perez & Fernandes, 1987; Senai, n.d.; Werkema, 1995). Ele é uma ferramenta estatística ideal, eficiente, segura e rápida para controlar e aperfeiçoar todos os processos na fábrica, o que permite aperfeiçoar a qualidade e a produtividade. Sua meta principal é reduzir a variabilidade das características que determinam o bom desempenho do produto. O CEP é um método estatístico preventivo de se comparar, continuamente, os resultados de um processo com os padrões, identificando, a partir de dados estatísticos, as tendências para as variações significativas, a fim de eliminá-las e controlá-las, com o objetivo de reduzi-las cada vez mais (Senai, n.d.). O CEP serve como uma técnica de apoio à identificação de problemas e da necessidade de tomada de ação por parte do trabalhador ou pela gerência.

As variações encontradas nos processos produtivos são decorrentes do fato de que nunca dois elementos produzidos são exatamente iguais. Estas variações na verdade são as maiores inimigas da qualidade, pois o ideal seria que todas as peças fossem iguais. É necessário trabalhar continuamente para tornar as variações cada vez menores. A variabilidade nos processos tem a influência de fatores como matéria-prima, mão-de-obra, meio-ambiente, máquina e métodos (5M's) e influenciam o resultado final.

Estas variações podem ser de dois tipos:

- Aleatórias: são intrínsecas ou inerentes ao próprio processo produtivo. Exemplo: Matéria-prima inadequada, equipamento obsoleto, treinamento insuficiente.

- Causais: quando o problema aparece por motivos acidentais ou localizados. Exemplo: Ferramenta com desgaste, descuido ou fadiga do operador, queda de energia elétrica.

As mudanças devem ser detectadas e rapidamente ações corretivas ou preventivas devem ser tomadas. Este controle sobre as características críticas² do produto só é conseguido por meio das cartas de controle, que são uma representação gráfica que permite a visualização do nível de variabilidade do processo.

Há duas classes principais de cartas de controle:

- por variáveis: são aquelas que se baseiam em medidas em uma escala contínua. Por exemplo: diâmetro (mm), pressão (psi).
- por atributos: são aquelas que se baseiam na presença ou não de um atributo. Por exemplo: presença ou ausência de trinca, presença ou ausência de folga.

Pelo fato de se ter somente cartas de controle por variável na Delphi-Harrison, será tratado este tipo de carta com mais detalhes. Um exemplo dela pode ser encontrado na Figura 2.2, onde é considerado o diâmetro KPC5 do módulo CRFM-1800³, medido em milímetros.

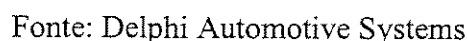
Como pode ser observado pela Figura 2.2, o trabalhador coleta as amostras⁴ do processo, faz as medições, anota na carta o valor medido, calcula a média e a amplitude dos valores medidos, marca o ponto na carta e identifica a necessidade de tomada de ações locais ou por parte dos coordenadores da fábrica.

² Características críticas são aquelas que possuem especificações que visam atender os anseios dos clientes e que se não forem seguidas podem comprometer o desempenho, a durabilidade ou a aplicabilidade do produto.

³ Modelo de radiador para os carros da *General Motors*.

⁴ Na Delphi-Harrison são medidas cinco peças por amostragem.

Ao projetar um produto, o projetista determina um valor nominal, um valor máximo e um valor mínimo, definidos como limites de especificação de projeto. Estes limites determinam as exigências mínimas para que o produto possa atender a finalidade para qual foi elaborado. Na Figura 2.2 estes valores estão definidos no campo especificação ($54,5 \pm 3,0$ mm), localizado no cabeçalho da carta.



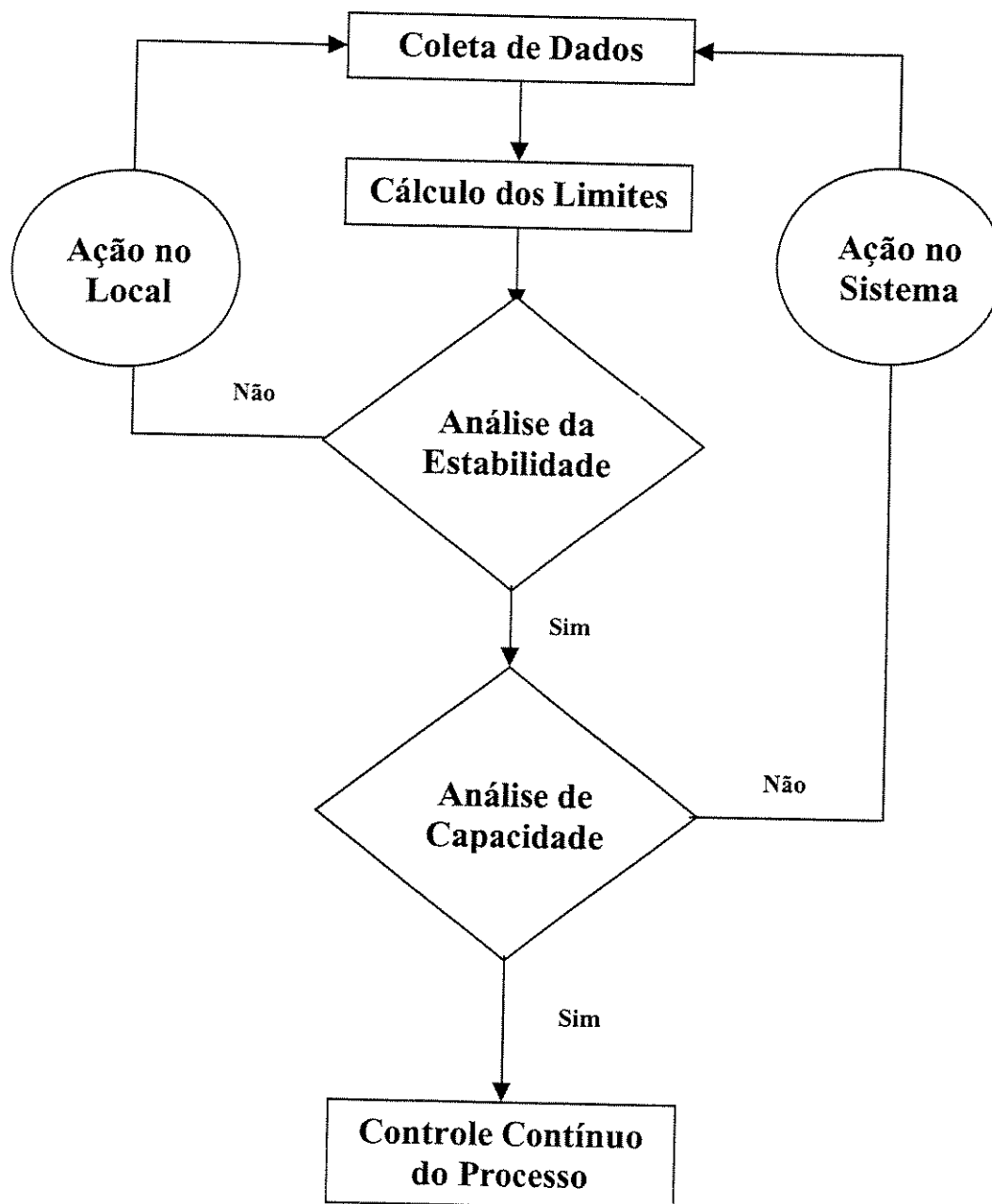


Figura 2.3 – Esquema Operacional de Controle de Processos

Fonte: Dorsey, Rocha & Associados, n.d.

Com o início da produção, a primeira carta de controle conterá apenas os limites de especificação e verifica-se se é possível atender às especificações do produto, ou seja, se é possível produzir dentro dos limites de especificação. A partir dela, serão calculados os

limites de controle para as cartas seguintes. Estes limites são calculados em função dos resultados do processo e são obtidos a partir dos dados coletados no processo, indicando se ele está sob controle estatístico. Todas as fórmulas para cálculo dos limites de controle e demais índices estatísticos podem ser encontradas no Anexo A.

Se as médias estiverem dentro dos limites de controle e o processo estiver produzindo peças com pouca variação de uma para a outra, não considerando a descentralização em relação a nominal, isto indicará que o processo está sob controle ou o processo é estável. Caso alguma média esteja fora dos limites, o processo está fora de controle ou instável e o operador deverá verificar e corrigir os problemas ou comunicar imediatamente a coordenação da fábrica, o que implica em uma ação no local ou no posto de produção.

O passo seguinte é a análise da capacidade do processo, uma vez que a estabilidade de um processo não tem nenhuma relação com sua capacidade de atender às especificações. Um processo estável não implica em um processo capaz e vice-versa. Estando o processo sob controle, ele deve ser avaliado quanto a capacidade de se produzir peças dentro das especificações, ou seja, se a distribuição das médias está centralizada em torno da nominal. Os índices estatísticos CP e CPK indicam quanto o processo é capaz de satisfazer as especificações do projeto, ou seja, de produzir dentro da tolerância, considerando que a variação natural do processo é normalmente definida como seis vezes o desvio padrão.

Um processo é **estável** e **capaz** quando os índices CP e CPK são iguais ou maiores que 1,33. Este valor indica que 99,994% das peças produzidas estão dentro das especificações, ou seja, a cada 1 milhão de peças produzidas, 60 estarão fora da especificação. O índice CP está relacionado com a capacidade do processo de produzir peças iguais (mínima variação de uma peça à outra), mas não considera a descentralização do processo com relação a nominal. Por esse motivo ele é chamado de índice de capacidade potencial do processo, pois informa apenas se a distribuição normal “cabe” dentro da especificação. Já o índice CPK mostra a centralização do processo relacionado à média dos valores das peças produzidas com o valor alvo da peça, que é a

medida nominal. A Figura 2.4 ilustra esta relação entre os índices CP e CPK considerando a distribuição normal das amostras.

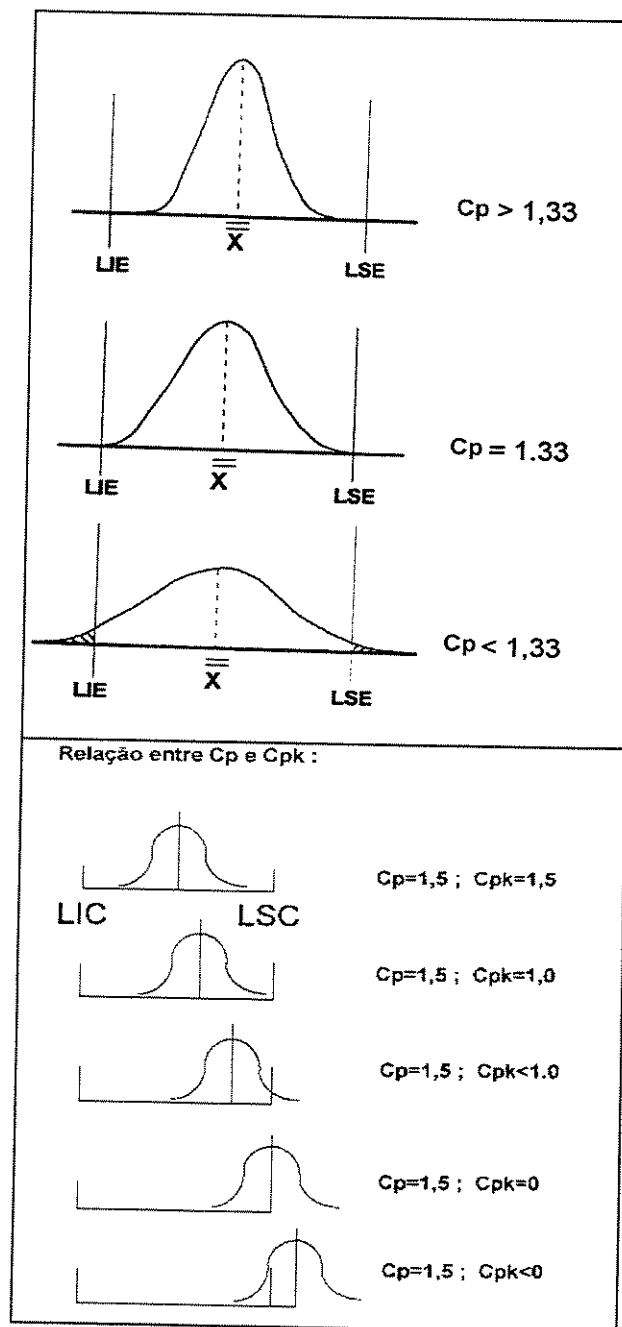


Figura 2.4 – Relação entre CP e CPK

A avaliação da capacidade do sistema é feita no final do preenchimento da carta de controle e, dependendo dos resultados obtidos, requer uma ação de todos envolvidos no

processo, como engenharia, gerência, coordenação da fábrica e trabalhadores. Como estes cálculos requerem muitas operações matemáticas, normalmente o departamento de qualidade é responsável por esta tarefa no final do preenchimento de uma carta de controle como da Figura 2.2 e o trabalhador não tem conhecimento direto sobre estes dados.

Calculada a capacidade do processo, os quatro casos possíveis de serem encontrados são:

Caso 1 – Processo estável (sob controle) e capaz: situação adequada. Não há pontos fora dos limites de controle e os índices CP e CPK estão iguais ou superiores a 1,33.

Caso 2 – Processo estável (sob controle), porém incapaz: neste caso o processo não é capaz de produzir dentro dos limites de especificação.

Caso 3 – Processo instável (fora de controle), mas capaz: o processo é capaz de produzir de acordo com as especificações, no entanto, apresenta em determinados momentos instabilidades como pontos fora dos limites de controle.

Caso 4 – Processo instável (fora de controle) e incapaz: esta é a pior situação que pode-se ter e indica sérios problemas no processo.

Constantemente, o processo deve ser monitorado para controlar as variações das características críticas do produto. Quando o processo está sob controle estatístico, com índices CP e CPK acima de 2,0, é possível aplicar um outro tipo de carta de controle denominada auto-controle. Neste tipo de carta, o trabalhador executa as medições e marca o valor diretamente na carta, sem precisar calcular média e amplitude. Trata-se de uma ferramenta gráfica, que permite ao próprio operador tomar decisões em função dos resultados de controle que vão sendo obtidos ao longo de um processo. O gráfico é dividido em 3 regiões básicas: vermelha, amarela e verde, em analogia às cores do farol de trânsito (Machado, 1997) e conforme a localização dos pontos nestas faixas, o trabalhador deve tomar alguma decisão. A Figura 2.5 ilustra um exemplo de uma carta de

auto-controle preenchida e no anexo E pode ser encontrado os procedimentos para a tomada de decisão.

DELPHI
Harrison Thermal Systems

CARTA DE AUTO-CONTROLE

RQS-028 REV. 00 DE 23/12/97

No.: 09 / 29
 ANO: 1.99 8

PEÇA NOME: RADIADOR 1800
 ESPECIFICAÇÃO: 704.00 - 708.00 (706.00 ± 2.0 mm)
 DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO: PINO • PINO INFERIOR - KPC 02
 QUANTIDADE DE AMOSTRAS: 02

Data da Leitura	Horas da Leitura	Turno	Rep. do Operador
20/09	21:00	1.	1123
21/09	23:00	2.	1123
22/09	01:00	1.	1123
23/09	03:00	2.	1123
24/09	05:00	1.	1123
25/09	07:00	2.	1123
26/09	09:00	1.	1123
27/09	11:00	2.	1123
28/09	13:00	1.	1123
29/09	15:00	2.	1123
30/09	17:00	1.	1123
01/10	19:00	2.	1123
02/10	21:00	1.	1123
03/10	23:00	2.	1123
04/10	01:00	1.	1123
05/10	03:00	2.	1123
06/10	05:00	1.	1123
07/10	07:00	2.	1123
08/10	09:00	1.	1123
09/10	11:00	2.	1123
10/10	13:00	1.	1123
11/10	15:00	2.	1123
12/10	17:00	1.	1123
13/10	19:00	2.	1123
14/10	21:00	1.	1123
15/10	23:00	2.	1123
16/10	01:00	1.	1123
17/10	03:00	2.	1123
18/10	05:00	1.	1123
19/10	07:00	2.	1123
20/10	09:00	1.	1123
21/10	11:00	2.	1123
22/10	13:00	1.	1123
23/10	15:00	2.	1123
24/10	17:00	1.	1123
25/10	19:00	2.	1123
26/10	21:00	1.	1123
27/10	23:00	2.	1123
28/10	01:00	1.	1123
29/10	03:00	2.	1123
30/10	05:00	1.	1123
31/10	07:00	2.	1123
01/11	09:00	1.	1123
02/11	11:00	2.	1123
03/11	13:00	1.	1123
04/11	15:00	2.	1123
05/11	17:00	1.	1123
06/11	19:00	2.	1123
07/11	21:00	1.	1123
08/11	23:00	2.	1123
09/11	01:00	1.	1123
10/11	03:00	2.	1123
11/11	05:00	1.	1123
12/11	07:00	2.	1123
13/11	09:00	1.	1123
14/11	11:00	2.	1123
15/11	13:00	1.	1123
16/11	15:00	2.	1123
17/11	17:00	1.	1123
18/11	19:00	2.	1123
19/11	21:00	1.	1123
20/11	23:00	2.	1123
21/11	01:00	1.	1123
22/11	03:00	2.	1123
23/11	05:00	1.	1123
24/11	07:00	2.	1123
25/11	09:00	1.	1123
26/11	11:00	2.	1123
27/11	13:00	1.	1123
28/11	15:00	2.	1123
29/11	17:00	1.	1123
30/11	19:00	2.	1123
01/12	21:00	1.	1123
02/12	23:00	2.	1123
03/12	01:00	1.	1123
04/12	03:00	2.	1123
05/12	05:00	1.	1123
06/12	07:00	2.	1123
07/12	09:00	1.	1123
08/12	11:00	2.	1123
09/12	13:00	1.	1123
10/12	15:00	2.	1123
11/12	17:00	1.	1123
12/12	19:00	2.	1123
13/12	21:00	1.	1123
14/12	23:00	2.	1123
15/12	01:00	1.	1123
16/12	03:00	2.	1123
17/12	05:00	1.	1123
18/12	07:00	2.	1123
19/12	09:00	1.	1123
20/12	11:00	2.	1123
21/12	13:00	1.	1123
22/12	15:00	2.	1123
23/12	17:00	1.	1123
24/12	19:00	2.	1123
25/12	21:00	1.	1123
26/12	23:00	2.	1123
27/12	01:00	1.	1123
28/12	03:00	2.	1123
29/12	05:00	1.	1123
30/12	07:00	2.	1123
31/12	09:00	1.	1123

G R A F I C O D E A U T O C O N T R O L E

GUINHA: TESTE FINAL
 PEÇA: 52.478.889/890
 INSTRUMENTO: PAQUIMETRO DIGITAL
 FREQUÊNCIA: 01 VEZ - 1º TURNO - SET-UP

Figura 2.5 – Exemplo de uma Carta de Auto-Controle

Fonte: Departamento de Qualidade – Delphi-Harrison

2.2.2 – *Just-in-Time* e *Kanban*

Just-in-Time e *Kanban* representam os melhoramentos advindos do *Kaizen*. O conceito de *Just-in-Time* significa fazer somente o que é necessário, somente quando é necessário e somente na quantidade que é necessária. *Just-in-Time* é muito mais que redução de estoques, é uma estratégia de produção com o objetivo de reduzir os custos totais e melhorar a qualidade dos produtos. Este sistema é baseado em três aspectos principais (Moura,1989):

- um empenho para evitar as perdas;
- um compromisso de fabricar produtos de qualidade perfeita;
- um nível sem precedente de envolvimento de todas as pessoas em todos os níveis de decisão.

Um dos instrumentos essenciais para a implantação do *Just-in-Time* é o sistema *Kanban* que é um sistema, não computadorizado, de controle de piso de fábrica que transmite informações da produção aos postos de trabalho interligados. Isto é feito por meio de recursos visuais (cartões ou etiquetas), reduzindo o tempo de espera, diminuindo o estoque, melhorando a produtividade e interligando todas as operações em um fluxo uniforme e ininterrupto (Moura, 1989).

O sistema de *kanbans* foi criado por Taiichi Ohno, ex-Vice-Presidente da *Toyota*, da mesma forma que o *Just-in-Time*, na intenção de desenvolver um sistema próprio de produzir veículos, com o mesmo desempenho das indústrias americanas e européias. Suas idéias são inspiradas no funcionamento de um supermercado com as prateleiras de produtos em exposição. À medida que os clientes pegam mercadorias das prateleiras, estas são repostas, obedecendo com isto a uma demanda real. Desta idéia surgiu uma nova maneira de processar a produção. Do antigo sistema de “empurrar”, que significa processar antes do pedido, ocorrendo uma antecipação a uma necessidade, criou-se um sistema onde a produção é “puxada” (*Pull System*), isto é, nada é processado até que seja feita uma solicitação ou pedido.

Assim, o sistema *Kanban* tem como principal objetivo sinalizar esta demanda, convertendo a matéria-prima em produtos acabados, com tempo de espera iguais ao tempo de processamento, eliminando todo o tempo em fila de materiais e estoque ocioso. Em linhas gerais, o objetivo é regular o fluxo de materiais nas linhas de produção e reduzir os inventários a quase zero.

O sistema em geral segue uma regra básica pré-estabelecida que rege todo o seu funcionamento, ou seja, nenhuma peça pode ser fabricada a não ser que exista um *kanban* de produção autorizando. Quando não existem *kanbans* de produção solicitando produção, os operários podem fazer a manutenção dos equipamentos, trabalhar em grupos de melhoria ou participarem de treinamentos.

No sistema *kanban* quem determina o ritmo e as quantidades é a montagem final e o seu fluxo é contrário ao do material. Assim, a montagem final solicita ao centro de trabalho imediatamente anterior as peças necessárias à realização do pedido. Este solicita o mesmo ao centro de trabalho anterior e assim por diante. Os *kanbans* então são responsáveis por todo este processo de comunicação onde na retirada de um material, troca-se o *kanban* e leva-se o material para o próximo centro de trabalho. O *kanban* de produção é então afixado no painel de produção como uma indicação de que novas peças deverão ser produzidas.

O sistema *Kanban* proporciona melhorias significativas principalmente relacionadas a qualidade e produtividade, entre elas:

- Fluxo de produção mais uniforme e contínuo;
- Rápidas trocas de ferramentas e equipamentos;
- Mudança dos procedimentos de trabalho, para uniformizar o fluxo da produção, o que significa aumento do número de tarefas diferentes que cada operário pode executar;
- Redução do espaço utilizado em decorrência de menores inventários e tempos reduzidos de espera.

A participação humana é vital para o *Kanban*, onde todo o sistema é operado pelo trabalhador no chão de fábrica, colocando a responsabilidade total pelo controle diário da produção e do inventário nas suas mãos. Por esta razão, o sistema *Kanban* não é simples de ser aplicado, não pela sua dificuldade como sistema, mas sim por sua filosofia que exige de todos uma imensa pré-disposição à ação e a melhorias contínuas.

Assim, enquanto *Just-in-Time* é uma filosofia completa de administração industrial, *Kanban* é uma técnica de gestão de materiais e de produção “puxada”. Existe uma interdependência entre estes dois elementos de forma a permitir o fluxo uniforme das linhas de produção.

2.3 - Sistema Pós-Enxuto de Produção

A implantação de uma nova fábrica da *Toyota* em *Kyushu*, que incorpora todas as características das demais plantas da *Toyota Motor Co.*, complementada com considerações ecológicas e humanistas, fez surgir o que alguns autores denominam de sistema pós-Enxuto de Produção ou *pos-lean production* (Fleury & Fleury, 1997). Esta fábrica entrou em operação em dezembro de 1992 e possui atualmente 2.000 funcionários, produzindo carros de passeio como: Mark II, Chaser, Windom, Harrier.

Nela, os aspectos ecológicos e humanistas foram analisados e considerados na concepção da fábrica, como por exemplo, a diminuição dos níveis de ruídos e de vibrações, a iluminação natural dos ambientes e a escolha de cores que procuram proporcionar conforto ao trabalhador, a plantação de um bosque de cerejeiras em torno da fábrica⁵, as áreas de descanso e toaletes espalhados por toda a fábrica.

Nas instalações da unidade *Motomachi*, localizada em *Toyota City*, fundada em agosto de 1959, considerada a planta-mãe e tendo, aproximadamente, 6600 trabalhadores, já foi

⁵ Foi plantado um bosque de cerejeiras em torno da fábrica para que futuramente “o carro saia da floresta”.

possível observar também, além de todos os princípios do sistema Toyota de produção, uma fortíssima valorização do aspecto humano, com o oferecimento de uma grande variedade de programas de treinamento e de capacitação profissional que ajudam o trabalhador a desenvolver suas capacidades e habilidades. Estes programas são pautados no desenvolvimento da criatividade, da atitude positiva e do senso de responsabilidade. Isto implanta na companhia o slogan “*Good Thinking, Good Products*”, onde cada trabalhador pode ajudar a reduzir custos e melhorar a qualidade do que se produz por meio de um forte sistema de sugestões. Por exemplo, no ano de 1997, o número de sugestões submetidas foram de 727.884 e o percentual adotado foi de 98% o que implica em aproximadamente 10.3 sugestões/ano por trabalhador (*Toyota Motor Corporation*, 1999).

Além disso, o ambiente na fábrica reflete a preocupação da empresa com o aspecto humanista, com um controle rígido de ruídos, com áreas para descanso, com mesas para reuniões espalhadas na fábrica e, surpreendentemente, com uma academia de ginástica localizada exatamente no meio das linhas de produção. Um dos aspectos muito interessantes observados em uma visita foi a constante presença de música na fábrica, muitas delas para indicar uma determinada operação. Por exemplo, quando é necessário buscar novos *kanbans*, uma música toca na fábrica; quando um carrinho de transporte cruza uma determinada área de segurança, uma outra música alerta para o fato e assim por diante. A impressão que se tem é de um ambiente orquestrado e harmonioso.

Existe uma grande preocupação com a harmonia social e ambiental com um outro dos seus *slogans*:

“For People, for Society, for the Earth”.

Outro aspecto notado foi a preocupação com o bem-estar de seus funcionários com o oferecimento de uma série de facilidades, como: assistência médica total em um moderno hospital da companhia instalado ao lado da unidade Motomachi; um fundo para a família Toyota que inclui o financiamento de educação para os trabalhadores e seus dependentes,

despesas com funerais e situações de invalidez; um conjunto de apartamentos, dormitórios e casas para todos que necessitarem; enormes áreas de lazer para os trabalhadores e familiares com atividades esportivas e sociais.

Esta preocupação vem ao encontro ao que Moraes (1997) ressalta quanto à necessidade de redirecionar a política, cuja ênfase está no produto e no lucro para o progresso humano e pela realização e satisfação pessoal. É o trabalho sendo meio de gratificação e auto-realização, com uma nova cultura voltada para o desenvolvimento do ser humano.

Capítulo 3 – Formação de Recursos Humanos nas Empresas e Aprendizagem Organizacional

Segundo Nonaka & Takeuchi (1997), o sucesso das empresas japonesas não se deve apenas a sua capacidade de fabricação; ao acesso a capital de baixo custo; às relações estreitas e de cooperação com os clientes, fornecedores e órgãos governamentais; ou ao emprego vitalício, critérios de senioridade e outras práticas de gestão de recursos humanos, mas principalmente a sua capacidade de criar novos conhecimentos, difundi-los na organização e incorporá-los aos produtos, serviços e sistemas.

Atualmente, dentro deste contexto, desenvolveu-se a idéia do que muitos pesquisadores chamam de Aprendizagem Organizacional, que pode ser entendida como a capacidade das organizações *“em criar, adquirir e transferir conhecimentos e em modificar seus comportamentos para refletir estes novos conhecimentos e insights”* (Garvin, 1993: pp 80). Isto implementa um mecanismo pelo qual os trabalhadores contribuem para o desempenho da empresa por meio da aplicação dos seus conhecimentos e habilidades em resolver problemas e de inovar constantemente. Cria-se a organização que aprende e que gera conhecimento.

Entretanto, a análise dos programas de formação de recursos humanos nas empresas mostra que pouco ou quase nada se fez para o desenvolvimento de novas metodologias para capacitar o trabalhador a esta nova situação. Mesmo com as novas tecnologias, os métodos são similares àqueles que já estão sendo práticos há alguns anos (Bassi, Cheney & Buren, 1997). Além disso, como afirma Drucker (1993), o desafio não está na tecnologia, mas sim no uso que faremos dela. A implantação de uma cultura de aprendizagem é sempre dissociada de um programa de formação que não considera o ambiente, as pessoas e a realidade, o que leva a total falta de contexto e de significado para os trabalhadores.

Por outro lado, o uso adequado das tecnologias e do computador, pautado em uma abordagem que promova a construção e, conseqüentemente, a criação de conhecimento, aliada a uma metodologia de capacitação e avaliação eficaz, pode contribuir na construção de uma organização Enxuta que aprende e cria conhecimento, formando o trabalhador que compreende o que faz, permitindo que grupos reflitam, exponham, testem e aperfeiçoem os modelos mentais nos quais se baseiam ao enfrentar problemas ou tomar decisões na fábrica. Além disso, é possível construir uma linguagem comum entre os trabalhadores, favorecendo o diálogo e a comunicação por meio de um processo de capacitação de recursos humanos usando esta tecnologia. O computador se transforma em um catalisador de mudanças (E.T.M., Schlünzen, 1998) que contribui para a formação de um ambiente e de uma cultura de aprendizagem.

3.1 – Aprendizagem Organizacional

O panorama descrito por Clark & Sloan (1956) sobre o trabalho de formação desenvolvido nas fábricas da metade do século pode ser resumido como um conjunto de programas de orientação profissional que envolviam trabalhadores iniciantes e antigos.

Para os trabalhadores iniciantes eram oferecidos cursos ou palestras sobre questões organizacionais, de segurança, de comunicação, entre outros. Para os antigos, cursos de orientações técnicas e de engenharia faziam parte das atividades de formação desenvolvidas.

Os métodos de ensino utilizados consistiam em demonstrações em classe, visitas à fábrica, discussão e seminários sobre problemas práticos e cursos teórico-práticos. Cada aluno era avaliado por suas habilidades, por suas características pessoais e por sua performance. Isto era feito por meio de avaliações escritas, entrevistas, questionamento oral e observação dos participantes nas atividades. Ao final de cada programa, eram distribuídos certificados de participação e aproveitamento.

As orientações dos cursos eram muito variadas, mas de maneira geral tinham como objetivo comum dar aos trabalhadores ou uma visão geral da empresa ou voltados, basicamente, para aspectos técnicos.

Além disso, as pessoas responsáveis pelos cursos eram gerentes de departamentos, instrutores de trabalho, pessoas com experiência selecionada pelos próprios gerentes, ou companhias especializadas em treinamento profissional.

Por fim, muitas companhias da época já ofereciam a seus empregados oportunidades para continuarem seus estudos em escolas ou universidades.

O que encontramos hoje, mesmo com o surgimento de novas tecnologias baseadas no computador e automação cada vez maior da produção, é uma realidade não muito diferente dessa descrita há, praticamente, quarenta anos atrás. As empresas infelizmente continuam a utilizar-se dos mesmos métodos e pouco têm mudado com relação a seus programas de formação que transforma os trabalhadores em meros receptores de informações.

Isto pode ser observado com visitas realizadas nas empresas, onde a estrutura atual de formação é muito similar àquela descrita por Clark & Sloan (1956), mesmo considerando empresas já funcionando nos moldes da produção Enxuta. Além disso, o “treinamento tecnológico” oferecido pelas empresas enfatiza o uso do equipamento, onde o trabalhador aprende a apertar botões e não a tomar decisões e resolver problemas (Schuck, 1997). O processo de aprendizado fica no campo dos objetos e das ações e não são criadas condições para se entender o que se faz, para se desenvolver uma habilidade intelectual.

Um trecho do relatório do Departamento de Avaliação de Tecnologia dos Estados Unidos (DAT¹) (apud, Schuck, 1997, pp. 245) aponta claramente essas deficiências no treinamento realizado nas empresas:

¹ Em inglês *Office of Technology Assessment*

“Eles nos envolvem no treinamento – o que é o novo equipamento, o que fazer para operá-lo. Mas há muitas teorias, “porquês”, fórmulas – e isso eles não divulgam. Portanto, se um problema volta a acontecer, precisamos chamá-los para resolvê-lo. Nós não sabemos por que as coisas acontecem; eles não nos ensinaram isso. Não existe um treinamento completo... Eles não nos dão conhecimento para que possamos pensar sozinhos.”

Este mesmo relatório indica claramente a falta de uma cultura de aprendizagem nas empresas em geral, definindo o treinamento como tipicamente reativo, expresso por um operário como sendo “reação à encrenca” (Schuck, 1997, pp. 245):

“Se a fábrica está funcionando bem, tudo bem. Aí não precisamos de treinamento. É essa a atitude da gerência. Quando as coisas não estão correndo às mil maravilhas, eles dizem: ‘Precisamos de ajuda. É melhor a gente treinar esse pessoal’. Mas não entendem que devíamos estar treinando o tempo todo. Temos sempre alguma coisa para aprender, de modo que esse negócio devia ser contínuo.”

A estrutura educacional e de formação profissional não mais se adequa ao momento em que vive a indústria. Os métodos de ensino utilizados mantêm o trabalhador em uma situação passiva, receptora de informações e que não estimula o diálogo e a participação coletiva. Isto é um paradoxo pois é exatamente o contrário do que se espera dele no ambiente de trabalho.

Este modelo se baseia na escola que apenas consome conhecimento e que no entanto deveria gerá-lo (Valente, 1999c). É necessário passar para uma educação onde o trabalhador possa construir o seu conhecimento, considerando que é necessário um trabalhador que compreenda o que faz.

Lamentavelmente as escolas e as universidades não oferecem soluções para estes problemas e, pior, não preparam o profissional para atuar neste novo ambiente, onde um novo conceito de trabalhador exige características intelectuais, por meio da capacidade de se resolver problemas, da criatividade, do senso crítico e da participação efetiva e responsável. A escola e a universidade acabam reproduzindo os métodos anteriormente descritos e que não levam a criação de um ambiente onde se desenvolvem as características que se espera do profissional.

Por outro lado, soluções para os problemas de capacitação de pessoal estão sendo procuradas cada vez mais pelas empresas e surge uma enorme necessidade de desenvolvimento de metodologias e ferramentas de aprendizagem para atender às profundas modificações que as empresas estão enfrentando em decorrência do novo paradigma de produção Enxuta e das novas tecnologias, requerendo profundas mudanças no ambiente de trabalho, nas políticas, nos procedimentos da empresa e na qualificação do trabalhador. É preciso repensar os programas de formação para transformar o local de trabalho em um ambiente de aprendizagem, redefinindo os papéis dos trabalhadores de forma a se tornarem parceiros na criação deste ambiente.

Considerando o aspecto de implantação do processo de formação, a questão se torna ainda muito mais complexa uma vez que a empresa Enxuta mal pode dispor de um funcionário da linha de produção para assistir um curso ou participar de qualquer atividade de formação. O que se pode dizer então de um grupo de funcionários? As conseqüências para a produção poderiam ser muito significativas, uma vez que o termo Enxuto se refere também ao número de trabalhadores em uma linha de produção.

Além disso, é praticamente impossível definir com exatidão qualquer plano e cronograma de formação pelo fato da fábrica funcionar *Just in Time*, uma vez que a programação da produção deve ser cumprida impreterivelmente com o risco de prejuízo para o seu cliente, inviabilizando qualquer trabalho de formação quando ocorre algum problema na produção. O conceito de aprendizagem organizacional é simples, porém existe uma

difficuldade muito grande em operacionalizá-lo no cotidiano organizacional (Fleury & Fleury, 1997).

O melhoramento contínuo - *Kaizen*, um dos pilares da produção Enxuta, requer um comprometimento constante com a aprendizagem (Garvin, 1993). Assim, é preciso desenvolver uma dinâmica permanente de aprendizagem e de inovação e superar a concepção Taylorista que separa aqueles que pensam e aqueles que fazem.

Assim, as organizações Enxutas devem desenvolver dentro de si algumas características fundamentais, algumas delas definidas por Senge (1990) como pensamento sistêmico, modelos mentais, visão compartilhada, aprendizagem em grupo e uma outra que será acrescentada que é *empowerment*.

A primeira delas é enxergar as empresas e organizações como sistemas que formam um todo, mas que se relacionam intimamente com as partes. Assim, todo e parte não podem ser dissociados e as suas interações e relações devem ser entendidas. Resgata-se então o contexto, uma vez que o pensamento sistêmico é contextual (Capra, 1996; Moraes, 1997) e não analítico. A análise significa isolar uma das partes e tratá-la separadamente. O sistêmico significa colocá-la no contexto de um todo mais amplo e esta característica contextual é importante para a abordagem de formação de trabalhadores que será utilizada neste trabalho.

Os modelos mentais, a segunda característica, são idéias enraizadas, generalizações e mesmo imagens que influenciam o modo como as pessoas vêem o mundo e suas atitudes, moldando nossa forma de agir (Senge, 1990). Os modelos mentais representam muito mais que o conceito tradicional de memória, que traz a conotação de um depósito de informações estáticas, mas envolvem a produção ativa de novos conhecimentos. Eles definem um contexto próprio e determinam como o conhecimento será aplicado em determinada situação (Kim, 1996), determinando não apenas a forma como entendemos o mundo, mas também como agimos.

Com o uso do computador no processo de aprendizagem organizacional, ele pode servir de ferramenta para representar e executar os modelos mentais que são construídos. As implicações disto são a percepção das causas e efeitos, da complexidade do problema e de sua solução. Isto é de fundamental importância uma vez que à medida que o conhecimento implícito de cada trabalhador torna-se explícito, o modelo mental desse trabalhador irá fazer parte integrante do modelo institucional, ou seja, os modelos individuais colaboram para a definição de uma memória organizacional.

Os modelos mentais podem contribuir para a terceira característica: o desenvolvimento de uma visão compartilhada que consiste em reunir as pessoas em torno de uma identidade e um senso de destinos comuns (Senge, 1990). A existência de uma visão comum não definida apenas por uma pessoa, mas compartilhada com todos faz com que os trabalhadores se comprometam e se envolvam.

Contextualizando esta visão compartilhada e associando-a com a idéia dos modelos mentais, pode-se definir “imagens” do presente que podem perfeitamente ser utilizadas no futuro: os cenários. Eles são ferramentas poderosas para melhorar o processo de planejamento estratégico de uma organização e que permite explorar um conjunto de situações que já aconteceram, registrando as soluções dos problemas e deixando as organizações preparadas para o futuro.

Novamente, a utilização do computador pode ser uma importante ferramenta para definir, construir, representar, executar e armazenar estas visões e cenários, formando-se uma importante base cognitiva da empresa e que poderá ser explorada na construção da memória organizacional. Uma vez feito isto, no processo de formação destes trabalhadores, pode-se usar esta tecnologia como instrumento de disseminação, de compartilhamento e de aprendizado das visões e de cenários.

A aprendizagem em equipe é outra característica que se deve estimular na organização. O melhor aprendizado é aquele que ocorre em equipes (*teamwork*) que aceitam que o todo é maior do que a soma das partes, que existe um bem que transcende ao indivíduo.

A idéia de *Teamwork* determina uma das dimensões definidas por Jenkins & Florida (1995) para promoção da aprendizagem. A organização de trabalhadores em equipes que executam uma determinada tarefa na produção, motivando-os uns aos outros, acompanhando o desenvolvimento e o desempenho de cada um. A formação de equipes ainda promove facilidades de aprendizagem com o exemplo, onde um aprende ensinando o outro. Além disso, promove a formação de grupos para resolução de problemas ou círculos de qualidade, discutindo problemas com a produção e com o ambiente de trabalho. Esta dinâmica será plenamente explorada e aplicada na metodologia definida neste trabalho com a utilização dos multiplicadores-parceiros de conhecimento.

Finalmente, *empowerment*, uma outra dimensão definida por Jenkins & Florida (1995) consiste em dar poderes ao trabalhador para controlar e ser responsável pela produção, pelo controle da qualidade e por outras funções que seriam tradicionalmente executadas por gerentes ou superiores. Algumas pesquisas mostram que, onde trabalhadores tem mais controle sobre o seu trabalho e são capazes de desenvolver um conhecimento profundo sobre o sistema de produção, eles tem contribuído para a melhoria do processo e estão empenhados nisto, desejando que a mudança ocorra (Jenkins & Florida, 1995). Isto cria um ambiente onde se facilita e se encoraja o pensamento dos trabalhadores e colhe-se as contribuições que eles podem dar a empresa, onde o trabalhador participa ativamente e responsavelmente do aprendizado.

3.1.1 – O Ambiente de Aprendizagem Organizacional

Além do desenvolvimento das características citadas acima, a questão que se coloca é: Qual é o ambiente ideal para promover a aprendizagem organizacional?

O ambiente de trabalho que leva ao desenvolvimento intelectual do trabalhador pode ser muito bem definido por Paulo Freire (1970, pp. 80) que escreveu em seu livro “Pedagogia do Oprimido”:

“Não há, por outro lado, diálogo, se não há humildade. A pronúncia do mundo, com que os homens o recriam permanentemente, não pode ser um ato arrogante. O diálogo, como encontro dos homens para a tarefa comum de saber agir, se rompe, se seus pólos (ou um deles) perdem a humildade. Como posso dialogar, se alieno a ignorância, isto é, se a vejo sempre no outro, nunca em mim? Como posso dialogar, se me admiro como um homem diferente, virtuoso por herança, diante dos outros, meros “isto”, em quem não reconheço outros eu? Como posso dialogar, se me sinto participante de um gueto de homens puros, donos da verdade e do saber, para quem todos os que estão de fora são “essa gente”, ou são “nativos inferiores”? Como posso dialogar, se me fecho à contribuição dos outros, que jamais reconheço, e até me sinto ofendido com ela?... Os homens que não têm humildade ou a perdem, não podem aproximar-se do povo. Não podem ser seus companheiros de pronúncia do mundo.”

A mais importante característica neste ambiente é a humildade, que permitirá a criação de um ambiente de troca, onde cada um deve ensinar o que sabe ao outro, sem uma visão de professor/aluno, mas sim um relacionamento de parceria, de aprendizado mútuo. Um lugar onde se possa obter uma rica fonte de experiências, um ambiente no qual ocorra intensas interações entre os trabalhadores, onde o conhecimento humano é criado, difundido, expandido e usado por todos.

Um ambiente dessa natureza pressupõem uma administração que invista na superação de obstáculos de ordem material, cultural e epistemológica, criando um projeto coletivo de capacitação (Fazenda, 1995), estabelecendo a prática da aprendizagem como um elemento chave para o propósito e o sucesso da organização. Isto não ocorre no isolamento, mas na medida que a empresa parte para a troca efetiva com outras instituições, por exemplo, como ocorreu com a universidade nesta pesquisa.

É preciso o envolvimento de todos os participantes, a compreensão da importância da aprendizagem para a empresa e a disposição para mudar. Proporcionar a todos os trabalhadores a capacidade de integrar trabalho e aprendizagem em um mesmo ambiente faz com que as pessoas aprendam dentro do seu contexto profissional, com problemas do mundo real, uma vez que a aprendizagem não acontece em fases e lugares separados, mas integrados no processo de trabalho (Fischer, 1999).

No entanto, administradores e gerentes devem assegurar que todos os membros da organização possam contribuir na solução dos problemas e na definição de políticas e estratégias. Isto requer também a garantia de que as informações possam ser acessíveis de forma a possibilitar a participação consciente e competente nos processos de tomada de decisão.

Outro aspecto importante neste ambiente é a facilidade de comunicação que deve existir entre os departamentos, unidades e trabalhadores, que possibilitarão a importante troca de informações, experiências e resultados. Além disso, os erros e problemas devem ser compartilhados e não escondidos ou camuflados. Com este cenário, todos sentem-se livres para expressar o seu pensamento e com isso contribuem para a solução de problemas na empresa. Cria-se uma cultura organizacional que promove uma cultura de aprendizagem, o que permite uma nova mudança de paradigma, ou seja, a transformação de uma organização qualificada para uma organização qualificante.

3.1.2 – Organizações Qualificadas x Qualificantes

O conceito de uma organização qualificada leva a entender o processo de aprendizagem dentro de uma empresa como algo estático, que depende inteiramente do perfil de contratação de mão-de-obra² pelo departamento de recursos humanos.

² As grandes empresas brasileiras e multinacionais já estão exigindo curso técnico para a contratação de operários em suas linhas de produção. O que se evidencia atualmente é que muitos desses operários já possuem curso superior ou estão cursando.

Segundo Fleury & Fleury (1997, pp. 48), uma organização qualificada é aquela que atende aos quatro aspectos:

- trabalho em equipe ou células;
- autonomia e responsabilidade delegada às células buscando melhoria de desempenho em qualidade, custos, produtividade, etc.;
- diminuição dos níveis hierárquicos e o desenvolvimento na gestão de recursos humanos;
- reaproximação das relações entre as funções da empresa.

Já o conceito de uma organização qualificante define algo dinâmico, uma transformação da empresa em uma “escola” onde a aprendizagem é contínua. Isto vem de encontro a uma das funções definidas por Womack, Jones & Roos (1994) para uma empresa Enxuta, ou seja, ela deve servir como uma escola que sumariza conhecimentos, busca e cria novos e ensina-os aos seus membros, incentivando o aprendizado e o desenvolvimento das capacitações e competências. Evidentemente, esta escola não é a que encontramos hoje, baseada meramente na transmissão de informações.

Para se transformar uma organização qualificada para qualificante, é preciso atender outras quatro dimensões (Fleury & Fleury, 1997, pp. 49):

- ter como centro a inteligência e o domínio de situações de imprevisto;
- estar aberta para a explicitação da estratégia empresarial com os trabalhadores em todos os níveis;
- favorecer o desenvolvimento da co-responsabilidade em torno dos objetivos comuns, criando vínculos de interação e de comunicação entre áreas e competências;
- dar conteúdo dinâmico à competência profissional, ou seja, permitir que os trabalhadores invistam em projetos de melhoria permanente.

Considerando todos estes aspectos, não basta apenas uma empresa contratar trabalhadores com bom nível de qualificação profissional. É preciso cultivar nas pessoas o comprometimento e a capacidade de aprender em todos os níveis da organização (Senge, 1996). Com isso, modificamos a cultura da empresa em termos de hábitos, valores e orientações e que deve estar apoiada em uma metodologia que favoreça a formação e o desenvolvimento dos seus recursos humanos. É dar uma dinâmica ao processo de formação alcançando um estágio de responsabilidade auto-sustentável para o desenvolvimento intelectual, profissional, social e emocional do trabalhador.

3.2 – O Computador no Processo Ensino-Aprendizagem

O uso de novas tecnologias, em especial, do computador, está provocando sensíveis melhorias no processo ensino-aprendizagem em muitas escolas e em projetos de pesquisas envolvendo a Educação em geral, apresentando resultados importantes com relação a identificação dos esquemas mentais dos alunos e na forma de resolução de problemas adotada (Valente, 1993).

No contexto da empresa, o computador pode auxiliar o desenvolvimento e a avaliação de todo o processo ensino-aprendizagem, por meio de metodologias e de software que permitam que o aprendizado aconteça por meio do fazer, do colocar a “mão na massa” (Valente, 1997b) e que se assemelha às atividades cotidianas da fábrica.

O computador no processo ensino-aprendizagem contempla duas abordagens distintas: aquela que considera-o como máquina de ensinar, conhecida como abordagem Instrucionista e a outra que coloca o aprendiz na condição de quem “ensina” o computador, representando a resolução de um problema e denominada abordagem Construcionista.

3.2.1 – Abordagem Instrucionista x Construcionista

Na abordagem Instrucionista, o computador é colocado na função de quem ensina o aprendiz, cumprindo um papel semelhante ao de um professor que repassa informações, caracterizando uma informatização dos métodos tradicionais de ensino. Esta categoria é representada por um grande número de software, onde inclui-se os primeiros sistemas CAI (Computer Assisted Instruction), os tutoriais e alguns software de simulação e jogos.

Nas empresas, o uso de tutoriais começou a ser difundido com o que foi denominado de CBT's – *Computer-Based Training*, desenvolvidos por membros da empresa ou por outras empresas especializadas na área. Esta categoria de software está baseada no treinamento de habilidades, na memorização e assimilação de conteúdos, por meio da prática de ações repetitivas. O material instrutivo é apresentado ao trabalhador que, por sua vez, responde sobre o conteúdo mostrado e o computador informa se a resposta é correta ou não. Os exemplos mais comuns de CBT's são os software abordando aplicativos do Windows e que são destinados ao pessoal administrativo das empresas.

A proposta com esta abordagem é reduzir o tempo de treinamento e de horas de trabalho de um instrutor; individualizar a aprendizagem, ou seja, o usuário pode seguir o seu ritmo de curso independentemente; proporcionar *feedback* imediato; “transferir” conhecimento consistente, preciso e padronizado.

Apesar dos CBT's representarem uma grande variedade de aplicações no campo empresarial, eles apresentam uma linha de conduta que tende a refletir o atual sistema educacional, muito criticado por lembrar, dentre muitas outras coisas, o modelo Fordista de produção, onde a criatividade e o saber pensar não são explorados, as tarefas são simples, repetitivas e psicologicamente tediosas. Como estes sistemas geralmente são pacotes de software fechados, desenvolvidos muitas vezes fora do contexto da empresa, podem não favorecer o desenvolvimento da capacidade de raciocínio e da criatividade do trabalhador que não consegue associá-los às suas experiências de trabalho e ao seu contexto .

Os diálogos entre o usuário e o computador normalmente são pobres, pois o software não possui condições de prever e analisar respostas que fogem de um diálogo “convencional” já pré-estabelecido. Isto prejudica muito a avaliação pois não permite identificar com clareza o modelo mental do usuário, uma vez que este tipo de sistema não considera uma resposta não prevista.

Já a abordagem construcionista, definido por Papert (1986) como a construção do conhecimento por meio do computador, representa a segunda abordagem e uma alternativa mais sintonizada com o tipo de formação que se deseja. O computador deixa de ser um meio de transferir informação e passa a ser uma ferramenta pela qual pode-se formalizar e explicitar o conhecimento, onde o aprendiz está desenvolvendo e expressando seu próprio entendimento sobre determinado assunto. Isto requer a descrição da solução do problema, uma reflexão sobre os resultados obtidos e uma depuração dos erros cometidos. Portanto, a aprendizagem se dá no momento em que o aluno passa a usar o software para expressar o seu entendimento sobre um determinado assunto e isto ocorre em um processo cíclico de descrição, execução, reflexão e depuração (Valente, 1993), conforme ilustra a Figura 3.1.

Neste ciclo, o aprendiz, por meio do software, é capaz de dar uma descrição precisa de suas idéias e em seguida observar se estas idéias são corretas com o produto apresentado pelo computador, fruto da execução da descrição do aprendiz. Com isso, é possível refletir sobre o resultado obtido e, se não for o esperado, identificar e corrigir em um processo de depuração do conhecimento.

A realização deste ciclo estimula a criatividade, a busca de melhorias contínuas (*Kaizen*), a geração de novos conhecimentos, caracterizada principalmente pelo despertar do interesse no próprio aprendiz.

Entretanto, como esta abordagem explora a construção do conhecimento por meio da livre exploração, é necessário que se tenha facilitadores/agentes de aprendizagem bem

formados para orientar, estimular e instigar o aprendiz na formalização e explicitação do seu conhecimento e na exploração dos recursos oferecidos por este tipo de aplicação, criando um ambiente de indagação.

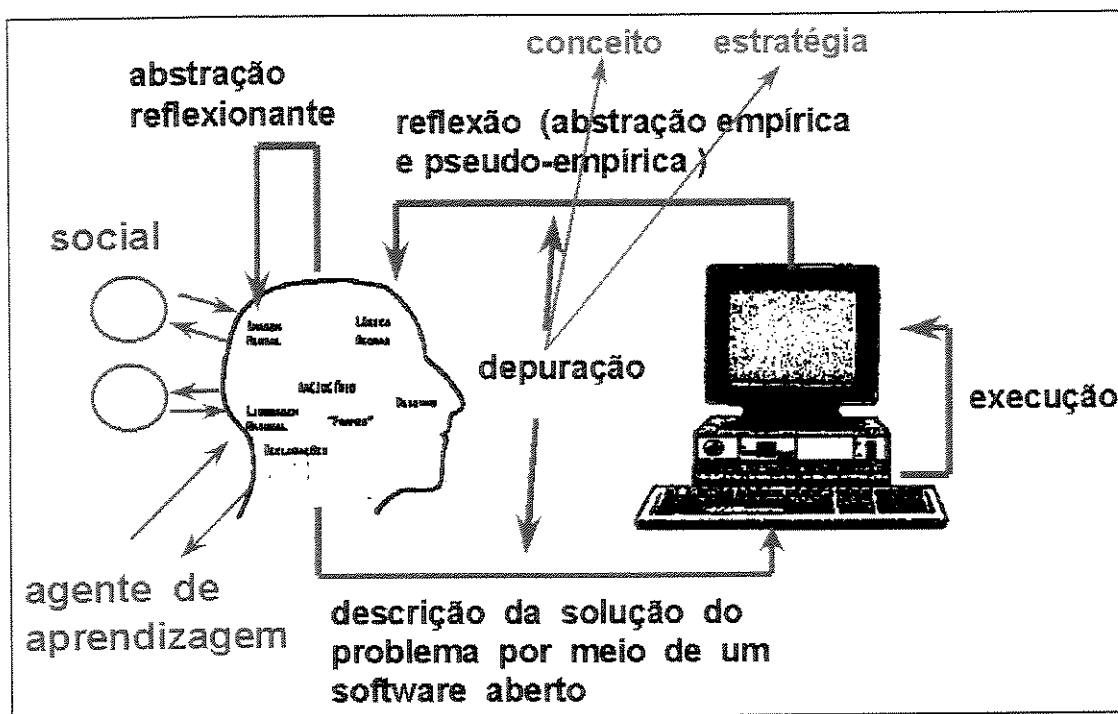


Figura 3.1 – O Procedimento Cíclico de Descrição, Execução, Reflexão e Depuração do Conhecimento

Fonte: Valente, 1999b

Dentro desta proposta de uso do computador, encontra-se o trabalho pioneiro de Seymour Papert com a implementação da Linguagem Logo (Papert, 1985; Papert, 1986), software de autoria multimídia, processadores de texto, entre outros.

3.2.2 – A Abordagem Construcionista na Aprendizagem Organizacional

Considerando a aprendizagem dentro de uma organização, o computador deve ser um instrumento que auxilie o trabalhador na construção do seu próprio conhecimento. Deve ser uma ferramenta que proporcione a este trabalhador a oportunidade de compreender o que faz e expressar-se, ou seja, resolver um problema segundo o seu entendimento de um determinado assunto, fazendo simulações, testando hipóteses, buscando informações, descrevendo e refletindo sobre os resultados encontrados e depurando suas idéias, exercitando sua criatividade, melhorando suas idéias e ações (*Kaizen*). Assim, os ambientes computacionais com esta concepção poderão auxiliá-los no processo de aprendizagem e dependendo da forma em que os utilize, todo o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição (Valente, 1993) da Figura 3.1 poderá ser realizado pelo aprendiz.

Isto permite a construção de um aprendizado individual (Kim, 1996), onde o trabalhador expressa o seu entendimento sobre o assunto ou a resolução de um problema usando o computador como ferramenta. O ciclo definido por Valente (1993), permite a explicitação e formalização deste conhecimento que define o modelo mental do trabalhador (cenários) e o ciclo de aprendizagem individual. Além disso, permite experimentar novas situações, aprender de experiências passadas e transferir conhecimento rapidamente e eficientemente por toda a organização.

A incorporação destes modelos mentais individuais podem colaborar para a criação de uma memória da organização, o que permitiria estendermos o ciclo da Figura 3.1 para um ciclo de aprendizagem organizacional, como descrito na Figura 3.2.

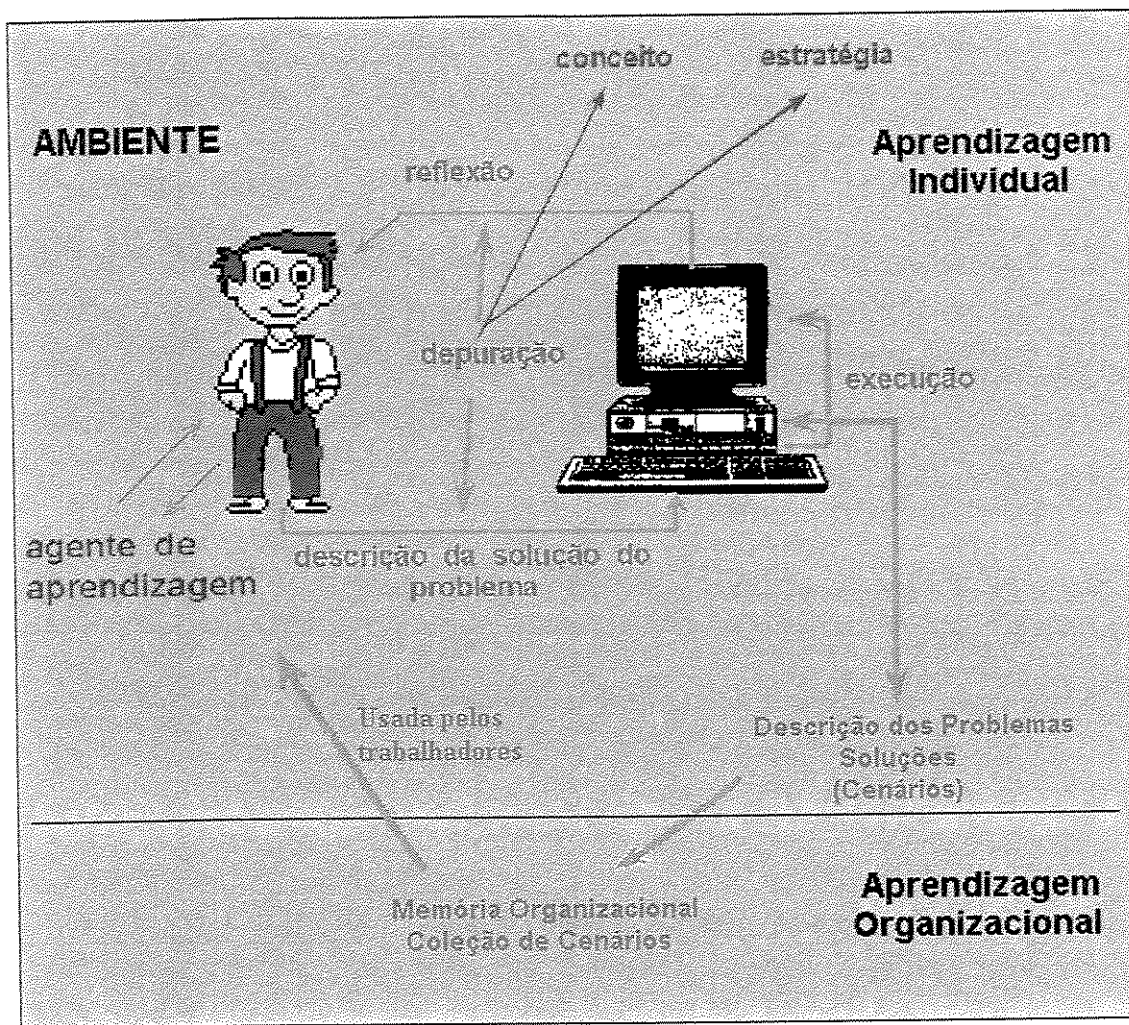


Figura 3.2 – Ciclo de Aprendizagem Organizacional

Adaptado de Valente 1999b

O modelo de construção de um ambiente onde se promova a aprendizagem organizacional, baseado na formação de trabalhadores que compreendem o que fazem, deve consistir de um conjunto de práticas que definem as dimensões inter-relacionadas e descritas anteriormente: pensamento sistêmico, modelos mentais, visão compartilhada, aprendizagem em equipe e *empowerment*.

Tomando por base estas dimensões citadas e as características dos softwares com abordagem construcionista, não é difícil encontrar uma relação entre estes elementos.

O pensamento sistêmico é perfeitamente explorado pois os software com esta abordagem são propícios à experimentação sem riscos e pressões, integrando o ambiente computacional ao mundo real, permitindo a construção de um micromundo³ onde os trabalhadores podem refletir, expor, testar e aperfeiçoar os modelos mentais nos quais se baseiam para enfrentarem os problemas. Segundo Senge (1990), na organização que aprende do futuro, os micromundos serão tão comuns quanto as reuniões de negócios, focando a criação de realidades alternativas futuras.

Na realização do ciclo descrição, execução, reflexão e depuração (Valente, 1993), a descrição que o trabalhador dá para a resolução do problema define claramente o modelo mental que expressa não apenas a forma como entende, mas também como age. Com a explicitação e formalização da resolução do problema, temos como subproduto o registro do modelo mental, que pode ser acrescentado à memória da organização. Como ela não deve depender de mecanismos individuais, uma vez que a organização pode perder lições e experiências quando as pessoas migram de um emprego para outro, o ciclo realizado, por meio da ferramenta Construcionista e a consequente formalização de um modelo mental, irá permitir a criação de uma “biblioteca” de modelos. Esta por sua vez, permitirá que os trabalhadores possam aprender com conhecimentos passados e pela experiência de outros.

Com relação a organização como um todo, o processo de resolver problemas e buscar soluções pode envolver vários trabalhadores, o que promove o trabalho colaborativo e cooperativo. Com este trabalho dá-se a oportunidade aos trabalhadores de compartilharem opiniões e soluções, definindo uma visão compartilhada de problemas e soluções.

³ O termo micromundo foi definido por Seymour Papert, criador da linguagem de programação Logo, como uma parte simplificada da realidade, um pequeno mundo, onde o computador é uma ferramenta que pode permitir a sua construção e exploração, oferecendo uma rica atividade intelectual (Papert, 1984).

O trabalho em equipe é evidenciado no desenvolvimento de projetos coletivos e colaborativos entre grupos de aprendizes. Por ser baseada na proposta de resolução de problemas, o aprendiz utilizando um software com abordagem construcionista tem a sensação de *empowerment*, uma vez que é responsável pela apresentação de uma solução para o problema, assumindo a sua propriedade e a satisfação de poder ser compartilhada e útil para os demais trabalhadores e para a organização como um todo. Isto implica em mostrar que as experiências e os conhecimentos dos trabalhadores são uma fonte de novos conhecimentos.

Por estas razões, a importância desta abordagem pode favorecer o comportamento e a tomada de decisões que este profissional terá no seu dia a dia. Dentro de um contexto enxuto, o paradigma construcionista engaja o profissional em uma aprendizagem *just-in-time* pois ele busca soluções para problemas do cotidiano, com necessidade de resolução imediata e com criatividade. Além disso, auxilia o indivíduo a responder mais efetivamente às mudanças que ocorrem em seu ambiente.

3.3 – A Avaliação da Aprendizagem Organizacional

A avaliação da aprendizagem tem surgido como um dos temas mais debatidos entre os educadores (Cappelletti, 1999; Hoffmann, 1993; Perrenoud, 1999) que encontram enormes dificuldades em definir métodos eficazes que possam substituir os tradicionais, uma vez que estes têm-se caracterizados como disciplinadores, punitivos e discriminatórios. É uma crítica severa a utilização de notas, conceitos e outras menções para avaliar os alunos. Assim, o sentido discriminatório da avaliação começa nesse momento, com a comparação das tarefas, dos conceitos, das notas, originando uma classificação quantitativa.

Hoffmann (1993) define este tipo de avaliação como classificatória, que se baseia na verificação das respostas “certas” ou “erradas” dos alunos e, com esta verificação

periódica, a tomada de decisão quanto ao aproveitamento escolar. No entanto, a avaliação não pode ser entendida como um momento de aplicação de testes e de julgamento de trabalhos e atividades. Ela deve ter outros subsídios que vão além do “rendimento” escolar. Nesta mesma linha, Perrenoud (1999) salienta a necessidade de uma avaliação formativa, que utiliza seus próprios instrumentos que vão de testes e provas à observação dos métodos de trabalho, dos procedimentos, dos processos intelectuais.

Da mesma forma, nas empresas, os sistemas de avaliação orientam-se quase que exclusivamente para aspectos quantitativos, principalmente com base em parâmetros financeiros (Peixoto, 1997), caracterizados como uma medida de rendimento, de reflexo nos lucros e na produção de bens, numa dimensão relacionada a eventos acabados como índices de qualidade, aumento da produção, velocidade na execução de tarefas, custos, aumento de vendas, entre outros. A situação se agrava, considerando que em uma pesquisa promovida pela *American Society for Training & Development* (Bassi, Cheney & Buren, 1997), 93% dos profissionais de treinamento em empresas afirmaram sofrer pressões para avaliar os efeitos do treinamento na organização, não apenas em termos financeiros. Entretanto, existe uma enorme dificuldade de se encontrar propostas de avaliação da aprendizagem para estes ambientes. Na sua maioria, a eficácia dos treinamentos é medida por meio de questionários ou por entrevistas com os trabalhadores envolvidos. A própria *American Society for Quality Control* – ASQC, que estabelece os requisitos dos sistemas de qualidade e de sua avaliação, não possui uma proposta bem definida sobre este assunto, claramente observada nos fóruns de debates que promove em sua página na Internet⁴.

Entretanto, para avaliar a aprendizagem é necessário adotar uma variedade de métodos e parâmetros de avaliação para se construir uma imagem representativa da realidade. Neste sentido, Hoffmann (1993) define e sugere uma nova postura de avaliação, denominada avaliação mediadora, que se opõem à avaliação tradicional, que é meramente classificatória. Para tanto, uma nova abordagem de avaliação deve analisar teoricamente

⁴ www.asq.org/standcert/qs-9000/sancl.html

as várias manifestações (verbais, escritas, comportamentais, outras produções) dos aprendizes em situações de aprendizagem.

Nesta abordagem, os aspectos como a valorização da subjetividade, o comportamento, os ideais, os valores, as emoções e a postura profissional podem ser considerados no desenvolvimento de novas estratégias que colaboram na compreensão do processo de aprendizagem organizacional. A valorização destes aspectos e as novas exigências de perfil e postura profissional têm forçado a revisão de critérios de avaliação, considerando as dimensões citadas acima, antes deixadas à parte (Peixoto, 1997).

Nesta direção, Garvin (1993) definiu o processo de avaliação da aprendizagem em uma organização por meio de três estágios: o cognitivo, o procedimental e o de desempenho.

O estágio cognitivo pode ser medido com questionários, onde são avaliadas as respostas dos trabalhadores, e testes práticos, com situações de fábrica, que visam verificar os processos de tomada de decisão. Este tipo de avaliação poderia se enquadrar no que Hoffmann 1993 define como classificatória e que é atualmente a mais utilizada. No entanto, este tipo de avaliação determina o comportamento do aprendiz, privilegiando a memória e a capacidade de expressão do que foi acumulado.

Considerando o uso de um software com abordagem construcionista, a avaliação cognitiva pode também ser realizada com a análise da descrição que o usuário dá para a resolução do problema, o que reforça a importância e a contribuição desta abordagem.

O estágio procedimental toma como base a observação direta do trabalhador e as suas atitudes. Esta observação começa já no processo de capacitação com o acompanhamento das sessões de formação e posterior análise dos registros que o software permite fazer. Novamente, a abordagem construcionista possibilita, além de verificar a solução do problema, a identificação dos procedimentos tomados pelo usuário, uma vez que na fase de descrição-reflexão-depuração-descrição há uma reavaliação dos modelos mentais e das soluções, que se refletem no comportamento do aprendiz.

Por conseguinte, é de suma importância observar e acompanhar os trabalhadores nos seus respectivos postos de trabalho no sentido de identificar mudanças de atitudes e de tomada de decisões. Aqui a avaliação está na observação do trabalhador na ação, a “prova” está no fazer, na forma de se produzir, na integração do conhecimento científico ao comportamental.

Além disso, o envolvimento de cada um pode ser também avaliado nas reuniões de avaliação, frequentemente realizadas em uma fábrica Enxuta e na sua participação em sugestões feitas e implementadas.

O último estágio de Garvin (1993) contempla uma avaliação dos efeitos do processo de formação e seus reflexos nos parâmetros de desempenho da fábrica, por exemplo, indicadores de qualidade, de satisfação do cliente, desenvolvimento de novos produtos, número de sugestões, entre outros ganhos tangíveis. Na realidade, este último estágio é ainda o mais utilizado pela grande maioria das empresas, porém o mais difícil de ser associado como consequência do processo de capacitação.

Outra proposta de avaliação, muito similar a de Garvin, é proposta por Kirkpatrick (1994). De acordo com esta proposta, a avaliação é feita em quatro níveis:

Nível 1 – Reações: Como o nome mesmo diz, este nível procura medir como os aprendizes avaliam e reagem ao programa de capacitação. Neste nível, eles respondem questões como: Você gostou do programa? O material foi relevante para o seu trabalho? Neste nível, embora uma resposta positiva não garanta a aprendizagem, uma reação negativa certamente reduziria as chances de sucesso.

Nível 2 – Aprendizagem: Apesar do nível ser definido como aprendizagem, ele nada mais é que o estágio cognitivo definido por Garvin (1993), ou seja, a avaliação é baseada na aplicação de testes no início e no final do programa de capacitação.

Nível 3 – Transferência: Neste nível, que corresponde ao estágio procedimental de Garvin, verifica-se se o aprendiz consegue aplicar o que aprendeu ao voltar ao trabalho.

Nível 4 – Resultados: Aqui é necessário verificar se a nova qualificação do trabalhador está economizando ou gerando dinheiro para a organização, ou seja, se há retorno sobre o investimento feito. Este nível corresponde claramente ao terceiro e último estágio de Garvin que se refere ao desempenho operacional medido por meio de resultados operacionais e financeiros.

Entretanto, avaliar a aprendizagem e seus efeitos apenas pelos três estágios de Garvin ou pelos quatro níveis de Kirkpatrick não contempla um fator muito importante que é o aspecto emocional e afetivo. As pesquisas (Cooper, 1997) mostram que este aspecto, devidamente gerenciado, pode proporcionar um ambiente de confiança, lealdade e de realização de trabalhadores, de equipes e por fim da organização.

Isto porque aferir o aprendizado apenas pelo desempenho é um erro. Goleman (1995) fala que as emoções são contagiosas e portanto levam o ser humano a grandes mudanças, transformando-a em um bem do local de trabalho nos anos futuros.

Com o aprendizado organizacional não sendo somente sinônimo de melhoria de desempenho, é preciso verificar o sentimento de ânimo e energia em toda a organização, a qualidade dos diálogos, a capacidade de acreditar e ser acreditado, o sentimento de integridade e autenticidade, o sentimento de ser capaz de achar soluções para situações difíceis e tomar decisões (*empowerment*), pois o conhecimento abrange também ideais, valores e emoções (Nonaka & Takeuchi, 1997).

Finalmente, a avaliação deve ser idealizada e melhorada dentro do contexto do qual ela faz parte, não processo também de construção, de participação, de reflexão e de significado.

Capítulo 4 – Software Construcionistas para Aprendizagem Organizacional

Os ambientes computacionais baseados no paradigma construcionista e projetados com características centradas no aprendiz são importantes na formação de trabalhadores em empresas dirigidas para o novo mercado global, onde as organizações estão encontrando novas formas de pensar, de se organizar, de se comunicar e de trabalhar.

No contexto dessas empresas, o uso das tecnologias e do computador poderiam contribuir na formação e capacitação do operário. Neste capítulo serão descritos os aspectos de construção de ambientes construcionistas, as características quanto ao *design* destes ambientes para adequar o seu uso a mudança de paradigma de aprendizagem e serão apresentados alguns exemplos de software construcionistas para a aprendizagem organizacional.

4.1 - A Construção de Ambientes Construcionistas para Aprendizagem Organizacional

O modelo de construção de um ambiente construcionista para a formação de trabalhadores deve consistir de um conjunto de práticas que deve organizar os trabalhadores em equipes para colaborar na definição do sistema computacional, motivando-os uns aos outros e acompanhando o desenvolvimento da ferramenta e o seu relacionamento com os aspectos da fábrica. A formação destas equipes ainda promove facilidades de desenvolvimento através do exemplo, onde o aprendizado ocorre com cada um ensinando ao outro novas situações. Além disso, promove a formação de grupos para resolução de problemas e de estratégias, semelhantes aos círculos de qualidade, discutindo problemas com a implementação do sistema computacional e com o ambiente de trabalho.

Além disso, a participação do trabalhador nesta etapa permite o *empowerment*, uma vez que dá poderes ao trabalhador de ser co-responsável pela construção do software, pelo controle de sua qualidade e por outras funções que seriam tradicionalmente e unicamente executadas por analistas de sistemas ou outros profissionais. Algumas pesquisas mostram que, quando trabalhadores têm mais participação e controle e são capazes de colaborar no desenvolvimento dos sistemas, eles tem contribuído para a melhoria do processo e estão empenhados nisto, desejando que as mudanças provenientes do seu empenho ocorram (Jenkins & Florida, 1995).

Tudo isto permite o desenvolvimento, em parceria com os projetistas do sistema, de uma ferramenta construcionista cujo conjunto de atividades de aprendizagem estejam estruturadas em um ambiente de trabalho contextualizado, desenvolvendo conhecimento específico de forma a compreender o que e como se produz.

Nesta investigação, o uso de metáforas foi explorado para a definição da interface computacional, uma vez que elas são usadas com frequência nos diálogos entre os trabalhadores. Elas servem como um poderoso meio de expressão. Uma metáfora é um método de percepção, uma forma de fazer com que as pessoas com diferentes experiências compreendam algo intuitivamente por meio da imaginação e dos símbolos (Nonaka & Takeuchi, 1997). Para Erikson (1990), ela é um conjunto interligado e invisível de termos e associações que permite usar o conhecimento de objetos concretos, familiares e experiências anteriores para dar estrutura a conceitos abstratos. Na verdade, elas fazem parte constante de nossas formas de comunicação e de pensamento, uma vez que o uso de metáforas na definição das interfaces computacionais têm a mesma características das metáforas que usamos diariamente.

Entretanto, dentro da abordagem construcionista, algumas características quanto ao *design* dos ambientes computacionais também são necessárias para adequar o seu uso a esta mudança de paradigma de aprendizagem.

4.2 - *Design* de Interfaces

Por alguns anos os usuários de computadores ficaram presos ao desenvolvimento de dispositivos de comunicação que limitavam a interação com a máquina e na verdade ditavam a forma de sua utilização. Este período ficou caracterizado por interfaces centradas na tecnologia.

A partir dos anos 80, com o desenvolvimento cada vez mais acelerado da tecnologia e o oferecimento de dispositivos cada vez mais modernos, viveu-se um momento onde o *design* centrado na tecnologia passou a ser centrado no usuário.

Tendo como foco principal o usuário, o *design* nele centrado leva em consideração as suas necessidades, identificando como fazem normalmente uma atividade a ser realizada utilizando o computador (M.A.F., Borges, 1997). Algumas características do *design* centrado no usuário fazem uso de propriedades naturais das pessoas e do mundo, de forma a tornar mais humana e mais prazerosa a interação homem-máquina, reduzindo a carga cognitiva do usuário, proporcionando facilidade de aprendizagem e diminuindo o tempo para realizar uma tarefa.

Entretanto, para a área educacional, o usuário que se tem é um aprendiz que possui necessidades diferentes de um usuário comum. É a partir deste ponto que um novo conceito de *design* é proposto e que está centrado na figura de um aprendiz (Norman & Spohrer, 1996; Soloway, et al., 1995; Soloway & Prior, 1996). Na verdade, o *design* centrado no aprendiz é uma extensão do *design* centrado no usuário, levando-se em consideração que ele busca auxiliar o usuário não apenas a efetuar uma tarefa, mas também a aprender enquanto a executa. Assim, certas características são importantes e devem ser contempladas neste tipo de *design* (Soloway & Prior, 1996):

- adaptar-se ao conhecimento;
- adaptar-se à heterogeneidade dos usuários, levando-se em consideração os diversos estilos de aprendizagem;
- tornar a interface atrativa de modo a que os usuários dediquem atenção à tarefa;

- focar nas necessidades, habilidades e interesses dos usuários, frequentemente acompanhando a abordagem baseada em problemas;
- permitir o desenvolvimento de certas competências por meio da interação com o computador;
- utilizar a abordagem construcionista.

Na Figura 4.1 pode-se ver os três tipos de *design* cronologicamente, considerando-se o poder computacional disponível em cada época e os avanços nas questões de interface homem-máquina.

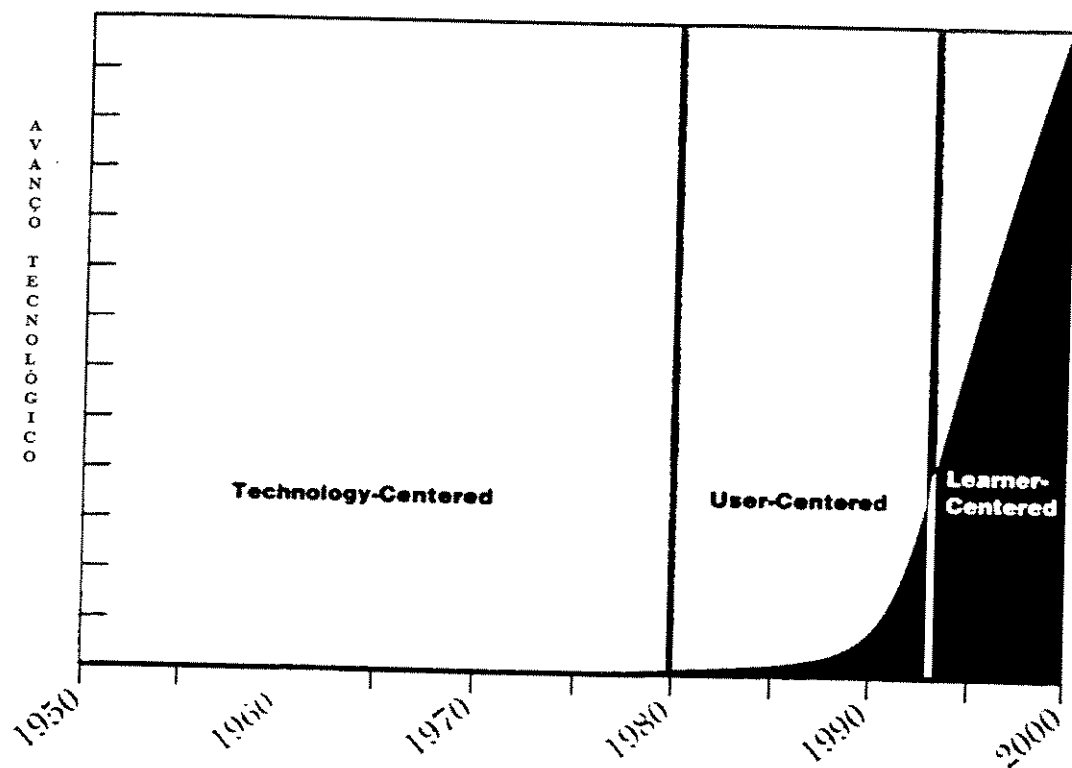


Figura 4.1 - História do *Design* de Interfaces

Adaptado de Soloway & Prior, 1996

O estabelecimento da extensão do *design* centrado no usuário para o centrado no aprendiz, requer contemplar necessidades básicas de um aprendiz (Soloway et al., 1995) e que vão ao encontro da abordagem construcionista e sócio-cultural que se utiliza nesta pesquisa:

- **Crescimento:** Uma das funções básicas da Educação é promover o desenvolvimento do aprendiz com relação a sua inteligência, capacidade criativa, responsabilidade. Estes aspectos são importantes para o perfil de profissional que o mercado necessita.
- **Diversidade:** Há uma enorme diferença no desenvolvimento cognitivo e social, no “Background” cultural e nos estilos de aprendizagem dos alunos.
- **Motivação:** O interesse e o contínuo compromisso do estudante não podem ser garantidos plenamente. Estudantes aprendem melhor quando engajados em tarefas motivadoras e contextualizadas, que possuam algum significado para eles.

Além disso, há quatro elementos que devem ser considerados quando da construção dos ambientes de aprendizagem (Soloway et al., 1995) :

- **Contexto:** Qual é o ambiente na qual o software será utilizado? Como será utilizado e por quem?
- **Tarefas:** Quais são as tarefas que o software realizará?
- **Ferramentas:** Quais ferramentas executaram estas tarefas?
- **Interface:** Qual é a interface para estas tarefas?

A tabela 1 ilustra algumas diferenças e relações entre os *designs* centrados no usuário e no aprendiz com relação aos elementos considerados acima.

Tabela 1: Metas do *Design* Centrado no Usuário x Metas do *Design* Centrado no Aprendiz.
 Fonte: <http://krusty.eecs.umich.edu/highc/projects/lcd.html>

	<i>Design Centrado no Usuário</i>	<i>Design Centrado no Aprendiz</i>
• Tarefa	• Fazendo	• Aprendizagem sobre a tarefa enquanto fazendo
• Ferramenta	• Útil, produtiva e fácil uso	• Suporte a diversos estilos de aprendizagem e níveis de esperteza
• Interface	• Usável e não obstrutiva	• Atrativa

Sob o aspecto do *design* centrado no aprendiz, pode-se construir ambientes computacionais com algumas características especiais para os aprendizes como: aprendizes não necessariamente sabem como realizar uma tarefa, eles precisam de ferramentas adaptáveis para os diferentes estilos de aprendizagem, e necessitam de uma interface que não é apenas usável, como também atraente.

Assim, o *design* centrado no aprendiz poderá prover algumas características interessantes e que complementam a abordagem construcionista, como:

- Contexto autêntico;
- *Feedback* imediato;
- Controle da tarefa pelo aprendiz;
- Facilidade para correção de erros;
- Ambientes realísticos e personalizados;
- Uso de várias mídias (gráfica, animação, vídeo, som);

Por fim, a construção de ambientes com estas características deve ser realizada de acordo com as necessidades das empresas e projetada com a participação total do usuário (funcionário), firmemente norteado por suas experiências.

4.3 - Exemplos de Ambientes de Aprendizagem Organizacional Construcionistas

O pioneiro trabalho de Hoyles & Noss (1996) apresenta uma importante contribuição do uso da abordagem construcionista em um ambiente diferente de uma escola. Neste caso, eles criaram um ambiente de aprendizagem de Matemática Financeira com Logo e usaram este ambiente com profissionais de uma instituição financeira. A idéia era oferecer a estes profissionais uma ferramenta com a qual eles pudessem testar concretamente os conceitos matemáticos que usam no seu cotidiano e verificar os modelos mentais que possuem sobre eles. Contudo, nenhum trabalho de implantação de uma metodologia de formação e de avaliação da aprendizagem, usando um software Construcionista, envolvendo estes profissionais, foi desenvolvido até o momento, o que pode ser estendido também para os trabalhadores de empresas Enxutas.

Os trabalhos desenvolvidos por pesquisadores do Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Unicamp – Nied – está pautado no desenvolvimento de software com estética Construcionista para capacitação de trabalhadores de empresas Enxutas (E.L., Borges, M.A.F., Borges, 1997; Fernandes, Furquim & Baranauskas, 1996; Valente, 1997a; Valente, Mazzone & Baranauskas 1997a; Valente, Mazzone & Baranauskas, 1997b; Valente & Schlünzen, 1999). Nesta abordagem, LEGO-Logo¹, jogos computacionais, simuladores e sistemas especialistas foram desenvolvidos como ferramentas importantes para descrição de problemas, aquisição de conceitos e exploração de outros, visando preparar o profissional para enfrentar situações de fábrica, entender e participar deste novo paradigma de produção.

Como exemplos de ambientes de aprendizagem organizacional construcionistas que foram construídos com a participação permanente dos funcionários da empresa, serão apresentados a seguir, três que estão relacionados com a aprendizagem organizacional e que foram concebidos com esta abordagem.

¹ Utilização de dispositivos como tijolinhos, motores, engrenagens, polias e sensores, para construção de máquinas que, conectadas ao computador, são comandadas por programas escritos na linguagem Logo.

4.3.1 - O Ambiente Enxuto e o Sistema Jonas

O Enxuto (E.L., Borges, 1997) é um ambiente de modelagem e simulação cujo objetivo é construir o modelo de fábrica utilizando-se objetos previamente definidos e disponíveis na interface como estações de trabalho, transportes, funcionários, técnicos de manutenção, entre outros. Definidos os objetos, o usuário interliga-os compondo uma linha de produção, como mostrado na Figura.4.2.

Definidos os atributos da modelagem, como velocidade de produção, índice de defeitos médios, quantidade de matéria-prima, entre outros, o modelo é simulado por um determinado período de tempo. Ao final, o usuário pode analisar a configuração da linha de produção e avaliar os resultados, podendo alterar o modelo no intuito de melhorá-lo.

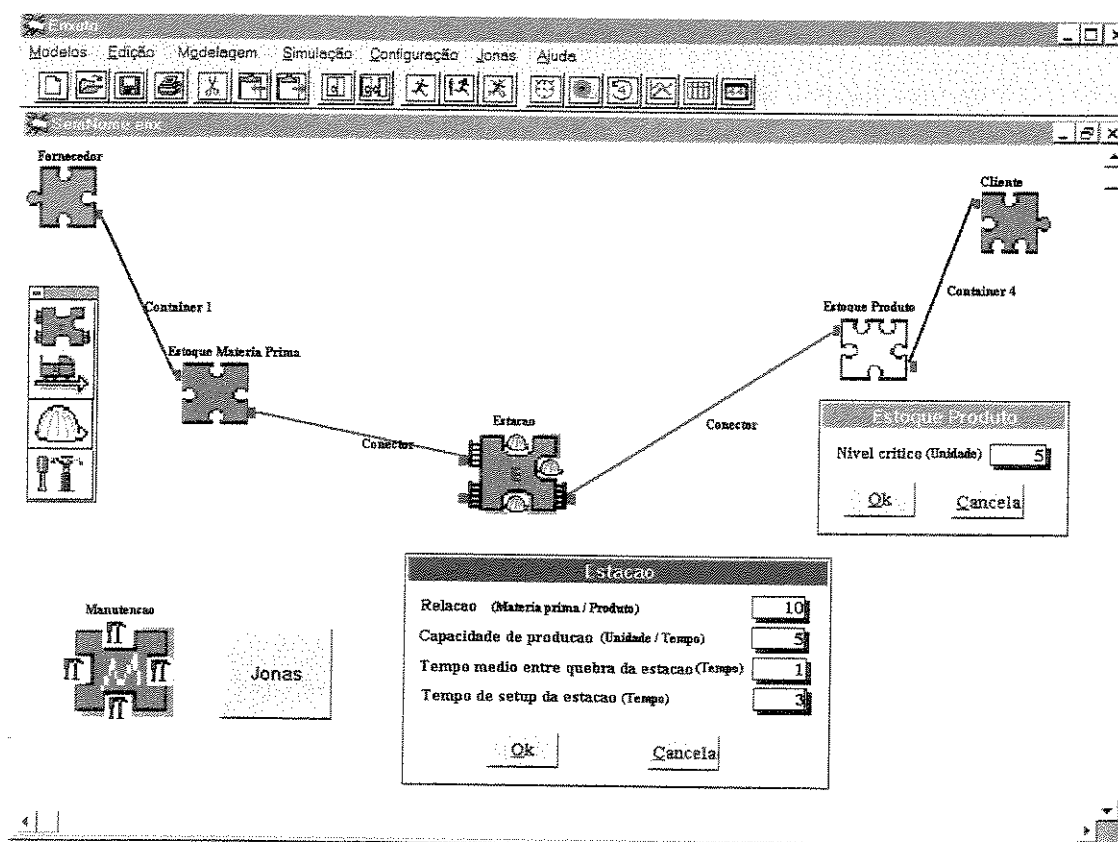


Figura 4.2 – A Interface do Enxuto

Fonte: E.L., Borges, 1997.

O aprendiz está livre para explorar um ambiente contextualizado, sendo estimulado a testar idéias, aprender novos conhecimentos, sempre com o objetivo de obter melhorias e aprender estratégias de melhoria dos processos produtivos. Além disso, os usuários podem se sentir incentivados a tomar a iniciativa de efetuar melhorias na própria linha de produção onde trabalham tendo por base os resultados que obtém das simulações.

O sistema Jonas² (M.A.F., Borges, 1997) é um sistema especialista integrado ao ambiente Enxuto que tem como objetivo auxiliar o usuário, aumentando o seu poder de decisão. Assim, o usuário pode pedir ajuda ao Jonas quando não entender ou não conseguir identificar como melhorar os resultados da simulação. Basicamente, o sistema Jonas funciona como um conselheiro para o usuário quando este utiliza o Enxuto, procurando apresentar informações que ajudem a identificar problemas e melhorar os resultados, conforme pode ser observado pela Figura 4.3.

4.3.2 - LEGO-Logo

O LEGO-Logo é a combinação dos tradicionais blocos do jogo LEGO e de seus dispositivos eletro-mecânicos como motores, sensores, engrenagens e polias com o ambiente da linguagem Logo, conectados por meio de uma interface computacional (Valente, 1997a; Valente & Canhete, 1993).

Assim, é possível construir conjuntos eletro-mecânicos e testá-los escrevendo procedimentos em Logo, que irão controlá-los, como, por exemplo, a esteira rolante e o carrinho caçamba da Figura 4.4, cuja aplicação pode ser muito bem utilizada para um ambiente de fábrica.

² O sistema Jonas foi baseado no personagem *Jonah* do livro *A Meta* (Goldratt & Cox, 1990), que é uma espécie de consultor de empresas que nunca indica as soluções para os problemas, mas conduz os funcionários da empresa a encontrá-las.

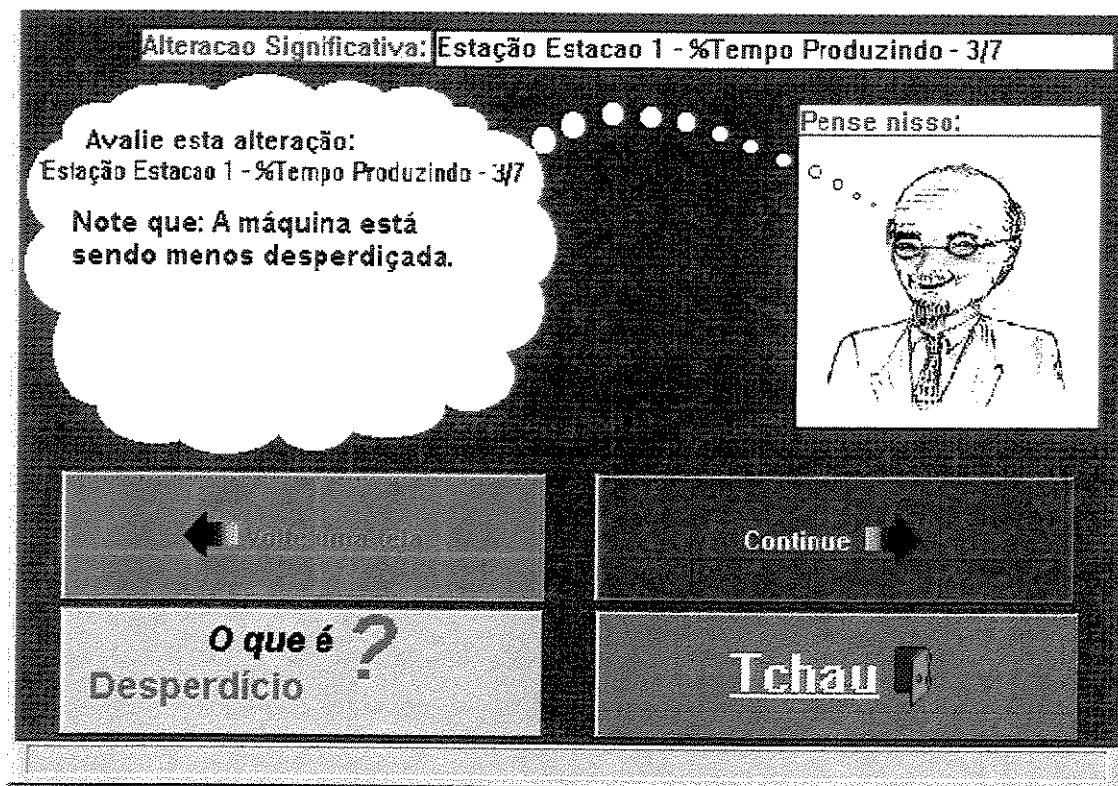


Figura 4.3 – Uma Tela do Sistema Jonas

Fonte: M.A.F., Borges, 1997

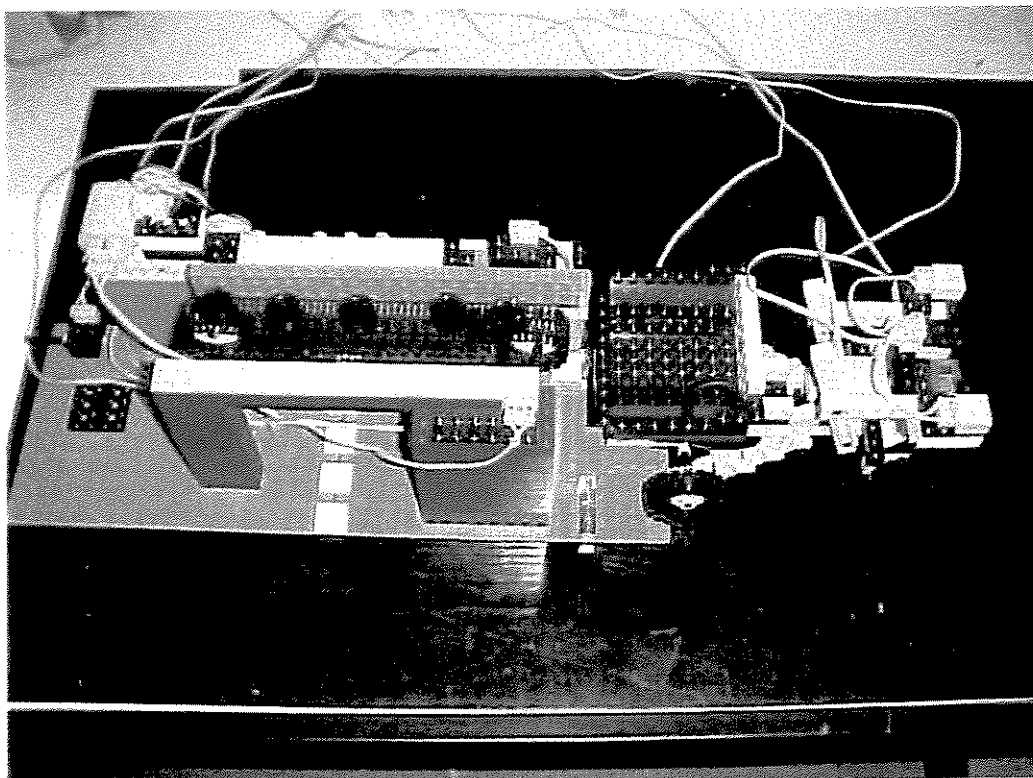


Figura 4.4 – Um Dispositivo Eletro-mecânico em LEGO-Logo desenvolvido por Pesquisadores do Nied/Unicamp

Para construir estes conjuntos, o usuário usa vários conceitos de Física, Engenharia, Matemática e Automação, o que é muito interessante para os trabalhadores que operam em linhas de produção, que podem conhecer os princípios de funcionamento das máquinas.

Além disso, todos os procedimentos podem ser observados e os erros podem ser eliminados, melhorando com isso o ambiente de trabalho e implementando um sistema de sugestões que pode contribuir muito para o melhoramento contínuo das linhas de produção.

4.3.3 - O Jogo do Alvo

O Jogo do Alvo (Baranauskas, 1998; Fernandes, Furquim & Baranauskas, 1996) é um software desenvolvido com o objetivo de abordar conceitos de Controle Estatístico de Processos (CEP), que é um método estatístico para controlar ou eliminar as variações no processo produtivo. Para tanto, são utilizados gráficos - Cartas de Controle - que permitem acompanhar o comportamento de uma dada característica de qualidade.

Esta ferramenta utiliza a metáfora de um alvo cuja meta é conseguir a uniformidade dos tiros em torno do alvo. Esta uniformidade irá gerar um gráfico que representaria analogamente uma carta de controle da fábrica e representaria o que seria ideal para um processo, ou seja, a estabilidade e a capacidade.

Este jogo possui duas versões: a primeira será apresentada sucintamente neste capítulo e a segunda descrita com mais detalhes no capítulo 6, uma vez que foi a ferramenta usada para o desenvolvimento da pesquisa.

Tomando por base as características do *design* centrado no aprendiz é que o software Jogo do Alvo foi implementado. Ele possuía, na sua primeira versão (Baranauskas, 1998), três módulos: Funcional, Estratégico e Farol, cada um deles abordando aspectos diferentes de CEP como variações causais, variações aleatórias, processos em auto-controle, entre outros.

No módulo funcional o usuário posiciona com o *mouse* onde ele quer que o tiro atinja o alvo, conforme ilustra a Figura 4.5. Neste módulo, como o usuário não tem dificuldade em posicionar cada tiro, é possível provocar várias situações e, em seguida, observar os resultados. Estes resultados são expressos por meio de gráficos da média, amplitude e histograma referentes a um conjunto de 24 tiros, onde o usuário, com estas informações, é convidado a classificar o processo quanto a sua estabilidade e capacidade, conforme mostra o exemplo da Figura 4.6.

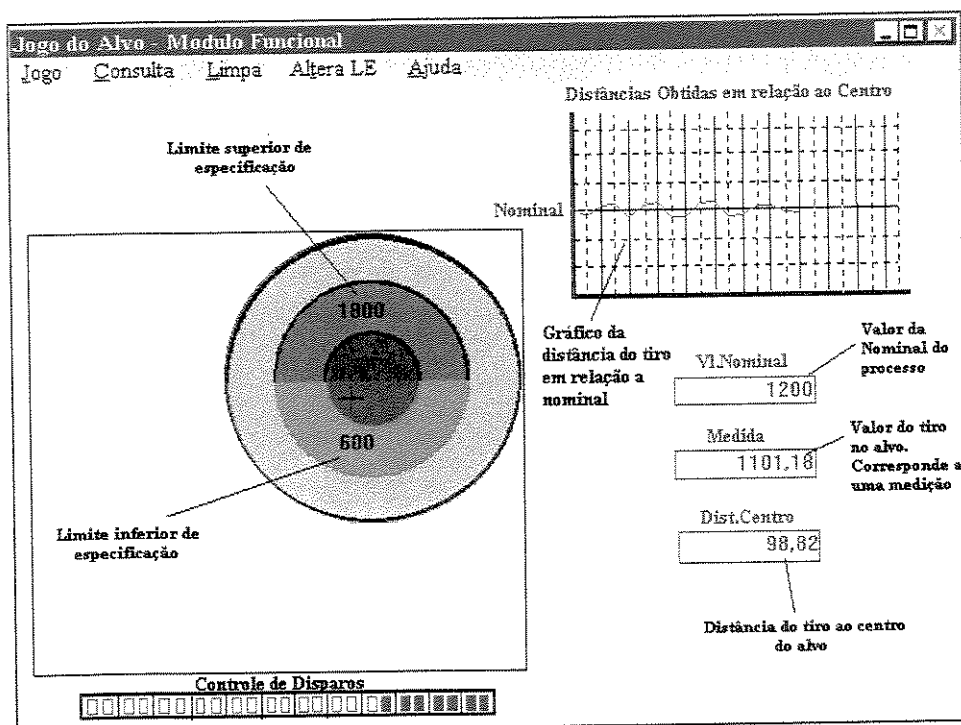


Figura 4.5 – Jogo do Alvo - Modulo Funcional (Primeira Versão)

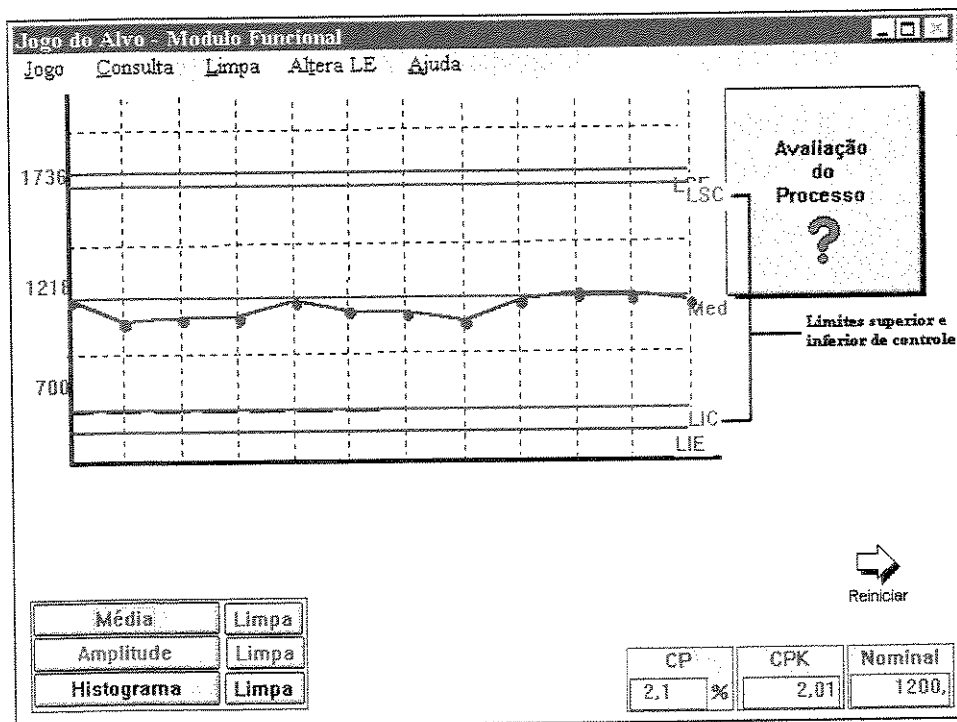


Figura 4.6 - Gráfico da Média pelo Jogo do Alvo

Após a classificação do usuário, o sistema emite a resposta correta que pode ser trabalhada caso o usuário respondeu incorretamente.

No módulo estratégico alguns fatores irão influenciar o posicionamento do tiro em relação ao alvo. Estes fatores estão definidos como posição da mira, interferência de vento e intensidade da pólvora. Entretanto, o usuário poderá compensar estas interferências de forma a conseguir com que o tiro fique próximo ao centro do alvo através da compensação destes fatores com a escolha de forças compensatórias, como apresentado na Figura 4.7.

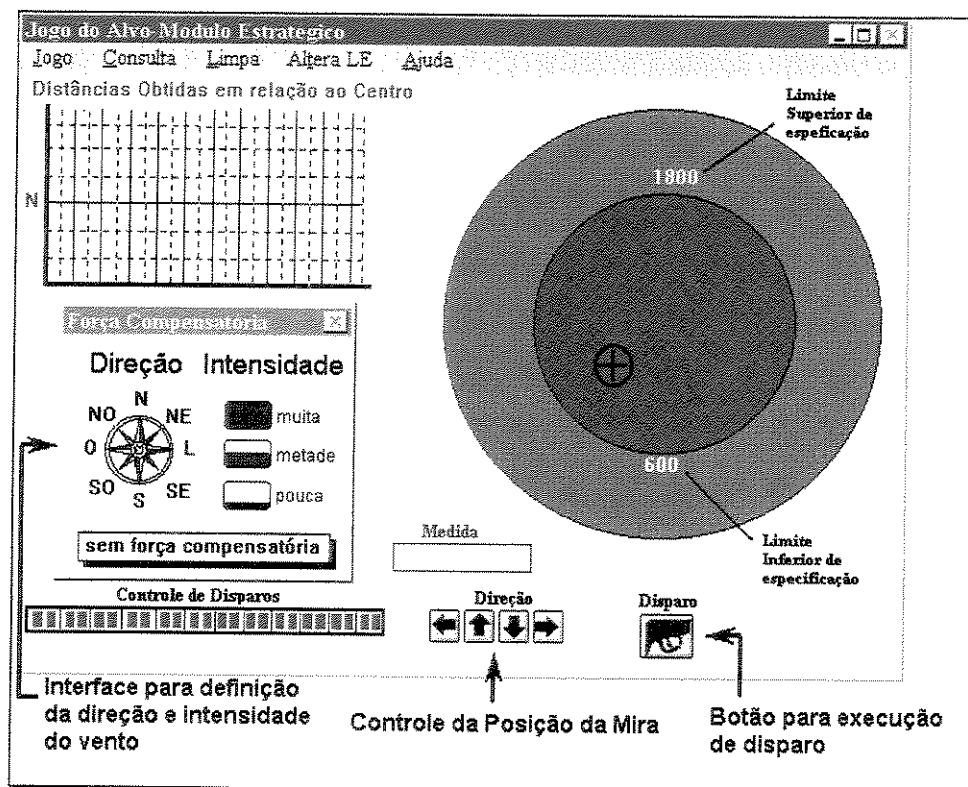


Figura 4.7 - Módulo Estratégico – Primeira Versão

Finalmente, o módulo Farol foi concebido baseado no Gráfico do Farol que é um procedimento de controle da qualidade utilizado na fábrica quando um determinado processo já alcançou níveis de estabilidade e capacidade. Trata-se de uma ferramenta gráfica que permite ao próprio operador tomar decisões em função dos resultados de controle que vão sendo obtidos ao longo de um processo. O gráfico na fábrica é dividido em 3 regiões básicas: vermelha, amarela e verde, em analogia às cores do farol de trânsito e está ilustrado na Figura 4.8.

DELPHI		RQS-028 REV.00 DE 23/12/97		
		<u>CARTA DE AUTOCONTROLE</u>		
No.: 897	PEÇA NOME: RAOADOR 180C	MÁQUINA: TESTE FINAL		
ANO: 199	ESPECIFICAÇÃO: 706,30±2,0mm	INSTRUMENTO: PASSEMETRO D.D.		
	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO: PINO A PINO INFERIOR - KPC 2	PEÇA : S2 478 588/590		
	QUANTIDADE DE AMOSTRAS: 02	FREQUÊNCIA : 1 VEZ TURN-OVER-JP		
Data da Leitura				
Hora da Leitura				
Título				
Reg. do Operador				
G R Á F I C O	706.67			
	706.60			
	706.30			
	706.17			
	706.00			
	707.83			
	707.67			
	707.52			
	707.33			
	707.17			
	707.00			
	706.43			
	706.27			
	706.50			
	706.33			
	706.17			
	706.00			
	D E	705.83		
		705.67		
		705.50		
705.33				
705.17				
705.00				
704.83				
704.67				
704.50				
704.33				
A U T O C O N T R O L E	704.17			
	704.00			
	703.83			
	703.67			
	703.50			
	703.33			
	703.17			
	703.00			
	702.83			
	702.67			

95

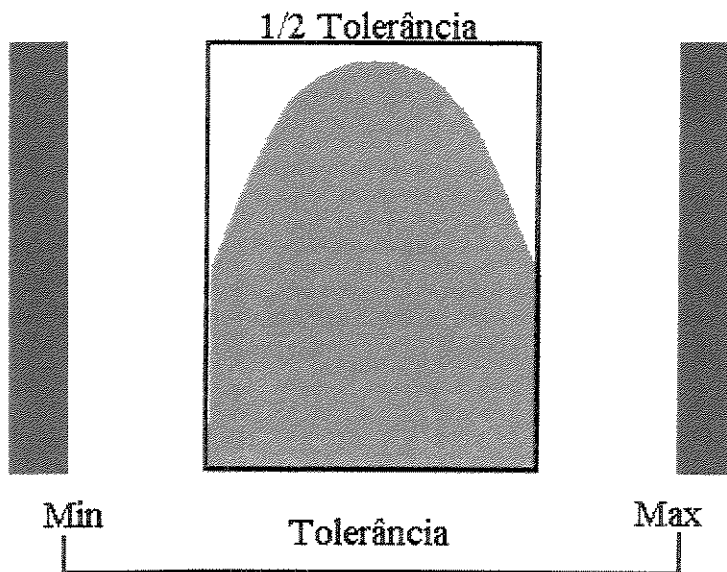
Para aplicação do gráfico do farol, o trabalhador deve proceder da seguinte maneira:

a) ajuste da máquina (set-up)

Verifique todas as peças. A ajustagem estará correta quando 5 peças seguidas estiverem na região verde (vide gráfico abaixo);

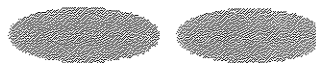
b) produção

Medir 2 peças consecutivas e seguir as instruções do gráfico do farol.

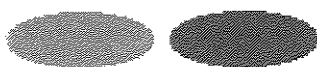


Passos a serem seguidos:

1- Verifique 2 produtos. Se ambos estiverem na região verde, continue normalmente a produção.



2- Se 1 ou 2 produtos estiverem na região vermelha, avise o responsável para as providências corretivas e selecione o material existente. Quando os reajustes forem feitos, volte ao passo 1.



3- Se 1 ou 2 produtos estiverem na região amarela, verifique mais 3 produtos.



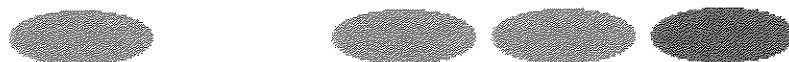
A- Se 3 ou mais produtos estiverem na região verde, continue normalmente a produção.



B- Se 3 ou mais produtos estiverem na região amarela, avise o responsável para as providências corretivas. Quando os ajustes forem feitos, volte ao passo 1.



C- Se qualquer produto estiver na região vermelha, avise o responsável para as providências corretivas e selecione o material. Após os necessários ajustes, volte ao passo 1.



O usuário pode optar por gerar as amostras por meio de tiros cuja posição no alvo ele mesmo determina com o mouse – modo induzido, ou por meio da aleatoriedade – modo aleatório.

No modo induzido, o usuário, com o mouse, escolhe a posição do tiro no alvo e seu valor é marcado na carta mais acima, conforme ilustra a Figura 4.9. Dependendo da cor onde o tiro atinge o alvo, o usuário deve tomar a decisão se continua o processo com novas medições ou se toma alguma atitude.

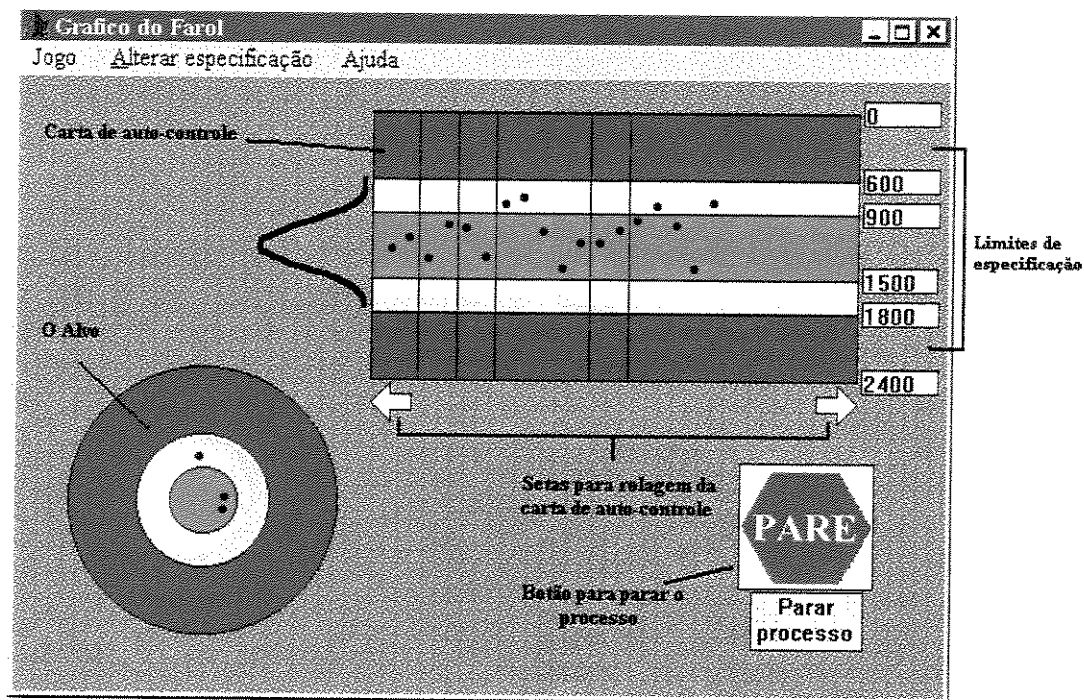


Figura 4.9 – Módulo Farol – Modo Induzido

No modo aleatório, a localização dos tiros no alvo não depende do usuário mas sim do próprio software que a escolhe quando é pressionado o botão “Atirar”, conforme pode ser observado na Figura 4.10.

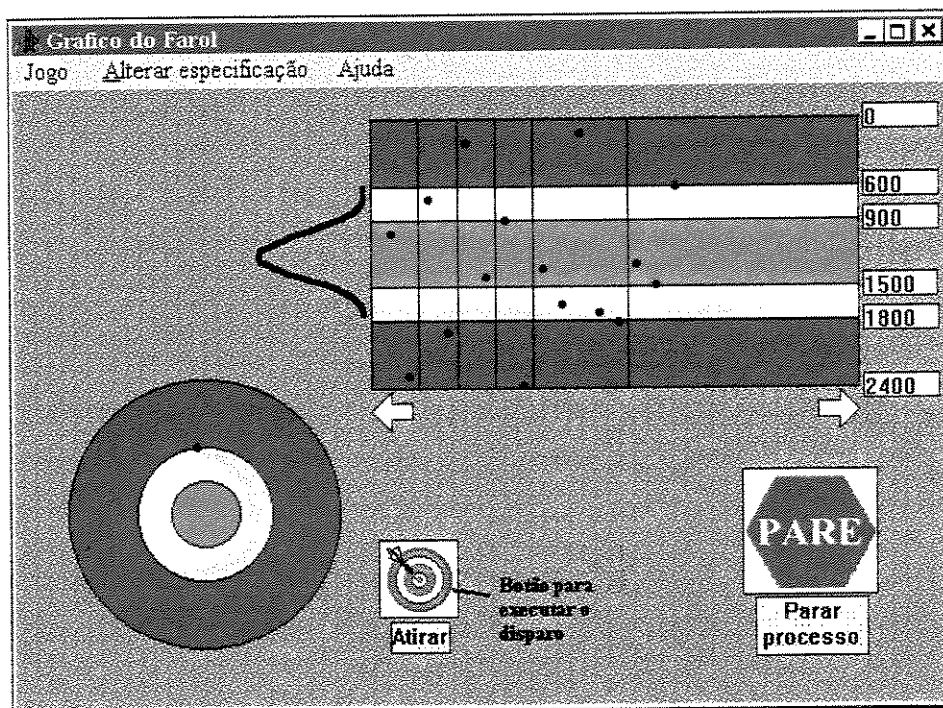


Figura 4.10 – Módulo Farol – Modo Aleatório

Ao final de cada sessão com o Jogo do Alvo, existe um registro das repostas de cada usuário armazenadas em disco para futuras observações.

4.4 – Uma Proposta para a Criação de um Ambiente de Aprendizagem Organizacional

Apesar dos sistemas computacionais usados para treinamento profissional estarem, quase que na totalidade, baseados na transferência de informação para o trabalhador, ou seja, em uma abordagem Instrucionista, estas características não interessam às empresas pois submetem o trabalhador a um papel passivo no processo de aprendizagem e não desenvolvem a sua capacidade criativa, de raciocínio e participativa na resolução de

problemas. Além disso, o conteúdo abordado e a forma com que é tratado muitas vezes não estão associados com as experiências vivenciadas por ele.

Desta forma, esta pesquisa procura propor uma solução para os aspectos levantados até o momento como: a importância da aprendizagem organizacional e da formação de uma cultura de aprendizagem nas empresas Enxutas; a falta de alternativas para a empresa resolver os problemas advindos da formação do profissional; o uso das novas tecnologias para esta formação baseado em uma abordagem construcionista; e em um processo de avaliação integrador de diferentes estágios (cognitivo, procedimental, de desempenho, afetivo/emocional).

Este trabalho procurará mostrar que a construção de um ambiente de aprendizagem organizacional, baseado no computador e com uma abordagem construcionista, poderá ajudar a resolver problemas de formação de trabalhadores em empresas Enxutas. Assim, no próximo capítulo serão descritos os objetivos e a metodologia desenvolvida na pesquisa, considerando a importância da criação deste ambiente.

Capítulo 5 – Objetivos e Desenvolvimento Metodológico da Pesquisa

Tendo em vista a proposta sistematizada no final do capítulo 4, a qual pretende-se desenvolver, são estabelecidos a seguir, os objetivos que norteiam o presente trabalho, bem como, a metodologia utilizada para atingi-los.

5.1 Objetivo Geral

A proposta geral do presente trabalho é conceber e avaliar um ambiente de aprendizagem baseado no computador e contextualizado para formar trabalhadores na empresa Enxuta *Delphi Automotive Systems- Divisão Harrison Thermal Systems*.

5.2 Objetivos Específicos

- Analisar, depurar, re-implementar e validar uma ferramenta computacional construcionista baseada na primeira versão do Jogo do Alvo, de acordo com a realidade da fábrica;
- Formar profissionais para capacitar os trabalhadores, usando a ferramenta computacional desenvolvida, segundo a abordagem construcionista contextualizada e significativa;
- Avaliar o processo de aprendizagem dos trabalhadores sob os aspectos cognitivos, procedimentais, de desempenho e afetivos/emocionais.

5.3 Metodologia

A investigação iniciou com uma análise do processo de formação de recursos humanos na empresa Delphi Automotive Systems – Divisão Harrison Thermal Systems, com a implementação do ambiente de aprendizagem construcionista para a capacitação de trabalhadores, com uma avaliação do processo ensino-aprendizagem considerando não apenas os aspectos cognitivos, como também os procedimentais, de desempenho, emocionais e afetivos, e que permitiu desenvolver a aprendizagem na organização, refletindo nos resultados da empresa.

No entanto, para chegar a ela, uma série de atividades foram desenvolvidas no período de dois anos e seis meses, com um constante trabalho de observação, diálogo, e auto-aprendizado. Isto significou também o desenvolvimento de programas de capacitação de trabalhadores que, conseqüentemente, levaram a conclusões para a elaboração da metodologia.

Como ponto de partida, é importante salientar que todo o trabalho foi realizado com uma permanente presença na empresa, com a capacitação sendo feita em serviço, o que está relacionada com as experiências de formação de professores que utilizaram esta metodologia (Almeida, Schlünzen, Schlünzen, Hernandes & Morelatti, 1998).

A construção da metodologia, tanto de capacitação, como de avaliação passou por várias transformações até a sua definição final. Além disso, foi possível identificar um problema gerencial crítico na fábrica, ou seja, o Controle Estatístico de Processos – CEP, e que faz parte de um dos critérios fundamentais nas auditorias de qualidade que é submetida a empresa a cada seis meses¹.

¹ Para manter a certificação QS9000 a Delphi-Harrison é auditada semestralmente por uma empresa especializada. Uma não conformidade com algum item de qualidade pode implicar na perda do certificado o que seria muito ruim para a empresa, uma vez que esta certificação é uma exigência para manter e conseguir novos clientes.

Entretanto, para o desenvolvimento da metodologia, era necessário a implementação de um ambiente computacional construcionista contextualizado que abordasse o tema e que será descrito no próximo capítulo. Porém, já havia no Nied um software com uma versão inicial implementada sobre o assunto (Baranauskas, 1998; Fernandes, Furquim & Baranauskas, 1996). No entanto, antes de usar o software, passamos por uma fase de análise do software, o qual foi usado com alguns trabalhadores e nos permitiu encontrar alguns problemas com a interface computacional e com alguns erros conceituais que comprometiam a sua aplicação e que também serão descritos no próximo capítulo. Assim, após uma análise dos aspectos a serem redefinidos e melhorados, o software foi re-implementado em uma outra linguagem de programação, com a definição de uma nova interface para ele, adição de novos recursos e abordando novos conceitos sobre controle estatístico de processos. Com a nova implementação, pudemos atender às questões de representação, execução e registro da ação dos trabalhadores, uma vez que estas características são importantes para a aplicação da metodologia desenvolvida.

Terminada a validação do software, iniciamos com a formação dos trabalhadores em relação ao software e aos conceitos nele abordados para, posteriormente, avaliarmos a aprendizagem sob os aspectos cognitivos, procedimentais, de desempenho e afetivos/emocionais.

5.3.1 – O Jogo do Alvo – Depuração e Re-implementação

O Jogo do Alvo havia sido implementado sem ter sido ainda desenvolvido nenhuma atividade de depuração com mais rigor com o pessoal na fábrica. Com este objetivo, escolheu-se um dos coordenadores da fábrica e um dos funcionários para realizar esta tarefa. Assim, na primeira versão do jogo foi realizado uma depuração e levantados os problemas que poderiam inviabilizar a sua utilização.

Diante disso, foi implementada uma nova versão para o jogo, utilizando uma linguagem de programação que oferecesse recursos gráficos de forma a conseguir superar os

problemas da versão anterior e permitindo implementar todas as modificações que se faziam necessárias.

A re-implementação do software Construcionista foi realizada a partir das necessidades da fábrica, com a participação e colaboração constante dos funcionários da Delphi-Harrison, o que permitiu torná-las contextualizadas e significativas. Neste sentido, a convivência no ambiente foi muito rica e importante, havendo uma troca de conhecimentos e experiências entre o acadêmico e o empresarial, com um aprendizado mútuo e compartilhado.

Assim, a definição da configuração final do Jogo do Alvo utilizada no programa de capacitação foi fruto de constantes visitas a fábrica e baseada nas opiniões e sugestões coletadas do grupo de profissionais do Departamento de Qualidade da Delphi-Harrison e dos trabalhadores da fábrica. O grupo do Departamento de Qualidade é responsável pelo treinamento dos funcionários da fábrica em relação aos conceitos teóricos e práticos de CEP.

Esta etapa do trabalho foi baseada em uma atividade interativa funcionário/Jogo, onde o participante era convidado a utilizar o jogo, analisando, criticando e sugerindo mudanças.

Além destas atividades, a nova versão do Jogo do Alvo teve a colaboração dos pesquisadores do Nied e dos pesquisadores Celia Hoyles e Richard Noss do *Institute of Education da University of London*.

Os resultados apresentados foram todos validados por intermédio de um equipamento especial (DP7 – Digimatic Mini-processor, fabricado pela empresa Mitutoyo), projetado para efetuar uma série de cálculos estatísticos e gerar as cartas de controle. Este procedimento foi importante pois, além de garantir a confiabilidade dos resultados do software, atendeu às normas de validação da empresa com relação a utilização de novos procedimentos e novas ferramentas para treinamento.

5.3.2 – A Metodologia de Formação

O desenvolvimento metodológico utilizado para atingir os objetivos propostos, constou previamente de um amplo programa de capacitação de trabalhadores que teve basicamente duas etapas:

- a) Etapa 1: A formação com o facilitador²
- b) Etapa 2: A Formação com os Agentes Multiplicadores-Parceiros³

No início da pesquisa, a etapa 1 era na verdade a proposta que se tinha para o desenvolvimento de uma metodologia de formação de recursos humanos utilizando uma ferramenta computacional Construcionista. Ela foi importante, pois permitiu identificar uma série de problemas, que acabaram por inviabilizá-la, mas que criaram uma nova abordagem de formação, que foi a etapa 2, com a metodologia final desenvolvida.

A formação com base nos agentes multiplicadores-parceiros permitiu a definição de um mecanismo para a formação e a avaliação de recursos humanos, integrando e envolvendo os trabalhadores no processo de capacitação.

Este mecanismo seria bem diferente se fosse considerada a abordagem com o facilitador, pois: somente ele seria o responsável por todo o processo de formação e de avaliação, sem a participação efetiva de outros trabalhadores; ele não vivenciaria os problemas dos trabalhadores das linhas de produção; ele não conseguiria definir regularmente os horários de capacitação como ocorreria se ele estivesse sempre presente no ambiente de trabalho; ele não conseguiria realizar uma avaliação formativa. Assim, o mecanismo definido está fundamentado em executar, na estrutura organizacional, um ciclo que

² Como facilitador (Altoé, 1996) entende-se aquele que pode orientar os trabalhadores em uma atividade investigadora de conhecimentos e na exploração dos recursos oferecidos pelo ambiente computacional.

³ O agente multiplicador-parceiro é um facilitador da aprendizagem que pertence ao mesmo contexto de trabalho do aprendiz (E.T.M., Schlünzen, 1998), ou seja, faz parte do quadro de funcionários da empresa e exerce a mesma função do aprendiz, convivendo com os problemas reais do ambiente de trabalho.

compreende o planejamento, a execução e a avaliação do processo de formação na empresa, conforme mostra a Figura 5.1.

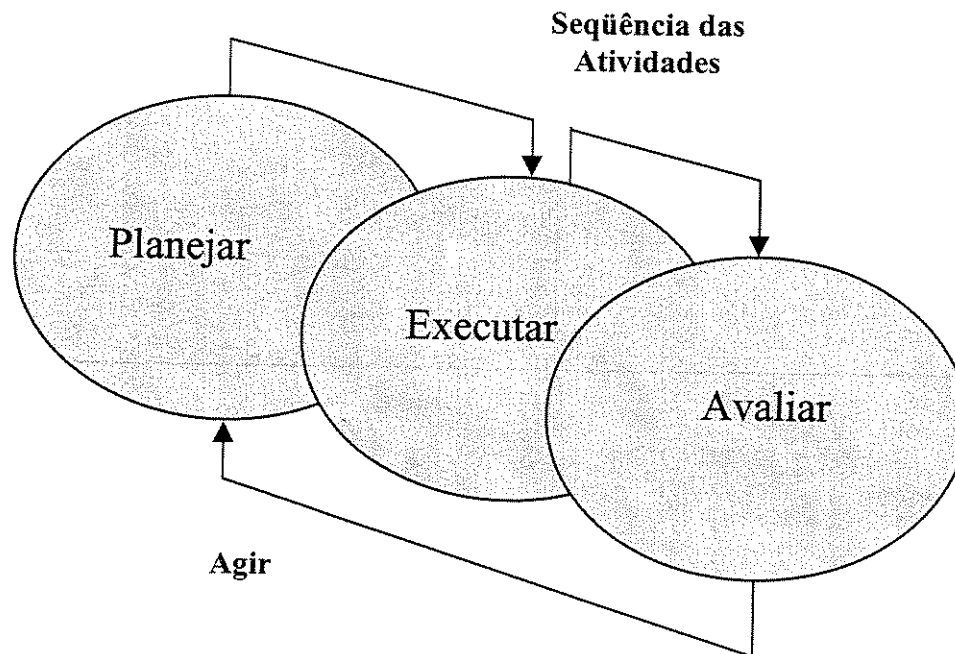


Figura 5.1 – O Mecanismo de Integração Organizacional para a Formação de Recursos Humanos

Fonte: Adaptado de Moraes, 1999.

Com a utilização da abordagem com os agentes multiplicadores-parceiros, o planejamento passou a ser feito pelos coordenadores da fábrica que definem o calendário de capacitações, escolhem os trabalhadores que serão os multiplicadores-parceiros e os que serão capacitados e acompanham o desempenho dos operários nas linhas de produção. O coordenador da fábrica foi o elemento que criou oportunidades de aprendizagem, passando a participar ativamente dela.

A execução do processo de formação foi realizada pelos próprios trabalhadores - multiplicadores-parceiros em um ambiente onde ele, mais experiente, ensina ao colega menos experiente o que sabe. Neste ambiente, ele deve atuar como um

consultor/facilitador/indagador que usa perguntas para abrir novas possibilidades. Nesta formação, a aprendizagem deixou de ser instrucionista e passou a ser construcionista, uma vez que concentrou seu foco no processo de estimular a resolução de problemas e não no fornecimento de respostas. O agente multiplicador-parceiro não tinha a visão paternalista voltada para um relacionamento tipo professor/aluno, ao contrário, ele se colocou como parceiro em pé de igualdade no processo de aprendizado, procurando não apenas ensinar, mas também aprender.

Com a tecnologia trazendo dados, imagens e resumos de forma rápida e atraente, o papel do multiplicador-parceiro foi de ajudar o colega/trabalhador a interpretar esses dados, a relacioná-los e a contextualizá-los, criando conexões com o cotidiano, com o inesperado, formando um ambiente de investigação (Moran, 1998).

No processo de formação, os multiplicadores-parceiros foram acompanhados por um funcionário da qualidade que era o responsável pela avaliação. A função de avaliação ficou então sob responsabilidade do Departamento de Qualidade que, para o caso da Delphi-Harrison, acompanha e avalia a qualidade dos processos.

Assim sendo, o ciclo foi realimentado com as observações de quem avalia, de maneira a fornecer a quem planeja, subsídios para a definição das novas ações de capacitação. Esta realimentação, fornecida pelo pessoal da qualidade que acompanha diariamente a produção e o controle do processo de formação, garante que o mesmo tenha como base o desempenho efetivo, observado na prática e não pautado em algo previsto ou planejado, melhorando a cada iteração pois há a depuração do processo.

Além disso, a implementação deste mecanismo, viabiliza a construção de uma organização que aprende pautada no que Garvin (1993) definiu como três M's: *Management, Meaning, and Measurement of learning*.

5.3.2.1 Formação com o Facilitador – Etapa 1

Comecei por utilizar uma abordagem que visava inicialmente a formação de um facilitador da aprendizagem para a fábrica. Cabia a ele atuar como mediador, ou seja, como uma ponte entre o ambiente de aprendizagem oferecido pelo software e as correspondentes situações de fábrica e ser responsável por todo o processo de formação dos trabalhadores.

Assim, nesta abordagem a formação dos operários na fábrica estava diretamente relacionada a um facilitador e que seria um funcionário da empresa responsável por ela, mas que não trabalhava na linha de produção, ou seja, não vivenciava os problemas da fábrica.

Este trabalho foi realizado em diversas etapas: capacitação do facilitador, validação do Jogo do Alvo e formação dos trabalhadores usando o Jogo do Alvo, como ilustrado no fluxograma da Figura 5.2.

O trabalho de formação na empresa começou após a contratação do facilitador. Esse funcionário tinha como função vivenciar o dia-a-dia e o funcionamento da fábrica e dedicar parte do seu tempo na formação dos trabalhadores que se pretendia implantar na empresa. Essa contratação foi importante pois toda a metodologia de formação e a experiência de aprendizagem adquirida deveria ser obtida em serviço e ficar na empresa, garantindo a contextualização e a continuidade do trabalho.

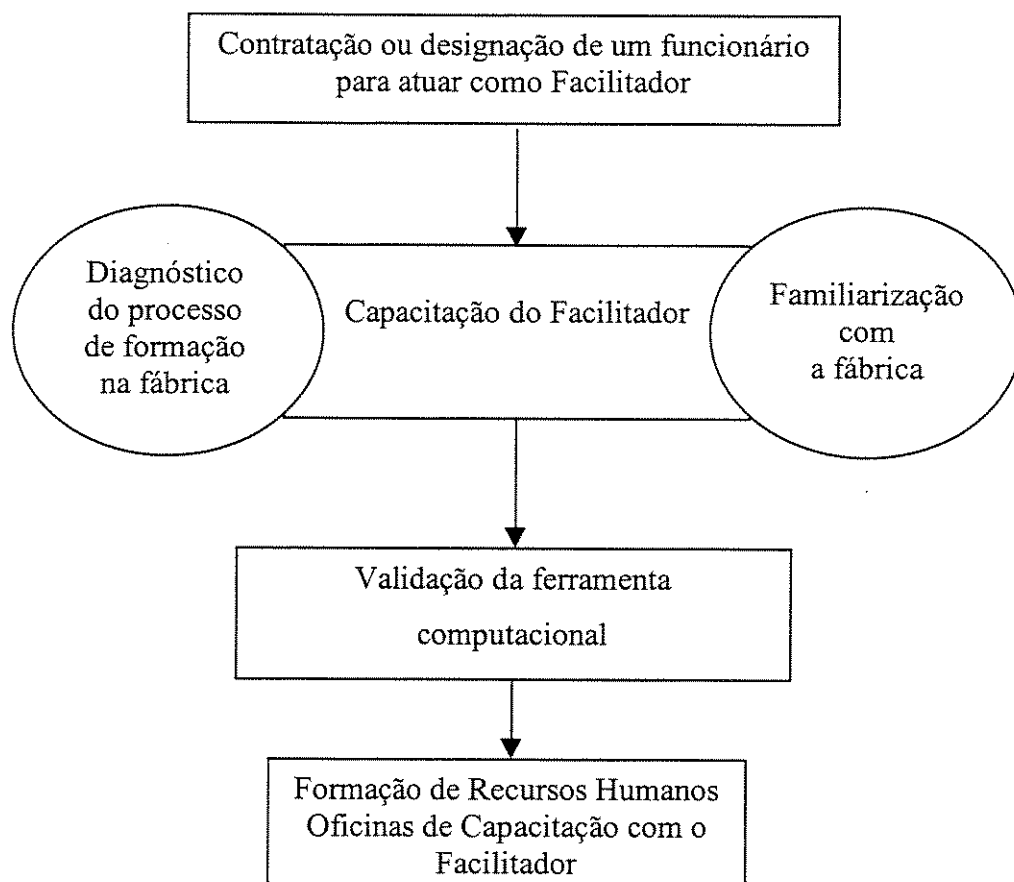


Figura 5.2– Abordagem da Formação com o Facilitador

O segundo passo foi baseado em um conjunto de atividades que visaram entender o funcionamento da fábrica e o programa de formação vigente na empresa. Estas atividades foram realizadas pelo facilitador, acompanhadas pelo pesquisador e constituíram-se de:

- a) **Familiarização com a fábrica.** Inicialmente o facilitador realizou diversas ações⁴ para conhecer e entender o funcionamento da fábrica, incluindo os processos industriais envolvidos, aspectos organizacionais, comportamentais e de segurança. Este conhecimento é importante uma vez que ele precisa entender como a fábrica

⁴ Visitas a fábrica, entrevistas com os engenheiros, coordenadores e demais trabalhadores, acompanhamento do processo nas linhas de produção, procurando entender o funcionamento das partes e do todo, na prática do pensamento sistêmico, descrito no capítulo 3.

funciona, para depois conseguir fazer a ligação entre os ambientes de aprendizagem computacionais e as situações que acontecem na fábrica.

b) Reuniões com os funcionários do Departamento de Recursos Humanos:

Teoricamente esse Departamento é responsável pelo trabalho de formação, pois define os critérios e as técnicas de avaliação, os planos e as respectivas políticas de formação. No entanto, a grande maioria dos treinamentos são realizados sob responsabilidade de algum departamento da empresa ou por um prestador de serviço externo, sem a participação dos funcionários do Recursos Humanos. As avaliações são realizadas com base na utilização de questionários, sem a intervenção também do Departamento de Recursos Humanos.

c) Participação em alguns cursos de treinamento oferecidos pela empresa: o objetivo principal desta atividade foi fazer uma radiografia do programa de treinamento da empresa, onde o facilitador pôde identificar como são os cursos de treinamento, como é feita a avaliação, quem são os responsáveis, entre outras questões.

O trabalho seguinte foi a capacitação do facilitador na utilização do Jogo do Alvo. Foram realizadas diversas sessões com o jogo, onde foi apresentado o ambiente computacional e, em seguida, discutimos suas aplicações, procurando estabelecer relações entre o ambiente implementado no software com as situações encontradas na fábrica. O objetivo foi conscientizar o facilitador sobre a utilização de uma ferramenta com abordagem Construcionista, procurando mostrar que esse software pode resolver uma série problemas de aprendizagem uma vez que o aprendiz pode definir muitas situações.

Logo em seguida, a aplicação prática do Jogo do Alvo na fábrica foi dividida em duas etapas: a validação do Jogo do Alvo e um programa inicial de capacitação.

Após a validação do software, estabelecemos um programa inicial de formação de trabalhadores da fábrica usando o Jogo do Alvo e o facilitador como formador dos

trabalhadores. Foi escolhido um número pequeno de trabalhadores (10 trabalhadores) que se revezavam individualmente nas sessões, evitando, assim, retirar um grupo maior da linha de produção. Assim, foi possível a flexibilidade de horários em decorrência do grupo pequeno de trabalhadores, o registro automático das atividades do aprendiz para uma avaliação posterior utilizando o sistema computacional e a observação dos estilos de aprendizagem de cada um, bem como o conhecimento sobre CEP e a experiência com a aplicação desses conceitos nas situações da fábrica.

Foi desenvolvida uma série de oficinas com os módulos do Jogo do Alvo, seguindo, em cada uma das oficinas, as etapas do fluxograma da Figura 5.3. As oficinas eram de responsabilidade do facilitador e o pesquisador atuava como auxiliar e observador das atividades desenvolvidas. No início de cada módulo do Jogo do Alvo, o facilitador aplicava um questionário inicial para verificar o nível de conhecimento de cada um sobre CEP. Em seguida, ele apresentava explicações sobre o Jogo do Alvo e sobre o desenvolvimento das atividades e era entregue um material de apoio. A partir daí, os operários eram convidados a jogar, desenvolvendo exercícios com o tiro ao alvo. Cabia a cada trabalhador, definir um conjunto de tiros e avaliar o processo ou tomar uma decisão. Cada sessão demorava em torno de 90 minutos de modo a permitir um grande número de exercícios. Eventualmente, tanto o facilitador como o pesquisador sugeriam aos trabalhadores que gerassem casos variados de processos, procurando criar diversas situações que foram ou podem ser encontradas nas linhas de produção.

Com isto, o trabalhador tinha uma meta a atingir e era motivado e desafiado a alcançá-la. Assim, eles precisavam construir uma disposição de tiros que expressasse o seu entendimento e o seu conhecimento sobre o controle de processos, o que permitiu testar hipóteses, compartilhar experiências e interesses dos trabalhadores.

Durante a capacitação, foram realizados alguns testes práticos com a simulação de situações de fábrica e com a resolução de testes pré-definidos. Estes testes apresentam dados reais sobre situações já vividas na fábrica, com alguns exemplos no Anexo C1.

Ao final de cada capacitação, os trabalhadores responderam um questionário final sobre o tema abordado, cujo objetivo era verificar o seu progresso cognitivo com relação ao seu estágio inicial.

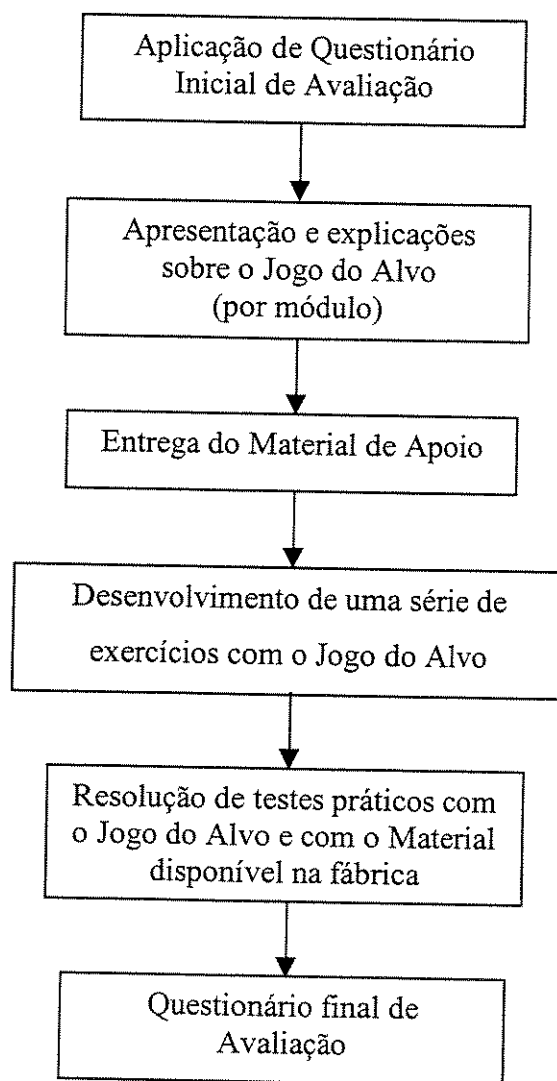


Figura 5.3 – Etapas da Aplicação do Jogo do Alvo

Entretanto, logo após o início das primeiras atividades de formação, encontramos dificuldades para estabelecer horários em que os trabalhadores pudessem participar das

sessões de capacitação com o facilitador. Não havia uma autonomia para o facilitador para agendá-los e os coordenadores da fábrica⁵ não participavam do processo de formação. Para agravar a situação, o facilitador deixou a empresa e fez cair por terra todo o trabalho desenvolvido e a continuidade do trabalho comprometida e vulnerável, o que mostrou que a metodologia não era adequada para uma formação em serviço.

Considerando que, no contexto de uma empresa Enxuta, o operário desenvolve atividades intelectuais que podem habilitá-lo a participar ativamente no processo de formação dos colegas, a meta foi utilizá-lo como agente multiplicador-parceiro e disseminador de conhecimento na fábrica e cuja idéia já foi utilizada com sucesso em projetos de formação continuada de professores da rede pública de ensino (Almeida, Hernandes, Schlünzen, Morelatti & Schlünzen 1998; Pellegrino, Schlünzen, Schlünzen, Almeida, Morelatti & Hernandes, 1998). Além disso, a intenção era também de solucionar o problema da perda repentina do facilitador, dividindo esta função com mais de uma pessoa.

5.3.2.2 – Formação com os Multiplicadores-Parceiros – Etapa 2

Nesta nova etapa, comecei a capacitar os coordenadores da fábrica com o Jogo do Alvo, com a idéia inicial de que eles pudessem atuar como multiplicadores. Todavia, pela função que ocupam, percebi que não teriam tempo, mesmo que curto (aproximadamente uma hora e meia por sessão), para se afastar da fábrica e se dedicar integralmente à capacitação dos trabalhadores.

Diante disso, a solução encontrada foi transformar o trabalhador em um agente multiplicador-parceiro de conhecimento na fábrica, tendo em vista que cada um, após capacitado, teria condições de formar o outro colega. Isto foi possível levando em

⁵ Os coordenadores da fábrica são funcionários da empresa que organizam as atividades nas linhas de produção e são diretamente responsáveis por ela. Normalmente são engenheiros com larga experiência na fábrica.

consideração que a qualificação do operário em uma empresa Enxuta é muito boa e que as características intelectuais são sempre valorizadas.

Com isso, a capacitação não iria mais se concentrar em uma determinada pessoa (facilitador da abordagem anterior) e todos estariam envolvidos. Essa solução poderia permitir a difusão de uma cultura de formação na fábrica, uma vez que existiria um envolvimento grande de operários e coordenadores neste processo de formação.

Além disso, diferente da abordagem anterior, a etapa de familiarização com a fábrica poderia ser eliminada uma vez que agora o responsável por todo o processo de formação é um trabalhador da fábrica, o que permitiu desenvolvê-la em duas etapas: capacitação inicial dos multiplicadores-parceiros e oficinas de capacitação para os demais trabalhadores.

Assim, foram capacitados seis trabalhadores (três do primeiro turno e três do segundo⁶) juntamente com os seus respectivos coordenadores. Os critérios de escolha foram:

- a variedade de experiências com o tema;
- o comprometimento dentro da empresa;
- a capacidade de conduzir um diálogo franco e aberto com os colegas;
- a disponibilidade de tempo;
- a familiaridade com o assunto.

A formação dos coordenadores e dos operários/multiplicadores foi realizada por intermédio de seis sessões de 90 minutos, usando os módulos do Jogo do Alvo, de acordo com as mesmas etapas descritas na Figura 5.3.

Para cada módulo do Jogo do Alvo, desenvolvemos as seguintes atividades:

⁶ A Delphi-Harrison funciona em três turnos de segunda a sexta-feira: o primeiro das 7:00 às 16:24hs, o segundo das 14:00 às 23:17 hs e o terceiro das 23:17 às 7:00 hs.

1 - Aplicamos um questionário inicial para verificar o nível de conhecimento de cada um sobre CEP e que foram divididos por módulos, de acordo com os que se encontram nos Anexos B1, B3 e B5.

2- Esclarecimento inicial sobre o jogo, sob o aspecto da interface e de seus recursos, principalmente no que diz respeito à metáfora do alvo utilizada e a sua relação com a fábrica. O Jogo do Alvo foi apresentado como ambiente computacional e em seguida discutimos suas aplicações, procurando estabelecer relações entre o ambiente implementado no software com as situações encontradas na fábrica. O objetivo era conscientizá-los sobre a utilização da ferramenta, procurando mostrar que esse software pode resolver uma série problemas de aprendizagem uma vez que o aprendiz consegue definir muitas situações.

3 - Entrega de um material de apoio para cada módulo do jogo.

4 – Capacitação dos operários com o Jogo do Alvo, por meio de uma série de exercícios com o tiro ao alvo. Cabia a cada um, definir um conjunto de tiros e avaliar o processo ou tomar uma decisão. Cada sessão permitiu um grande número de exercícios e, eventualmente, era sugerido aos trabalhadores que gerassem casos variados de processos, procurando criar diversas situações que foram ou podem ser encontradas nas linhas de produção.

5 - Diálogo com os coordenadores e os operários/multiplicadores sobre as formas de intervenção, orientando-os para atuarem como consultores/facilitadores/indagadores que usam perguntas para abrir novas possibilidades. Com esta postura, o trabalhador tinha uma meta a atingir e era motivado e desafiado a alcançá-la. Assim, eles poderiam construir uma disposição de tiros que expressasse o seu entendimento e o seu conhecimento sobre o controle de processos e, ao mesmo tempo, dialogar com o colega sobre o que entendia, permitindo testar hipóteses, compartilhar experiências e interesses dos trabalhadores.

6 – Realização de alguns testes práticos com a simulação de situações de fábrica e com a resolução de testes pré-definidos. Estes testes podem ser encontrados no Anexo C1 e apresentam dados reais sobre situações já vividas na fábrica.

7 – Aplicação de um questionário final para cada módulo, que também se encontram nos Anexos B2, B4 e B5.

Com o final desta fase e, por sugestão dos trabalhadores, elaboramos um novo material de apoio para ser entregue aos demais e que se encontra no Anexo E. A concepção do material contou com a participação dos trabalhadores, dos coordenadores de cada turno e do pesquisador, de maneira a torná-lo o mais próximo possível da linguagem da fábrica. O seu objetivo foi ser um material de consulta onde o trabalhador pode tanto tirar dúvidas sobre a parte conceitual de CEP, quanto em relação ao uso do software.

Cada oficina de capacitação com o multiplicador-parceiro contava com a participação de dois ou três trabalhadores e a participação do pesquisador era de observador. Cada oficina tinha também a duração de aproximadamente 90 minutos de forma a trabalhar com os módulos do Jogo do Alvo e abordar o seguinte conteúdo:

- Finalidade do Controle Estatístico de Processos – CEP;
- O Conceito de Estabilidade e Capacidade;
- Auto-Controle – Funcionamento e aplicações;
- Condições para Aplicação de Auto-Controle;
- Procedimentos para Tomada de Decisão;

Cada oficina seguiu também as etapas descritas na Figura 5.3 e em todas as atividades, o multiplicador-parceiro foi o responsável pelo processo de capacitação do colega.

Nestas oficinas, bem como, nas anteriores para a capacitação dos multiplicadores-parceiros, sempre houve um espaço para o diálogo, onde era priorizado o saber ouvir o colega. No entanto, faltava no processo o elemento que faria a avaliação da

aprendizagem. A partir do diálogo entre todos e por sugestão de um trabalhador, decidimos que o Departamento de Qualidade poderia fazer este trabalho uma vez que é ele que avalia os processos na fábrica. Esta abordagem metodológica foi de grande importância para a definição do que chamou-se de mecanismo de integração organizacional para a formação de recursos humanos.

5.3.3 – A Metodologia de Avaliação da Aprendizagem

Toda a metodologia de avaliação da aprendizagem organizacional contemplou um constante trabalho de observação que compreende não apenas o acompanhamento do desenvolvimento das oficinas de formação e dos índices de desempenho da organização, mas também uma constante visita às linhas de produção, a realização de entrevistas com os trabalhadores, coordenadores de fábrica e gerentes. Isto porque sem acompanhar as mudanças na maneira que o trabalho é realizado na fábrica, nos relacionamentos entre as pessoas, não é significativo medir a contribuição da capacitação para a empresa.

A importância do software Construcionista no processo de avaliação se dá pelas características que norteiam a sua concepção, ou seja, a construção de algo “palpável” (Valente, 1993), que torna explícito o conhecimento utilizado ou criado e o modelo mental para a resolução de um determinado problema.

Com isso, a metodologia de avaliação adotada tomou por base os três estágios de Garvin (1993): o cognitivo, o procedimental e o de desempenho e com a ampliação de seu escopo que foi analisar também o aspecto emocional e afetivo.

O Cognitivo

Os testes aplicados nas oficinas de capacitação e os registros das sessões com os recursos do Jogo do Alvo, definiram o estágio cognitivo, onde o trabalhador torna explícito o seu

entendimento e suas idéias. Para tanto, foram aplicados dois testes escritos: um no início da capacitação e outro no final e que podem ser encontrados no anexo B. Os testes ajudaram a avaliar o desenvolvimento cognitivo do trabalhador, mas não foram suficientes e conclusivos. Para evidenciar esta afirmação foi realizado um estudo de caso com um trabalhador. O estudo considerou o resultado dos testes respondidos pelo funcionário e também um acompanhamento do seu desempenho profissional no ambiente de trabalho.

Outro teste prático efetuado foi a seleção aleatória de dois grupos (grupo 1 e 2) com sete trabalhadores em cada um. O grupo 1 teria uma capacitação tradicional em CEP, considerando os métodos antigos de treinamento da Delphi-Harrison. O grupo 2, seria capacitado com o Jogo do Alvo. Após a capacitação dos dois grupos, o objetivo era avaliar a análise de duas cartas de CEP da fábrica, com todos os índices estatísticos calculados e o percentual de acerto de cada grupo. As cartas utilizadas nesta experiência se encontram no anexo C2 e o fluxograma da Figura 5.4 sintetiza os passos usados neste experimento.

A análise dos arquivos gerados pelo software construcionista, com o histórico da sessão de capacitação permitiu diagnosticar as dificuldades encontradas pelo trabalhador ao resolver um problema. Além disso, o software Construcionista possibilitou o registro das ações que revelam o pensamento do trabalhador, muitas vezes não expresso nos usuais questionários ou testes. Por esta razão, completou-se a avaliação cognitiva utilizando todos estes recursos para torná-la significativa, envolvendo os trabalhadores no processo de formação e que acompanham constantemente o desenvolvimento dos colegas.

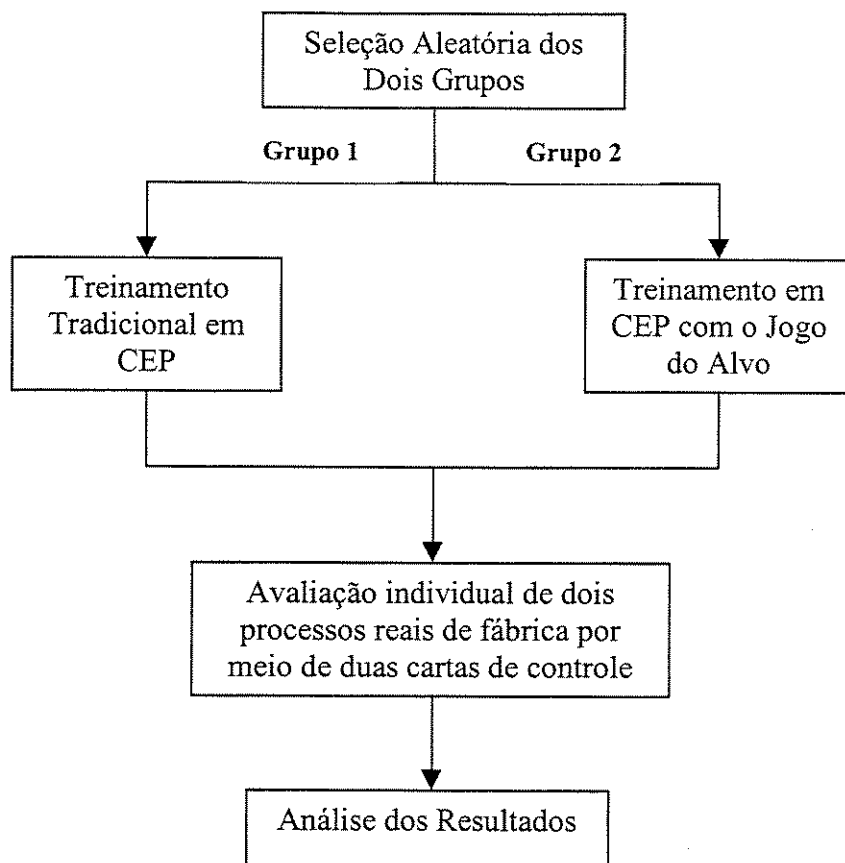


Figura 5.4 – Experimento para Avaliação Cognitiva com Dois Grupos de Trabalhadores

O Procedimental

O estágio procedimental compreendeu não apenas a observação do desenvolvimento das oficinas de formação, mas também uma constante visita às linhas de produção, observando os trabalhadores na ação. Isto não se resumiu apenas a verificar se o trabalhador produz com qualidade, mas também se está envolvido em identificar e corrigir problemas, garantir a manutenção e o perfeito funcionamento do equipamento que utiliza. Esta avaliação pôde ser realizada com o acompanhamento semanal das ocorrências registradas na fábrica e que puderam ser identificadas pelos inúmeros controles existentes na fábrica.

Nesta pesquisa, as próprias cartas de CEP permitiram identificar se o trabalhador adota procedimentos pré-definidos e se toma decisões coerentemente, uma vez que tudo fica registrado. Por exemplo, foi fácil verificar se, quando ele encontra algum problema, pára a produção pois em cada carta de controle existe um diário de bordo no seu verso onde há uma descrição dos procedimentos adotados.

Outro ponto importante observado foi o comprometimento do trabalhador em ajudar a resolver os problemas e tomar decisões que possam solucioná-los. Isto pôde ser identificado nos registros que faz quando utiliza o jogo ou nos inúmeros documentos espalhados na fábrica que permitem ao trabalhador sugerir e apresentar soluções.

A realização de entrevistas com os trabalhadores, coordenadores de fábrica e gerentes, permitiu também verificar se os conceitos foram bem entendidos e se estão sendo bem aplicados em situações de fábrica.

O de Desempenho

A avaliação pautada nos índices de desempenho da fábrica asseguraram que as mudanças cognitivas e procedimentais produzem e garantem bons resultados para a empresa. Neste estágio, índices de produtividade, de qualidade e outros ganhos tangíveis foram considerados e calculados frequentemente pelos setores competentes da empresa, que puderam ser acompanhados como meio de avaliação do impacto do processo de formação na organização.

O Emocional e Afetivo

Finalmente, o aspecto emocional e afetivo foi avaliado por meio de um questionário que se encontra no anexo B6 e fundamentalmente por meio da observação, na mudança dos trabalhadores na fábrica, considerando:

- os sentimentos de confiança, de alegria e de *empowerment*;
- a curiosidade e a investigação, expresso na sua participação na resolução de problemas;
- os relacionamentos entre eles, uma vez que o que fazem depende da capacidade de recorrer a uma coletividade, uma rede de trabalhadores que produzem algo;
- a comunicação, considerando que sempre existiram vários pontos de vista, muitas maneiras de se fazer as coisas e que o compartilhamento destas experiências trará benefícios para a organização;
- a cooperação entre os indivíduos, entre as equipes e por fim na organização.

Assim, com os pressupostos definidos anteriormente, esta investigação pretende criar um ambiente de aprendizagem contextualizado, que usa o software Jogo do Alvo para formar trabalhadores de uma empresa Enxuta em uma abordagem metodológica construcionista, avaliando os resultados sob os aspectos cognitivos, procedimentais, de desempenho e emocionais/afetivos, favorecendo a criação de uma cultura de aprendizagem.

Capítulo 6 - Desenvolvimento do Ambiente Computacional: O Jogo do Alvo

O Jogo do Alvo é um software desenvolvido com o objetivo de abordar conceitos e técnicas de Controle Estatístico de Processos - CEP utilizando um tiro ao alvo como metáfora para definir um conjunto de valores que são utilizados para gerar os gráficos (Cartas de Controle). A distância do tiro ao centro do alvo define o valor da amostra, considerando-se o centro como a média (Nominal) dos limites inferior e superior de especificação (LIE e LSE¹, respectivamente). Com isso, pode-se gerar um conjunto de valores que representam possíveis amostras que se obtém na fábrica e o conceito de qualidade é entendido como a uniformidade dos tiros em torno do centro do alvo.

O Jogo do Alvo foi inicialmente implementado em ToolBook (Assymetrix, 1994) e foi fruto de um trabalho de iniciação científica de estagiários do Nied (Baranauskas, 1998; Fernandes, Furquim & Baranauskas, 1996; Valenciano, 1995). A sua concepção partiu de um processo de construção, baseada na metáfora do tiro ao alvo, com a participação efetiva dos funcionários da Delphi-Harrison na definição do projeto e no *design* da interface.

Entretanto, no início do trabalho de campo, logo na primeira etapa, cujo objetivo era depurar e validar os módulos do Jogo do Alvo, constatou-se alguns problemas que levaram a implementação de uma nova versão, que procurou, além de solucionar os problemas encontrados, adicionar mais recursos ao software e implementar mais dois módulos, denominados “Fábrica/Alvo” e “Análise de Tendências”.

Neste capítulo serão descritas a depuração e a validação da versão inicial do Jogo do Alvo e a sua nova versão, considerando que a primeira foi de extrema importância para a

¹ Os limites de especificação indicam a tolerância permitida no processo produtivo.

consolidação da segunda. No anexo H, estão descritos com mais detalhes os aspectos de implementação do Jogo do Alvo.

6.1 – A Depuração e a Validação da Versão Inicial do Jogo do Alvo

Na depuração do Jogo do Alvo realizada pelo coordenador da fábrica, foi possível observar alguns problemas que deveriam ser solucionados em uma nova versão, a saber:

- Quando o usuário classifica o processo é importante que sua resposta fique registrado na tela para comparar com a resposta do sistema;
- Fazer o registro em disco das respostas do usuário e das modificações efetuadas na distribuição dos pontos;
- Melhorar a apresentação dos gráficos, ou seja, mostrar simultaneamente o alvo com a distribuição dos pontos e os gráficos da média, amplitude e histograma, permitindo visualizar imediatamente os efeitos quando o usuário altera um ponto no alvo.

Após o trabalho realizado com o coordenador, iniciou-se a depuração do software com um funcionário que foi logo suspensa em função de problemas, inviabilizando o uso desta versão. O principal deles foi a impossibilidade do software permitir uma ampliação dos gráficos o que prejudica a sua visualização. A Figura 6.1 ilustra melhor o que ocorreu, onde um ponto fica fora do campo de visão e conseqüentemente impossível de ser redimensionado (modificar a sua posição no alvo).

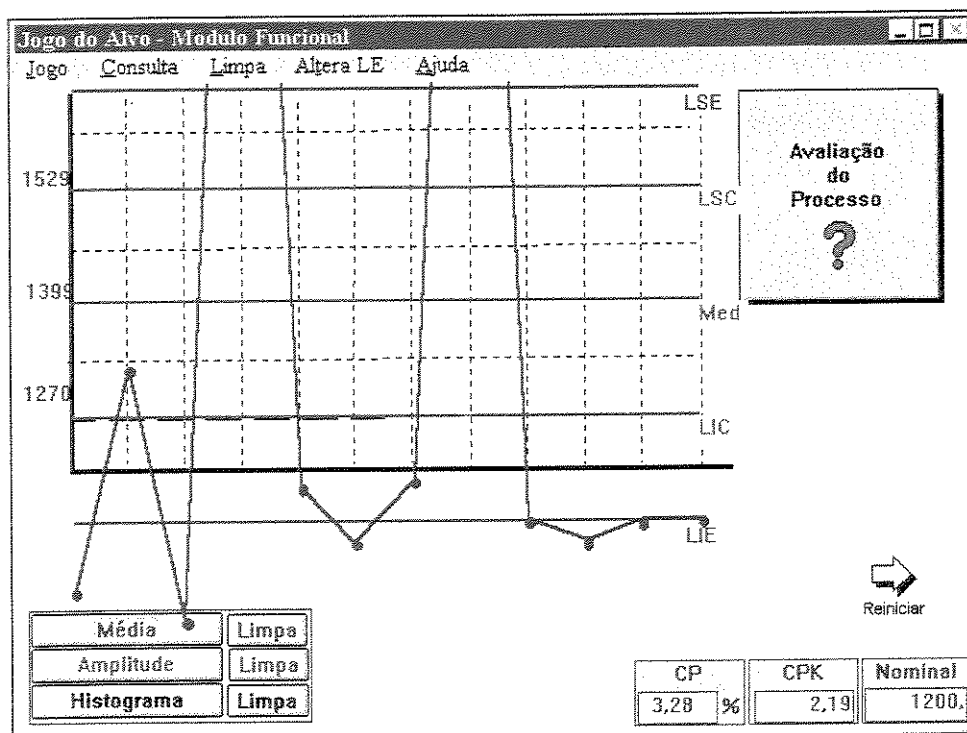


Figura 6.1 – Problema de Visualização de Pontos na Versão Inicial
do Jogo do Alvo

Em virtude dos problemas encontrados nesta versão, foi implementado uma nova em uma outra linguagem de programação, que permitiu corrigir todos os problemas encontrados e adicionar novos recursos.

6.2 – A Nova Versão do Jogo do Alvo

A nova versão foi implementada usando-se a linguagem de programação Delphi (Borland, 1997) que ofereceu uma série de vantagens sobre a linguagem *ToolBook*. Dentre elas, pode-se destacar: uma biblioteca de componentes gráficos que permitem implementar os gráficos do jogo de maneira muito mais eficiente e de forma a solucionar os problemas de visualização; a geração de programa executável, o que dispensa a necessidade de licença de execução *runtime*; a velocidade de processamento numérico muito superior comparada ao *Toolbook*.

O resultado final desta nova implementação foi o Jogo do Alvo com os módulos Funcional e Farol, já presentes na primeira versão, mas agora com novos recursos e os módulos Fábrica/Alvo e Análise de Tendências que abordam questões de aplicação prática do Jogo do Alvo na fábrica e um estudo de tendências nos processos, respectivamente. O módulo Estratégico, presente na primeira versão e que implementa um estudo adicional sobre causas aleatórias nos processos, terá sua nova versão oportunamente, uma vez que para os objetivos deste trabalho foram suficientes os quatro módulos implementados.

6.2.1 – O Módulo Funcional

Nesta nova versão, os gráficos da média, da amplitude e o histograma são apresentados simultaneamente com o alvo e o conjunto de tiros. Ela é bastante diferente da versão inicial, conforme pode ser observado pela Figura 6.2.

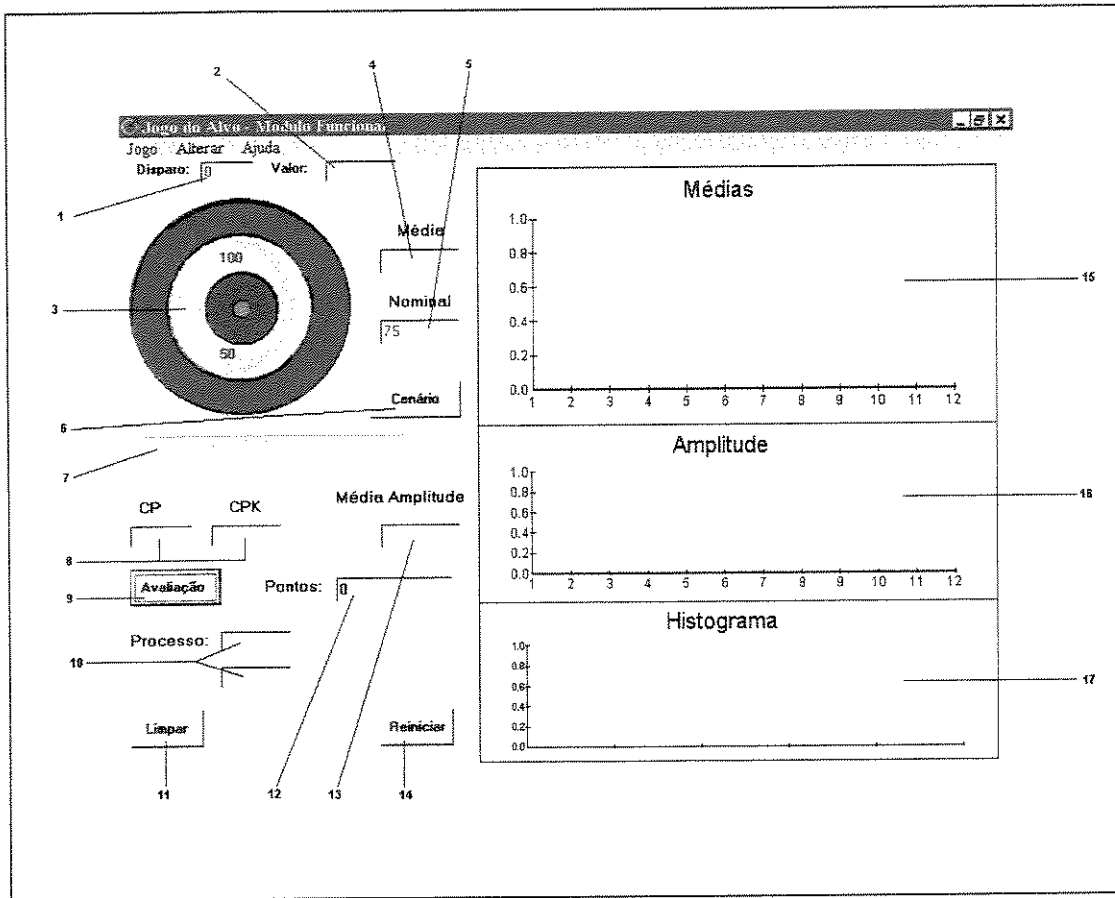


Figura 6.2 – Jogo do Alvo – Módulo Funcional

Cada um dos novos componentes da interface são descritos a seguir, como definido na Figura 6.2:

- 1- Indica o número do disparo. Após os 24 tiros, cada vez que o mouse passa por cima de um tiro, o seu número aparece neste campo;
- 2- Valor do disparo. De forma semelhante ao campo anterior, o valor do tiro aparece neste campo quando o mouse está sobre ele;
- 3- O alvo;
- 4- A média das médias. No Jogo do Alvo a média é calculada com duas amostras ou a cada dois tiros.
- 5- A nominal com relação aos limites superior e inferior de especificação;
- 6- Botão que aciona a janela para definição de cenários;

- 7- Controle de disparos;
 - 8- Campo que apresenta o cálculo dos índices Cp e Cpk após os 24 tiros;
 - 9- Botão para avaliação do processo;
 - 10- A classificação dada pelo usuário quanto ao controle e a capacidade é mostrada nestes campos. O campo fica em branco quando a resposta não é correta;
 - 11- Limpa o alvo e conseqüentemente todos os gráficos e campos com parâmetros calculados;
 - 12- Pontuação obtida pelo usuário durante a sessão com o software;
 - 13- Média das amplitudes;
 - 14- Reinicia um novo jogo, limpando o alvo e todos os gráficos e parâmetros estatísticos.
- Além disso, solicita ao usuário que grave em um arquivo o exercício anterior;
- 15- Gráfico das Médias;
 - 16- Gráfico das Amplitudes;
 - 17- Histograma.

Além desses componentes na interface, a janela possui um menu com as opções: Jogo, Altera e Ajuda, como pode ser ainda observado na Figura 6.2.

Com a opção Jogo, o usuário poderá abrir uma configuração de tiros gravada em um arquivo com extensão .fun, imprimir a janela com o alvo e com os gráficos ou sair do módulo, como ilustra a Figura 6.3. A opção Altera possibilita a definição de novos limites de especificação e, como maneira de auxiliar o usuário, o software ainda possui um sistema de ajuda com aspectos conceituais de CEP e de manuseio.

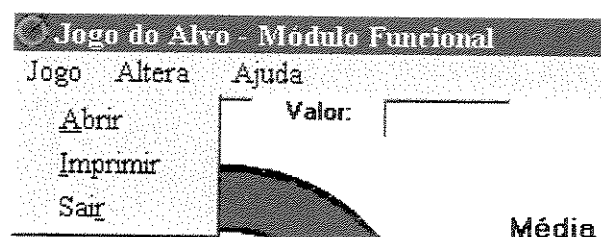


Figura 6.3 – Opção Jogo do Menu

Quando o usuário atira, todos os tiros ficam marcados no alvo e os gráficos de média e amplitude começam a ser traçados. Como o usuário não tem dificuldade em posicionar cada tiro, é possível provocar várias situações e em seguida observar os resultados. Estes resultados são definidos por meio de um conjunto de 24 tiros tomados dois a dois e expressos nos gráficos da média, amplitude e histograma, além do cálculo dos índices estatísticos CP e CPK², conforme é apresentado na Figura 6.4.

Este módulo apresenta um recurso adicional para uma melhor visualização dos gráficos, possibilitando o usuário aumentar cada um deles ao clicar o *mouse* sobre as regiões dos gráficos de médias, amplitude e histograma. A Figura 6.5 ilustra o *zoom* aplicado ao gráfico das médias da Figura 6.4.

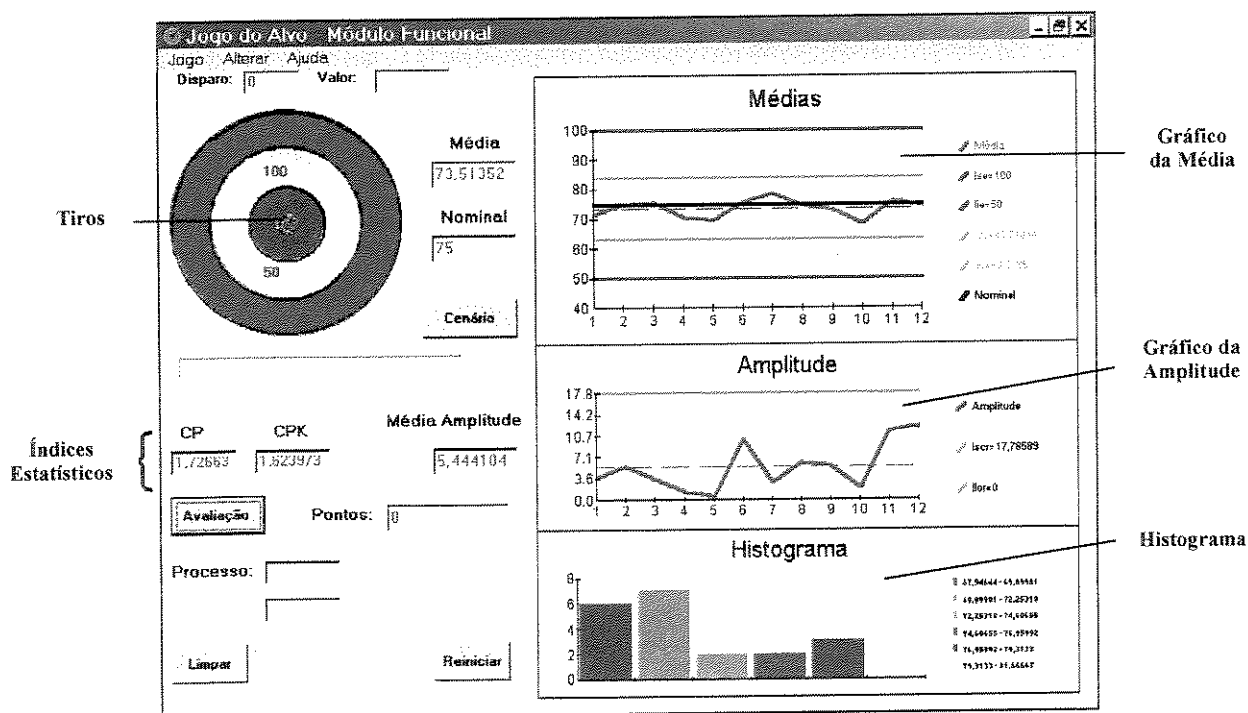


Figura 6.4 – O Jogo do Alvo e uma Disposição de Tiros

² Na análise do processo, os índices CP e CPK comparam a variação natural do processo com a variação permitida pela especificação. Esta variação natural é definida como seis vezes o desvio padrão das amostras.

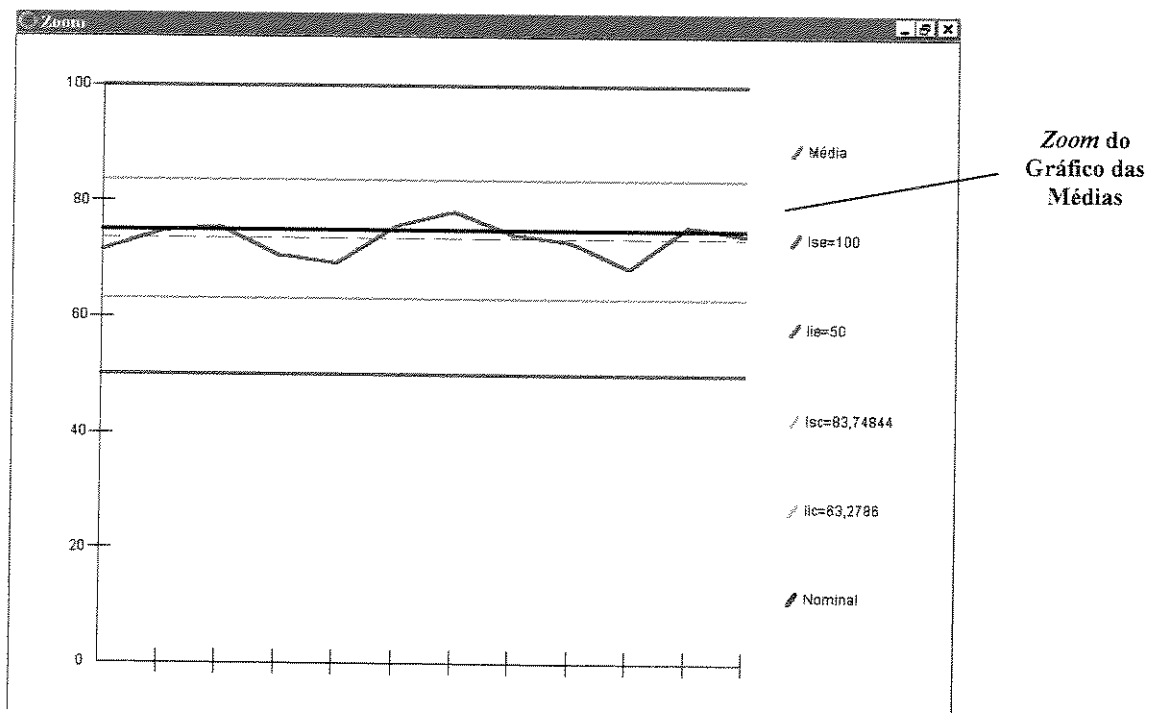


Figura 6.5 – Recurso de Visualização (*Zoom*) Disponível na Nova Versão do Jogo do Alvo

Com todos os dados disponíveis sobre o processo, o usuário é convidado a classificar o processo quanto a sua estabilidade e capacidade, como mostra a janela “Avaliação do Processo” da Figura 6.6.

Nesta avaliação, um processo é estável quando todos os pontos correspondentes à média entre os tiros, tomados dois a dois, estiver dentro dos limites inferior e superior de controle³ (LIC e LSC, respectivamente), os quais são calculados estatisticamente e o índice CP for igual ou superior a 1,33. Entretanto, um processo ser estável não garante produtos aceitáveis. Assim, é necessário analisar se é possível produzir dentro das

³ Os limites de controle são calculados de acordo com a posição de todos os tiros dados e sua função é indicar se está havendo uma dispersão muito grande na distribuição dos mesmos.

especificações, ou seja, dentro dos limites de especificação (LIE e LSE), o que significa ter um processo capaz. Para garantir a capacidade do processo, o índice CPK deve ser igual ou superior a 1,33 e as médias dentro dos limites de especificação. Por exemplo, a disposição de tiros da Figura 6.4 representa um processo estável e capaz uma vez que os índices CP e CPK são superiores a 1,33 e as curvas nos gráficos estão todas dentro dos limites de controle.

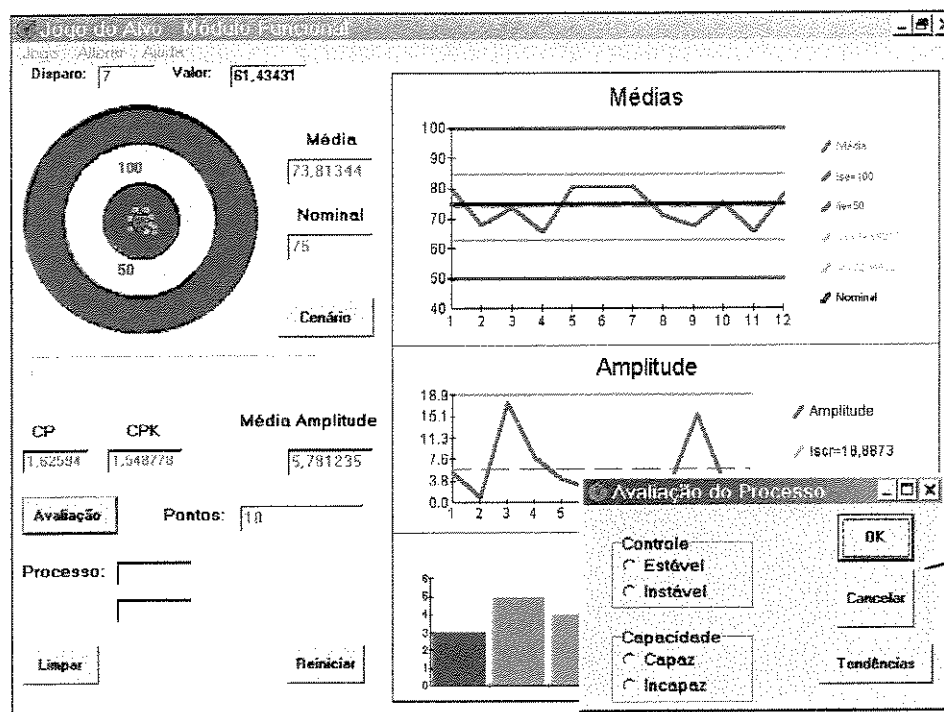


Figura 6.6 – Janela para Avaliação do Processo

Os processos que são estáveis, porém incapazes, conforme ilustra a Figura 6.7, são aqueles cujo conjunto de dados é bastante homogêneo no sentido que a distância do alvo até eles é muito semelhante, porém os valores estão fora dos limites de especificação. Os índices CP e CPK também podem indicar esta situação, pois a estabilidade é verificada com um CP igual a 3,38932 e a incapacidade por meio do índice CPK igual a zero.

Outra situação possível é o processo ser instável e capaz, como pode ser observado na Figura 6.8. Neste caso, o que se tem é um conjunto de valores dentro dos limites de especificação e muito próximos do centro do alvo. Entretanto, um deles está completamente fora das especificações, o que caracteriza uma instabilidade.

Este exemplo é bastante oportuno pois mostra que a análise deve levar em conta todos os dados fornecidos pelo jogo, uma vez que se a análise for feita somente pelos índices CP e CPK, o processo é estável e capaz, bastando observar que ambos possuem valor superior a 1,33.

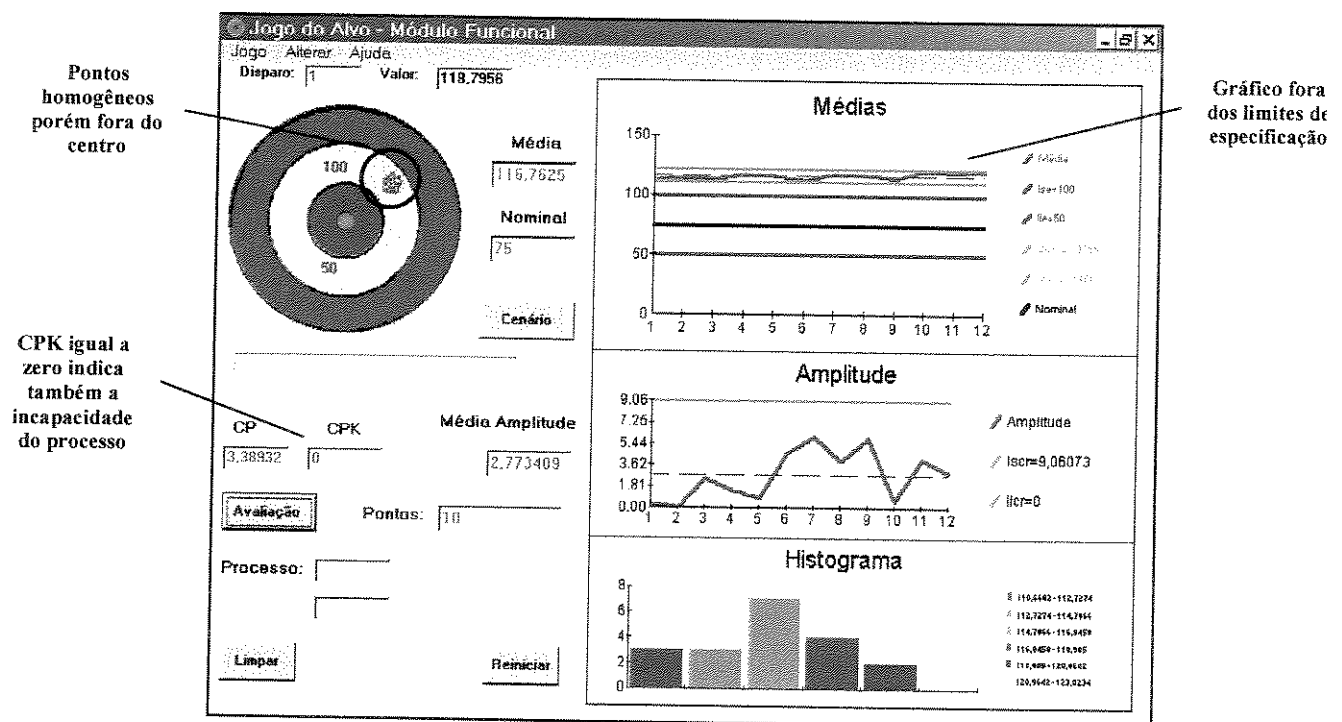


Figura 6.7 – Processo Estável e Incapaz

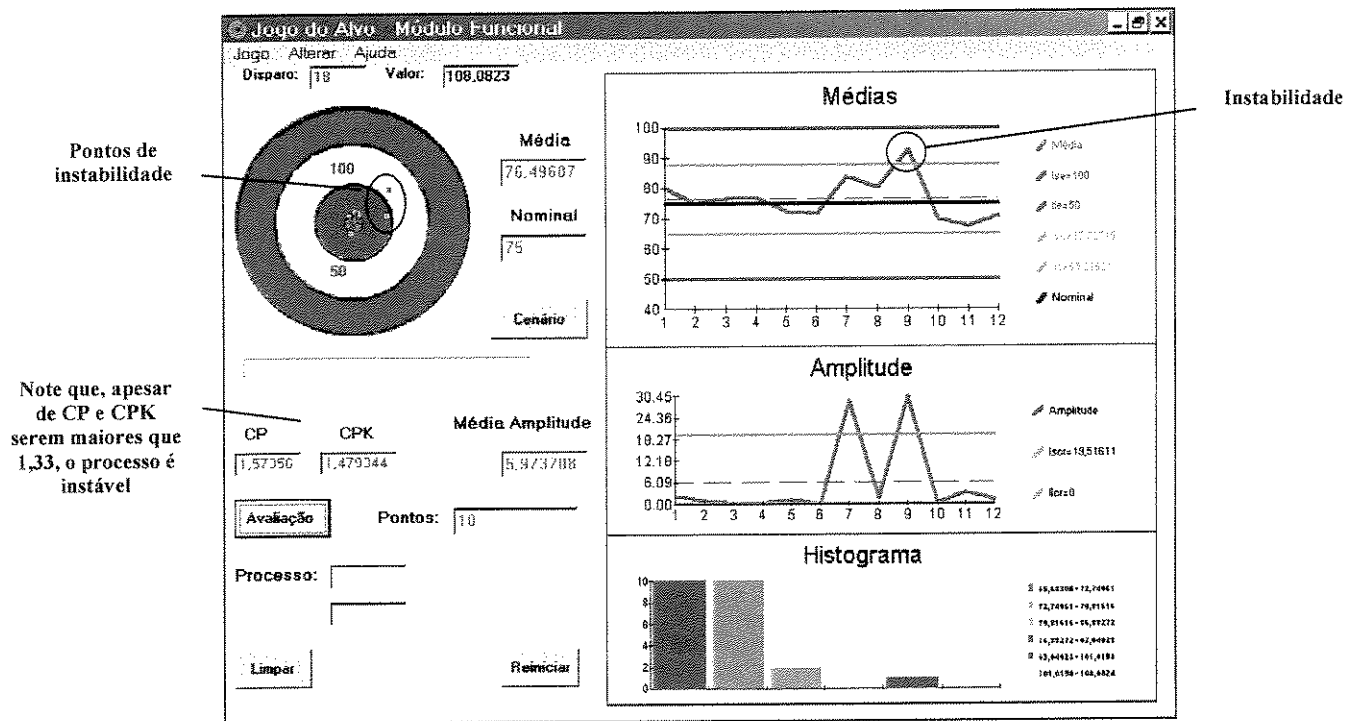


Figura 6.8 – Processo Instável e Capaz

Por fim, a Figura 6.9 apresenta uma configuração no alvo que define um procedimento instável e incapaz com um conjunto de dados espalhados arbitrariamente no alvo. Os índices CP e CPK também estão indicando esta classificação, com valores 0,52286 e 0,501048, respectivamente.

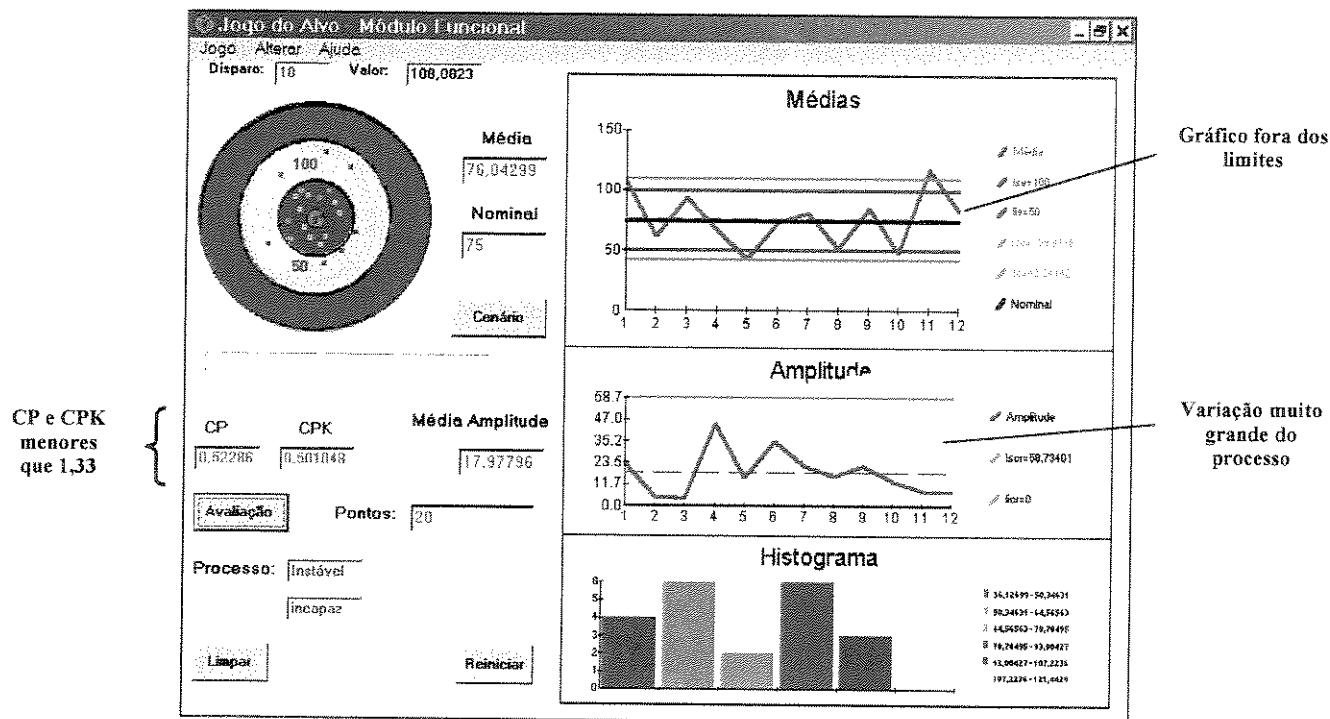


Figura 6.9 – Processo Instável e Incapaz

Após a classificação do usuário, o jogo indica se a resposta está correta ou não, mantendo-se no mesmo exercício até que o usuário responda corretamente. Em função da resposta, uma pontuação lhe é atribuída, ou seja, ele poderá ganhar ou perder 10 pontos no seu *score*, conforme sua resposta.

Com a conclusão dos vinte e quatro (24) tiros, é possível movimentar os pontos no alvo, arrastando-os com o mouse, de forma a colocá-los em uma nova posição. Além disso, no menu existe uma opção que mostra todos os tiros e seus respectivos valores de maneira a poder alterá-los também, como ilustra a Figura 6.10. Da mesma forma, os limites de especificação também podem ser alterados, como pode ser observado na Figura 6.11. Em todas operações são recalculados os índices e atualizados os gráficos imediatamente.

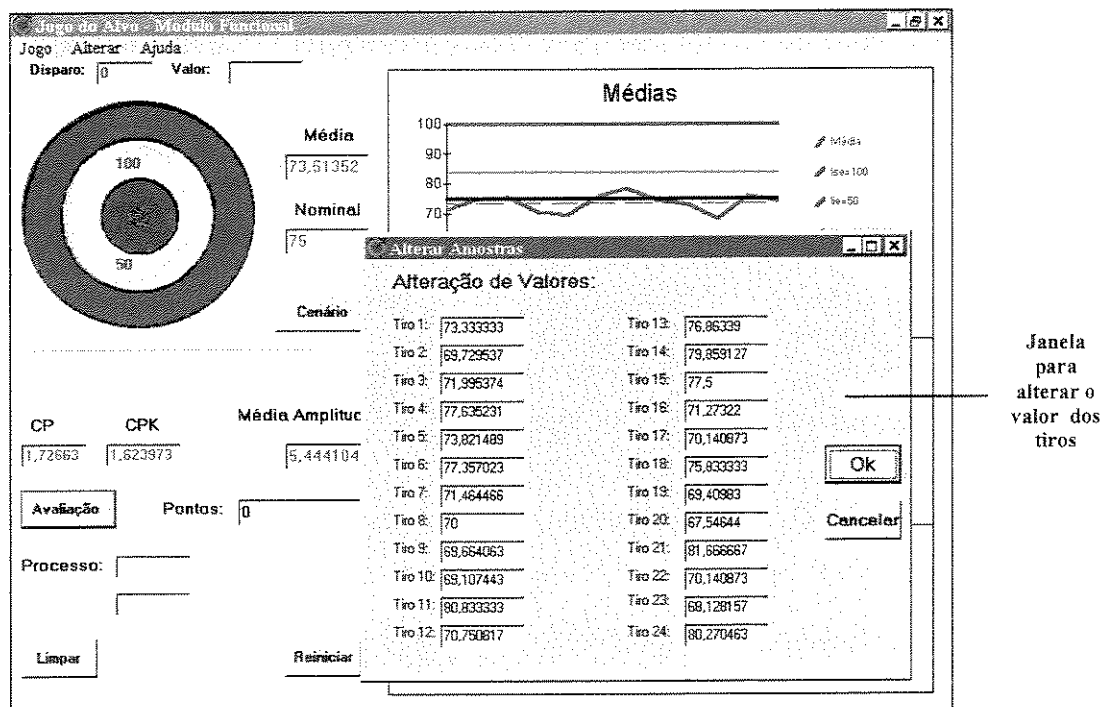


Figura 6.10 – Possibilidade de Alterar os Valores dos Tiros

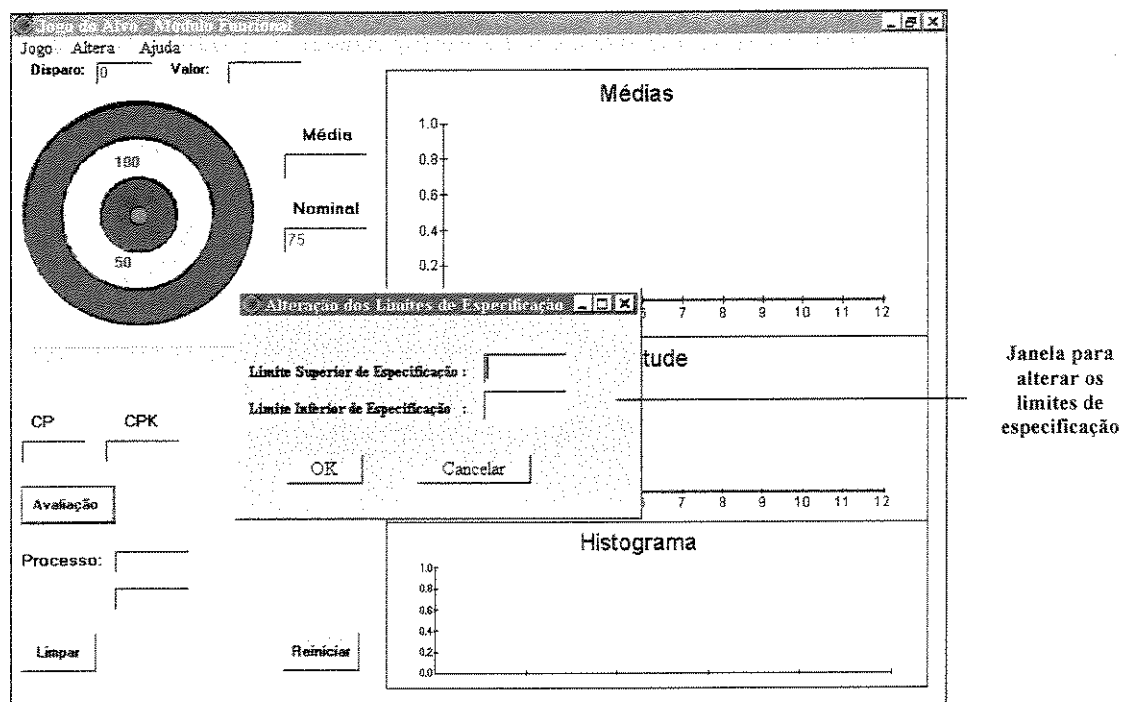


Figura 6.11 – Alteração dos Limites de Especificação

Ao final de cada exercício com o jogo, existe um registro de todo o seu desenvolvimento, com as repostas do usuário armazenadas em um arquivo, o que pode ser um importante meio de diagnóstico das ações que correspondem ao modelo mental sobre CEP, servindo para avaliações e observações futuras.

6.2.1.1 - Cenários

Cenários são situações da fábrica, definidas pelos trabalhadores, que são relacionadas a uma configuração de tiros do jogo, como ilustra a Figura 6.12. A definição destes cenários foi uma sugestão dos pesquisadores Celia Hoyles e Richard Noss do *Institute of Education da University of London*, que viram na incorporação deste novo recurso ao software, uma forma interessante do trabalhador explicitar a relação que julga existir entre uma disposição de tiros no jogo e uma situação de fábrica.

Assim, os cenários permitem que o trabalhador comece a pensar em dar significado ao Jogo do Alvo e com uma aplicação direta em problemas reais da fábrica, gerando uma efetiva base de comunicação e de armazenamento de casos que são ferramentas de planejamento e de soluções para problemas futuros que são imprevisíveis. Esta coleção de casos pode permitir a formação de uma memória institucional que é de extrema importância para mapeamento de modelos mentais que determinam não apenas a forma como entendemos, mas também como agimos e solucionamos os problemas.

Além dessa contribuição, os cenários podem servir como um valioso instrumento para diagnóstico e avaliação de como os trabalhadores entendem as situações, como agem e também quais as soluções dadas aos problemas, o que permitirá ao facilitador da aprendizagem interferir de maneira a ajudá-los a refletirem melhor caso um erro seja cometido.

Outro aspecto importante para o processo de aprendizagem é poder perceber no ambiente divergências de soluções. Com os cenários, é possível explorar a multiplicidade de

perspectivas dos trabalhadores que trabalham com eles, o que permite implementação do ciclo de aprendizagem organizacional descrito no capítulo 3 e que colabora na criação de uma memória da organização.

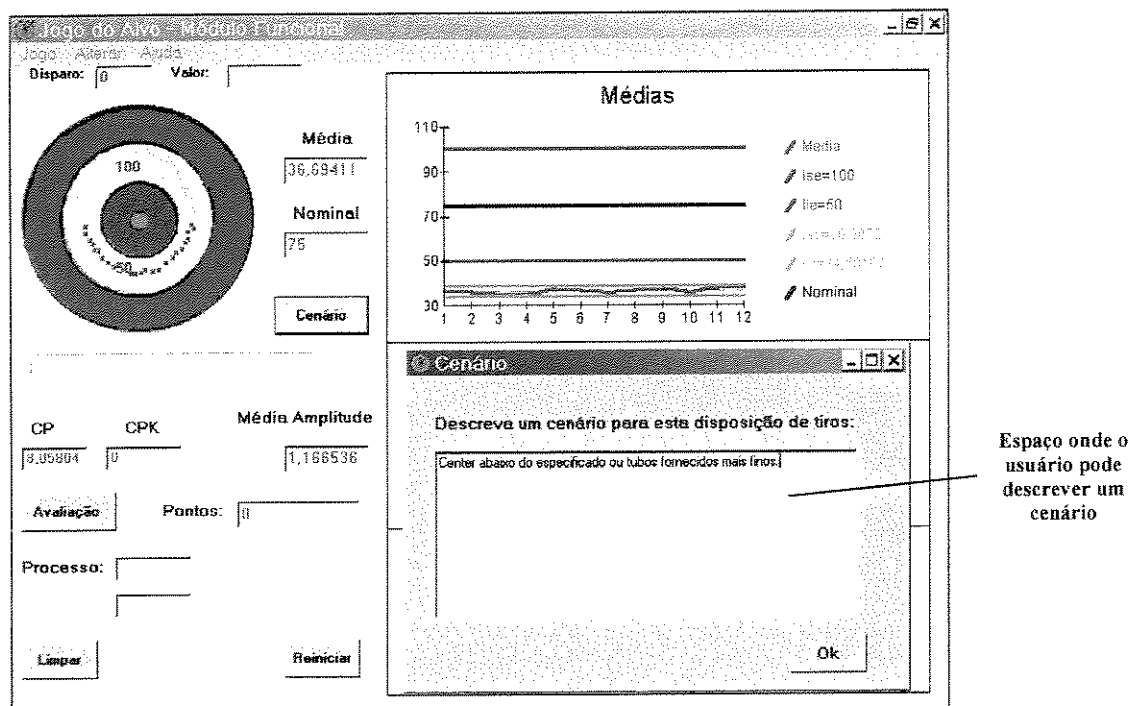


Figura 6.12 – Definição de um Cenário

6.2.2 – O Módulo Fábrica/Alvo

Este módulo é praticamente igual ao módulo Funcional, com a diferença básica que nele o usuário não usa o *mouse* para atirar, mas digita o valor para o tiro, com sua posterior representação no alvo. A idéia aqui é permitir uma situação muito similar a de fábrica e uma possível utilização do software nos postos de trabalho, onde o operador coleta dados e assinala-os nas cartas de CEP. Este procedimento é simulado neste módulo com a digitação do valor no campo “valor” da Figura 6.13.

O botão “Justificativa”, apresentado no software, procura atender a um procedimento de fábrica, onde o trabalhador pode e deve justificar um ponto quando seu valor está fora dos limites de controle em uma espécie de diário de bordo, como pode ser observado pela Figura 6.14.

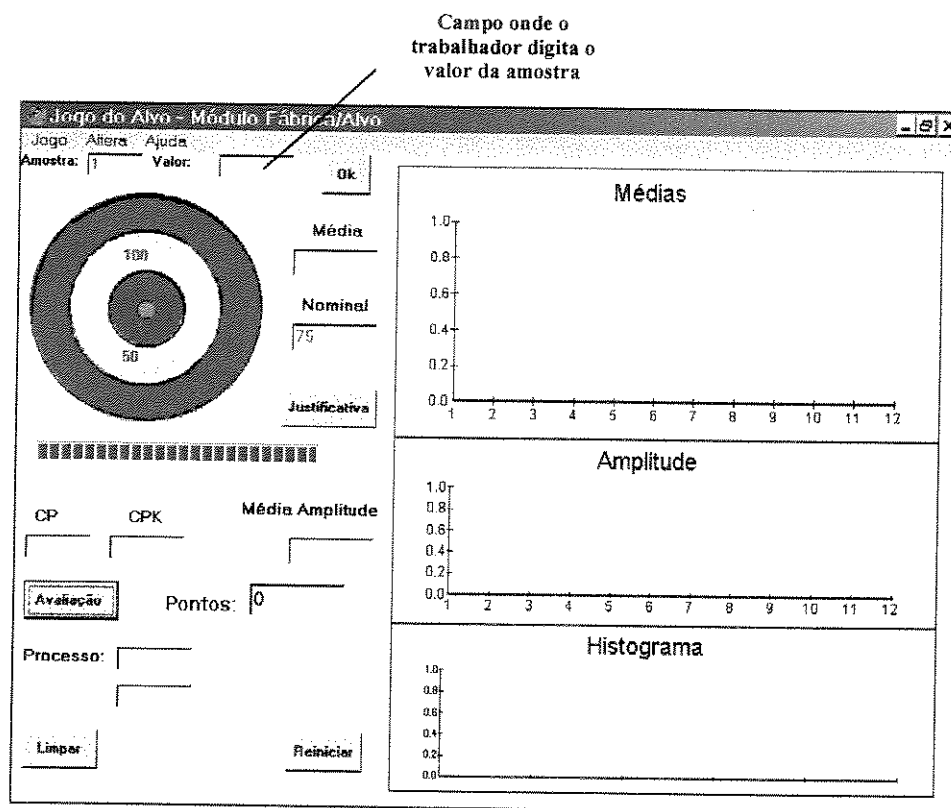


Figura 6.13 – Jogo do Alvo – Módulo Fábrica/Alvo

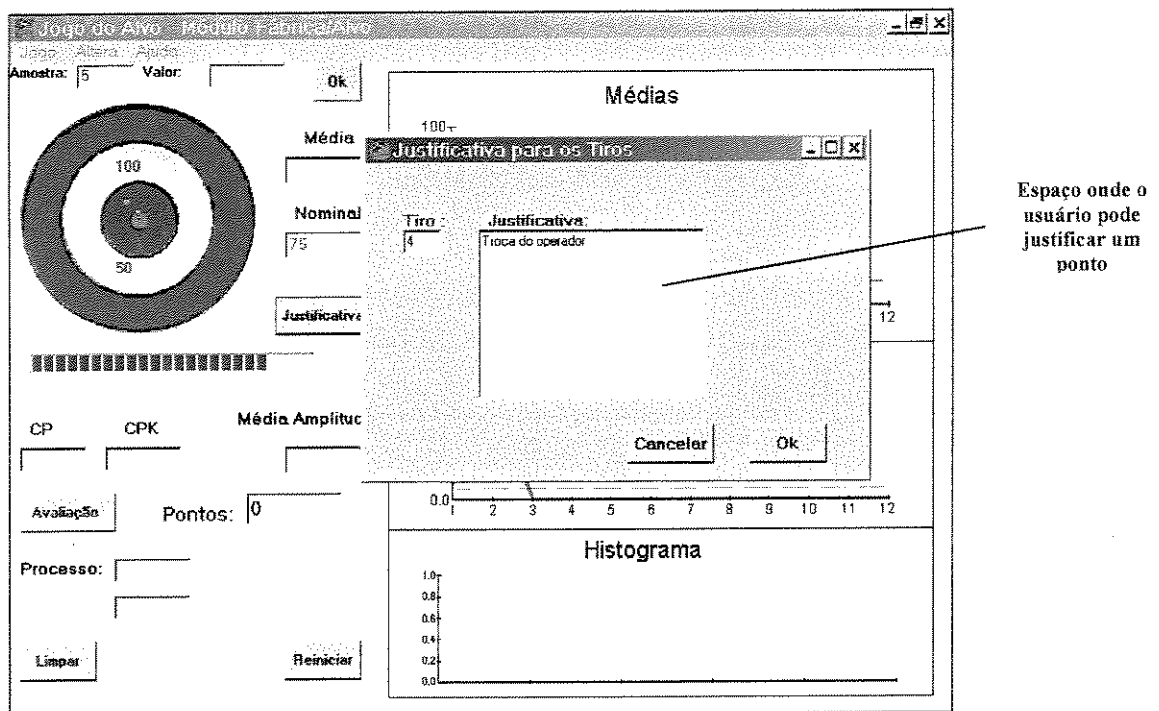


Figura 6.14 – Justificar um Tiro no Módulo Fábrica/Alvo

Cabe salientar que justificar as ocorrências é um importante procedimento a ser observado na fábrica e também considerando importante para as certificações de qualidade. Nas cartas de CEP o seu verso é destinado ao diário de bordo para o registro dos problemas encontrados (ver Figura 6.15)

Neste módulo, o usuário pode optar por gerar as amostras por meio de tiros cuja posição no alvo ele mesmo determina com o mouse – modo induzido; ou por meio da aleatoriedade – modo aleatório, como mostra a Figura 6.16.



Figura 6.16 - Jogo do Farol – Tela Inicial

No modo induzido, o usuário, com o mouse, escolhe a posição do tiro no alvo e seu valor é marcado na carta, conforme ilustra a Figura 6.17. Dependendo da cor onde se encontra o tiro, o usuário deve tomar a decisão se continua o processo, com novas medições ou se toma alguma atitude.

A interrupção do processo é notificada ao usuário caso ele não venha a tomar esta decisão e isto está ilustrado na Figura 6.18.

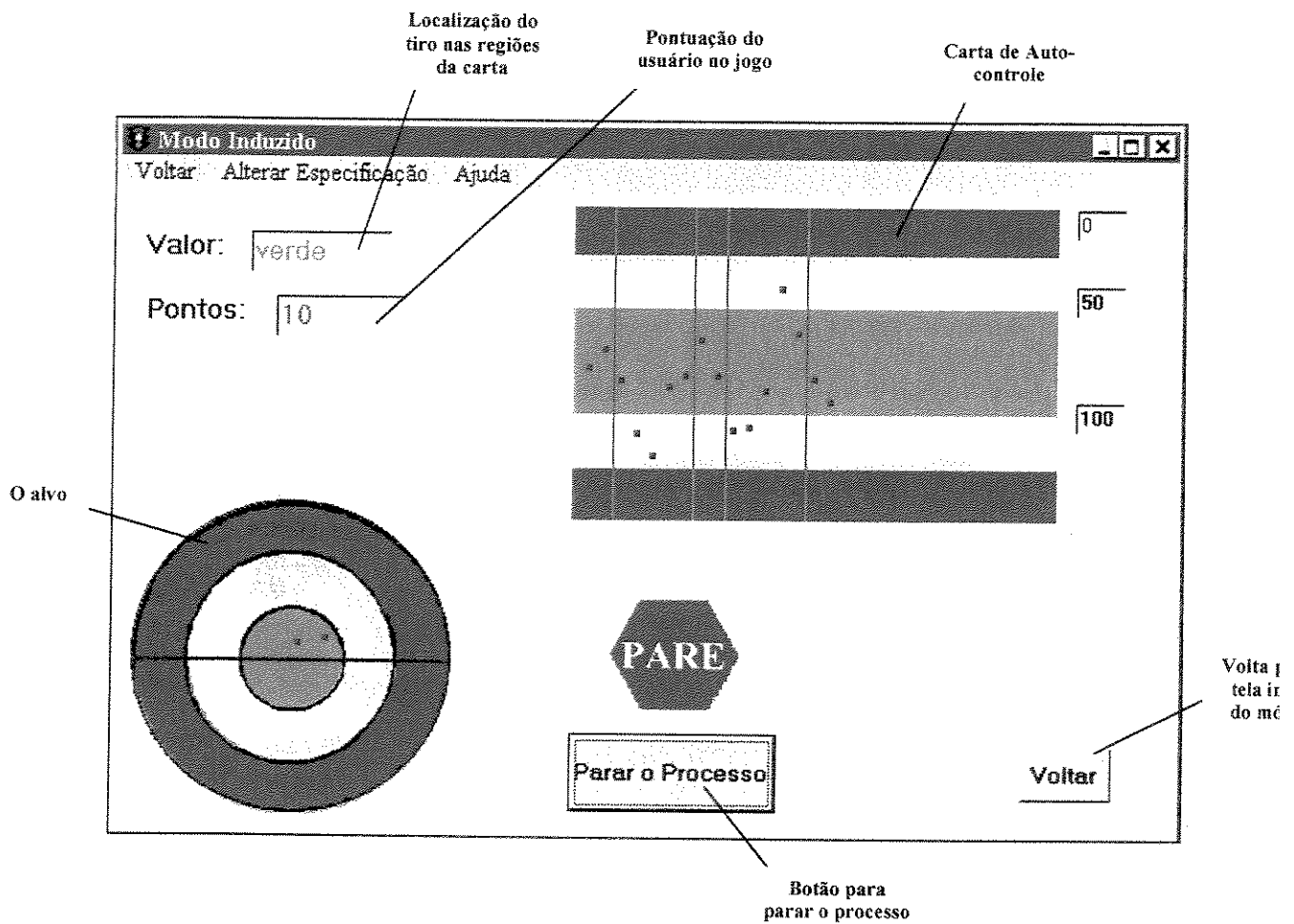


Figura 6.17 - Jogo do Farol – Modo Induzido

No modo aleatório, a localização dos tiros no alvo não depende do usuário mas sim do próprio software que a escolhe quando é pressionado o botão “Atirar” da Figura 6.19.

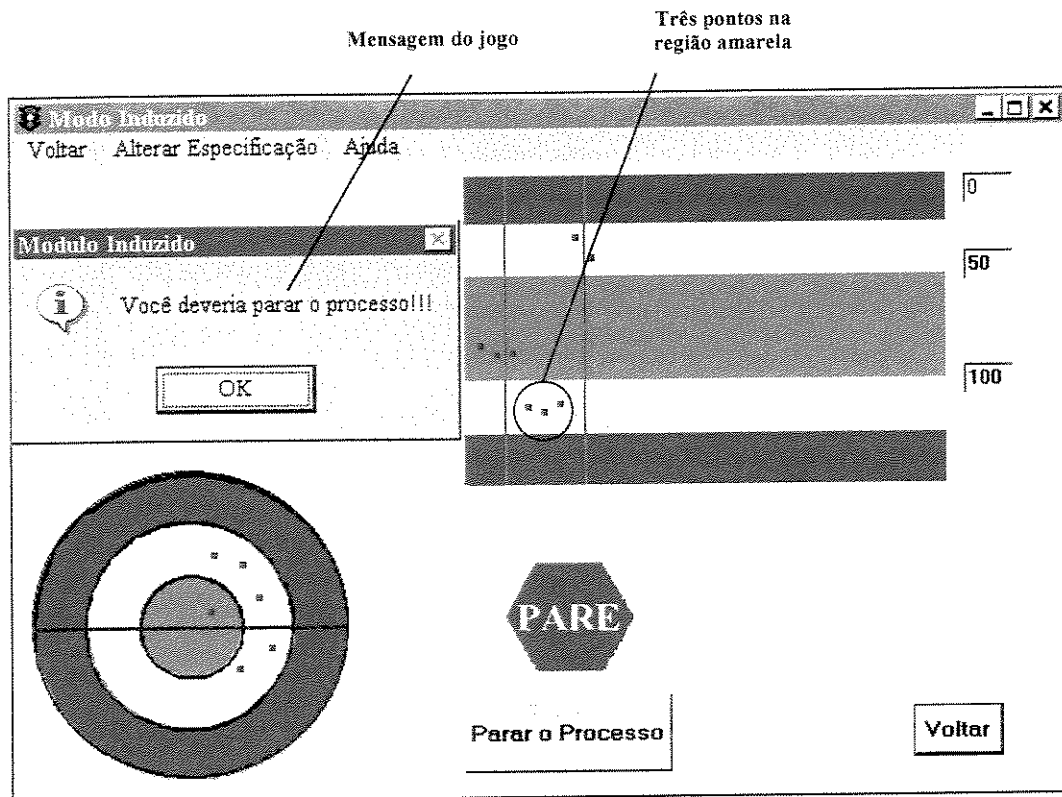


Figura 6.18 – Uma Situação onde o Usuário deveria parar o Processo

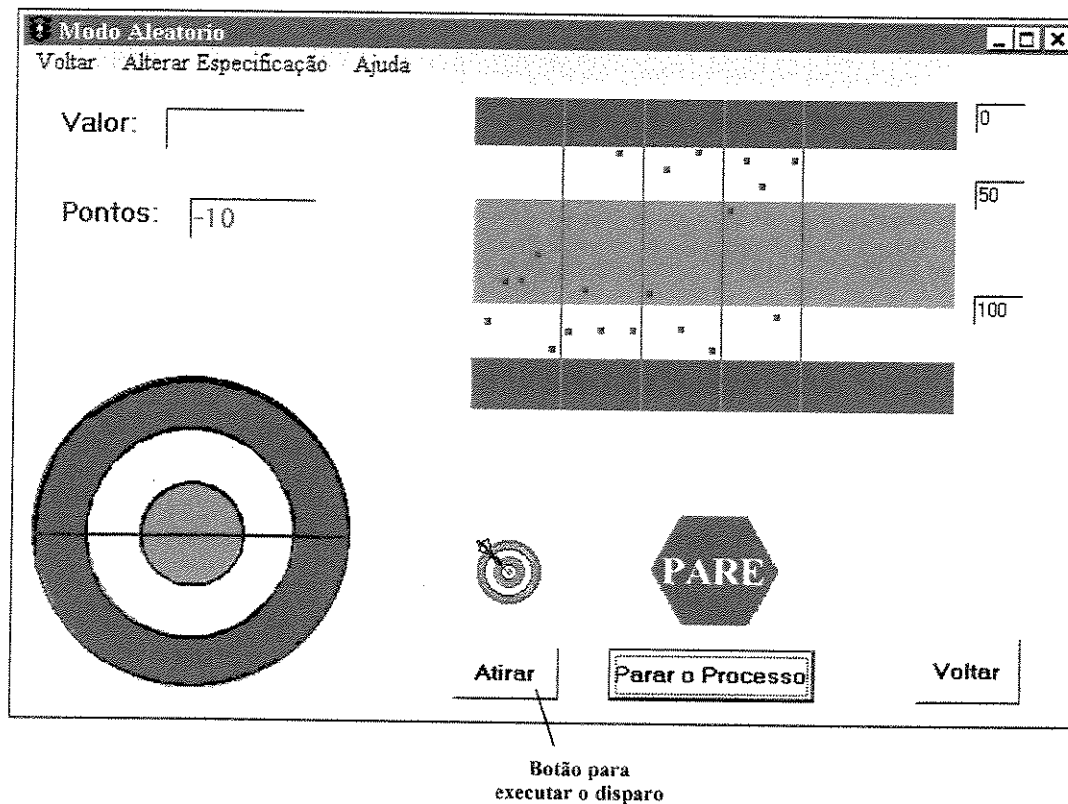


Figura 6.19 - Jogo do Farol – Modo Aleatório

A Figura 6.20 ilustra uma situação onde o usuário parou corretamente o processo e a Figura 6.21 para o caso onde não deveria ser interrompido o processo. Nos dois casos, é aberta uma janela para que se justifique o procedimento de parada, como pode ser observado pela Figura 6.22.

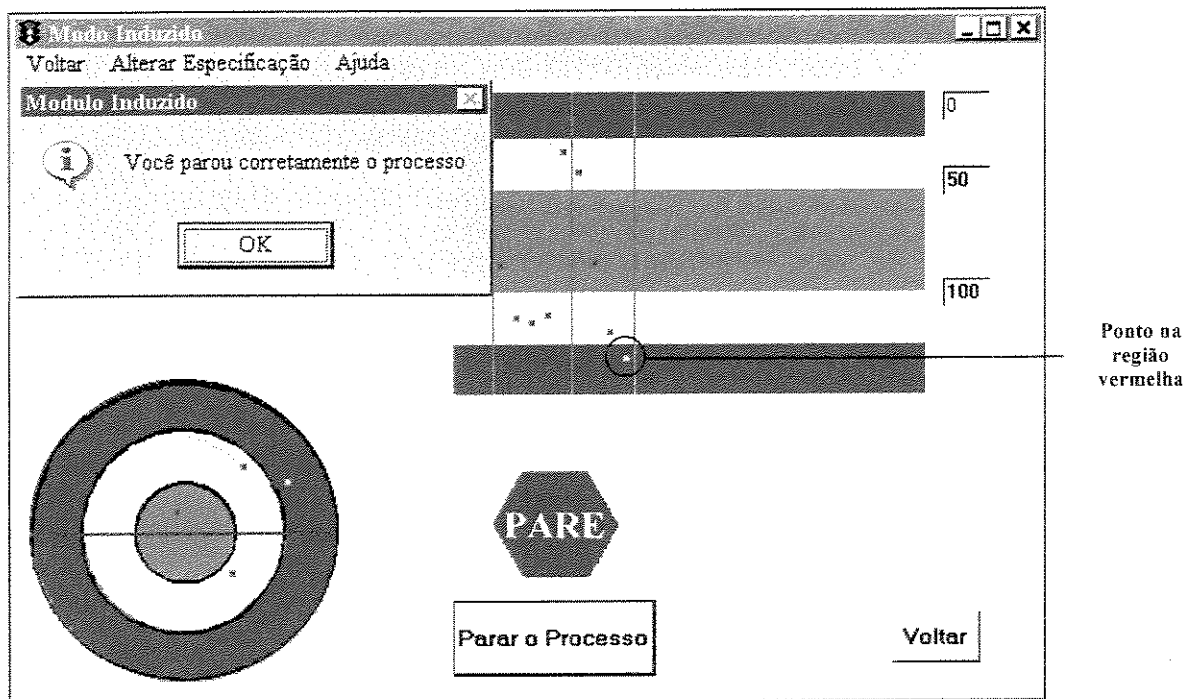


Figura 6.20 - Situação onde o Usuário parou corretamente o Processo

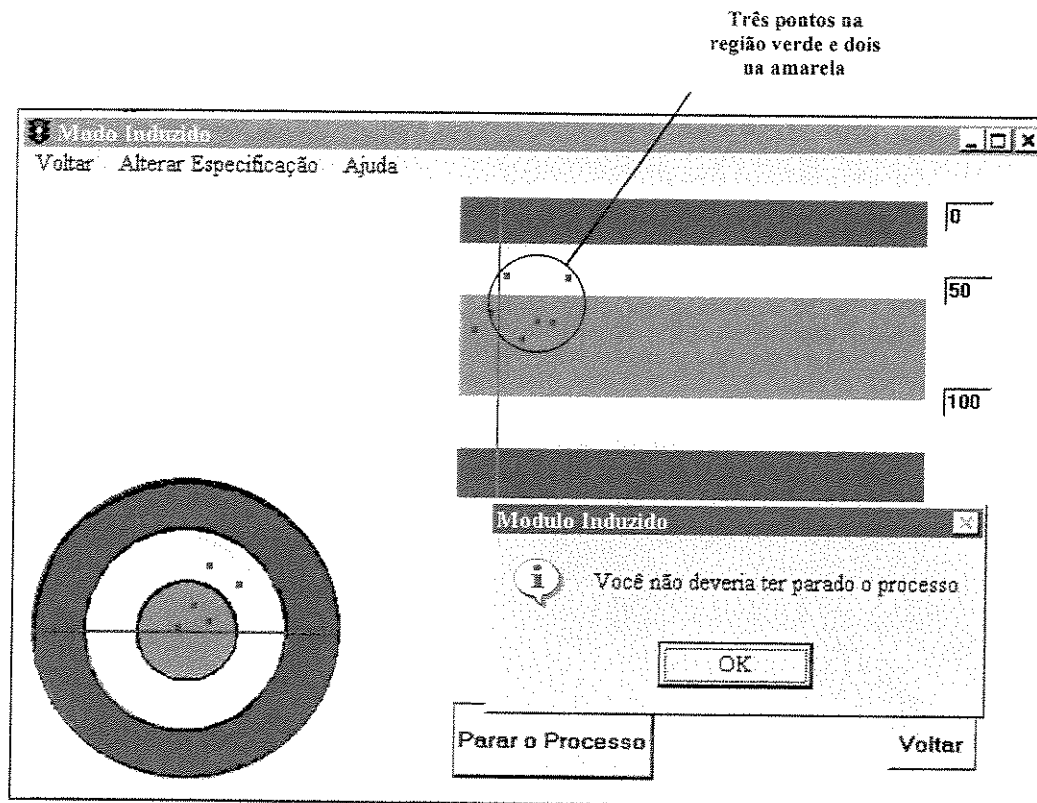


Figura 6.21 – Uma Situação onde o Usuário não deveria parar o Processo

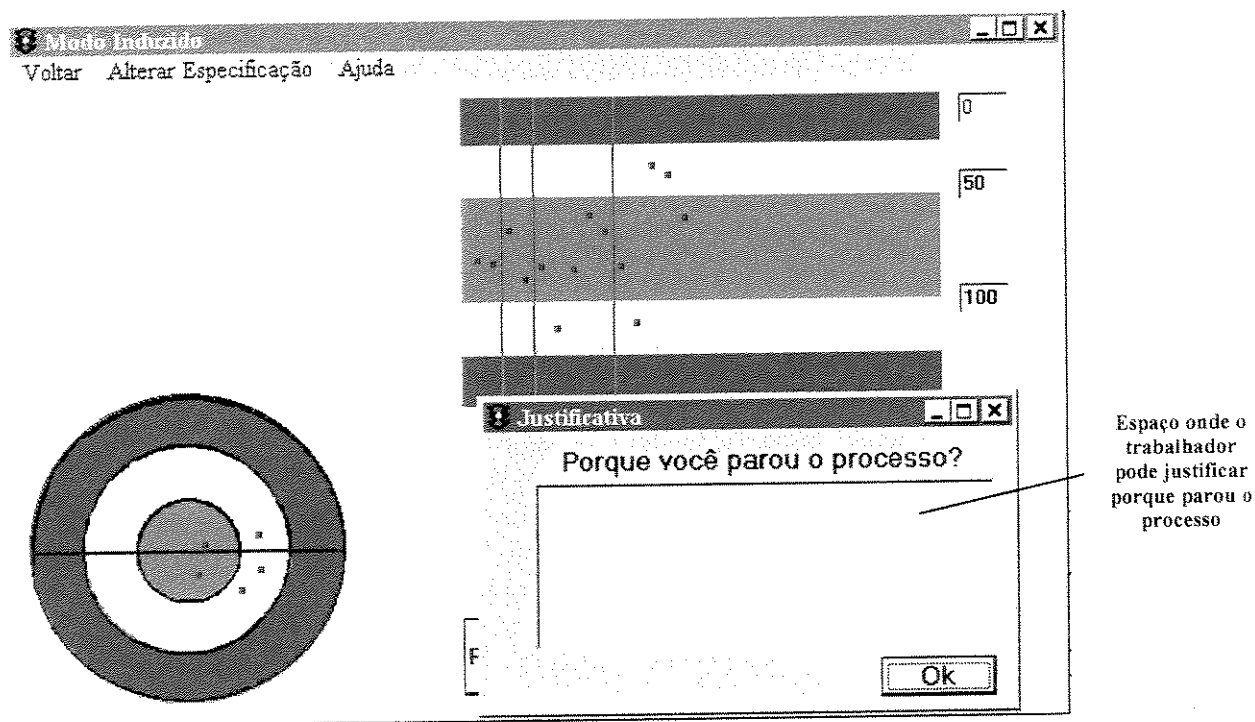


Figura 6.22 – A Justificativa para a Parada do Processo

6.2.4 – O Módulo Análise de Tendências

O módulo Análise de Tendências foi o último módulo implementado e sua concepção foi pautada na própria interface do módulo Farol. A idéia deste módulo é capacitar o trabalhador a identificar e tomar decisões frente as possíveis tendências nos processos. Isto significa detectar mudanças nos processos de maneira que, rapidamente, ações preventivas possam ser tomadas, ou seja, o trabalhador estará se antecedendo ao problema. Assim, suas ações serão mais preventivas do que corretivas. Vale lembrar que uma ação preventiva evita grandes desperdícios e, conseqüentemente, um bom resultado operacional no processo produtivo.

O exemplo clássico que mostra uma tendência pode ser observado na Figura 6.23. No princípio, os valores estão abaixo da nominal e, gradativamente, mudam de comportamento em uma curva ascendente, o que permite concluir que o processo possivelmente estará brevemente fora de controle, ou seja, com pontos fora dos limites de controle. Sendo capaz de identificar este problema, o trabalhador poderá tomar uma ação preventiva.

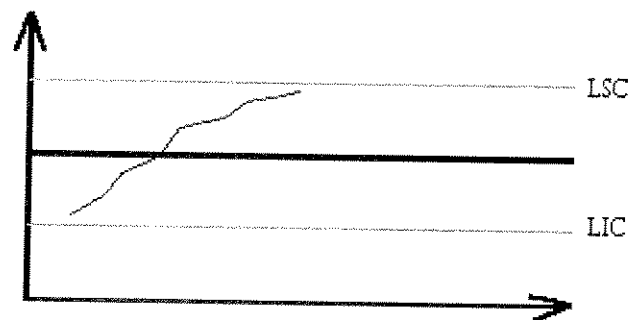


Figura 6.23 – Exemplo de uma Carta de Controle com uma
Tendência no Processo – Curva Ascendente

O trabalhador na interpretação das cartas de controle deve considerar as oito situações possíveis de tendências, relacionadas a seguir e detectar o problema o quanto antes (Senai, n.d.):

1 - Pontos do mesmo lado da linha central

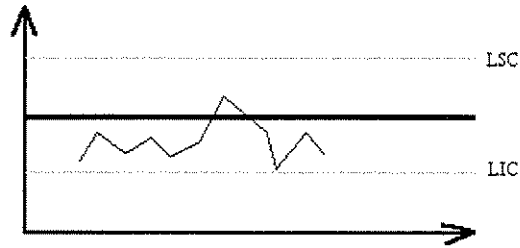
a - 7 consecutivos

b - 10 em 11

c - 12 em 14

Esta situação caracteriza desvio do processo. Deve ser centralizado antes de prosseguir.

Modelo: TEND1.TND

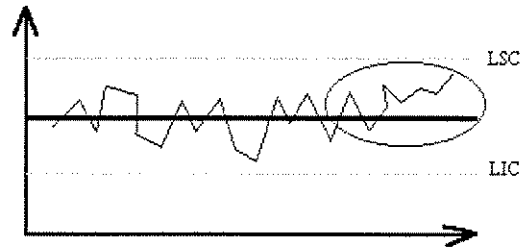


2- Sequências crescentes ou decrescentes. Procurar causas como:

- ferramenta gasta

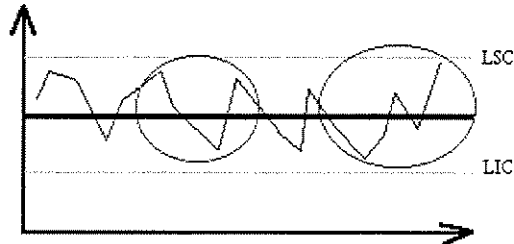
- fadiga do operador

Modelo: TEND2.TND



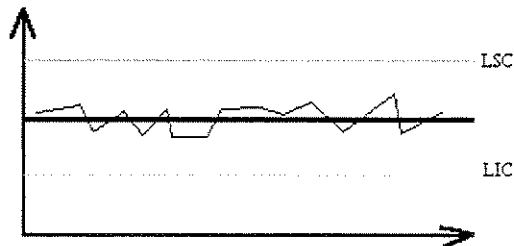
3 - Pontos máximos dos limites (2 em 5 pontos consecutivos) indicam mudança no processo ou variabilidade de causal.

Modelo: TEND3.TND



4 - Aproximação da linha central. Redução das variações aleatórias de modo à melhoria estável no processo. Novos limites devem ser determinados.

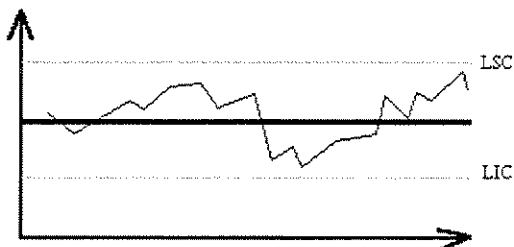
Modelo: TEND4.TND



5 - Ciclos

Quando um gráfico apresenta sequências acima e sequências abaixo periodicamente, deve-se procurar causas de natureza periódica como início do ajuste, rotação de operadores, período de aquecimento, etc.

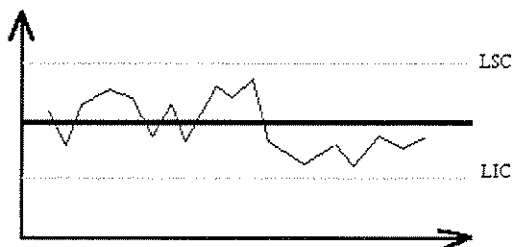
Modelo: TEND5.TND



6 - Saltos no Nível

Uma mudança brusca no nível indica mudanças bruscas no processo. Deve-se procurar causas como novo operador, novo ajuste, mudança de material, etc.

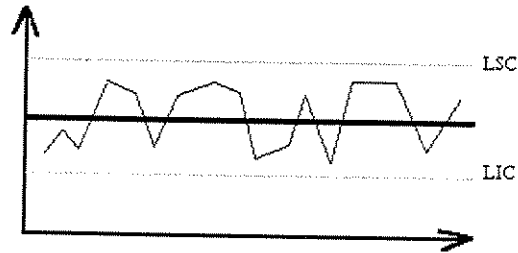
Modelo: TEND6.TND



7 - Duas Populações

Se existem poucos pontos próximos da linha central, provavelmente estão existindo 2 populações. É necessário separar os dados como em duas máquinas, 2 fornecedores, 2 operadores, etc.

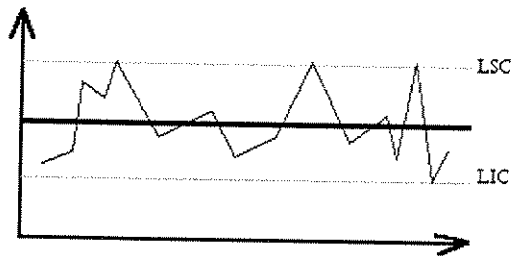
Modelo: TEND7.TND



8 - Pontos fora de um dos limites.

Quando diversos pontos começam a cair fora de um dos limites sem aparente tendência, salto ou ciclo, existem provavelmente duas populações diferentes. Procurar causas como algumas peças de fornecedor diferente, operador substituto, etc.

Modelo: TEND8.TND



Com estas considerações, o módulo de Análise de Tendências foi implementado com duas opções iniciais de escolha, ou seja, o trabalhador poderia analisar tendências em cartas do tipo X-R e de auto-controle, conforme ilustra a Figura 6.24.

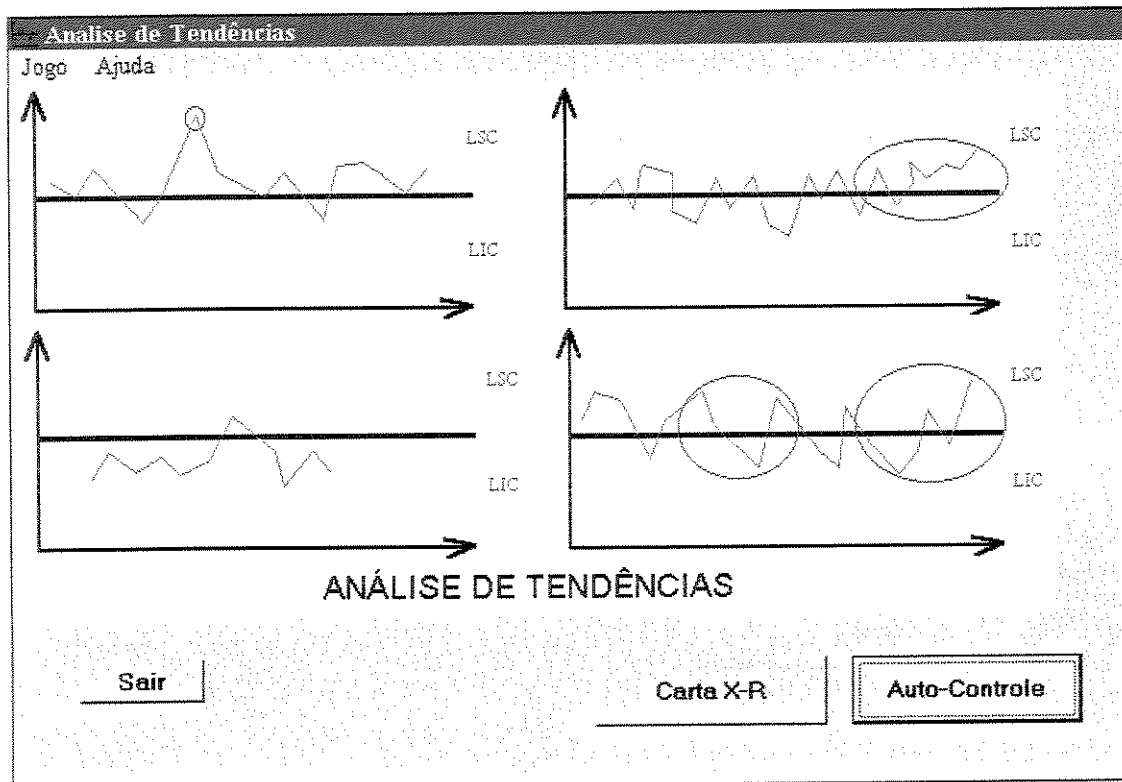


Figura 6.24 – Tela Inicial do Módulo de Análise de Tendências

Opção Carta X-R

Esta opção permite o trabalhador analisar tendências considerando as cartas do tipo X-R e cuja interface está ilustrada na Figura 6.25.

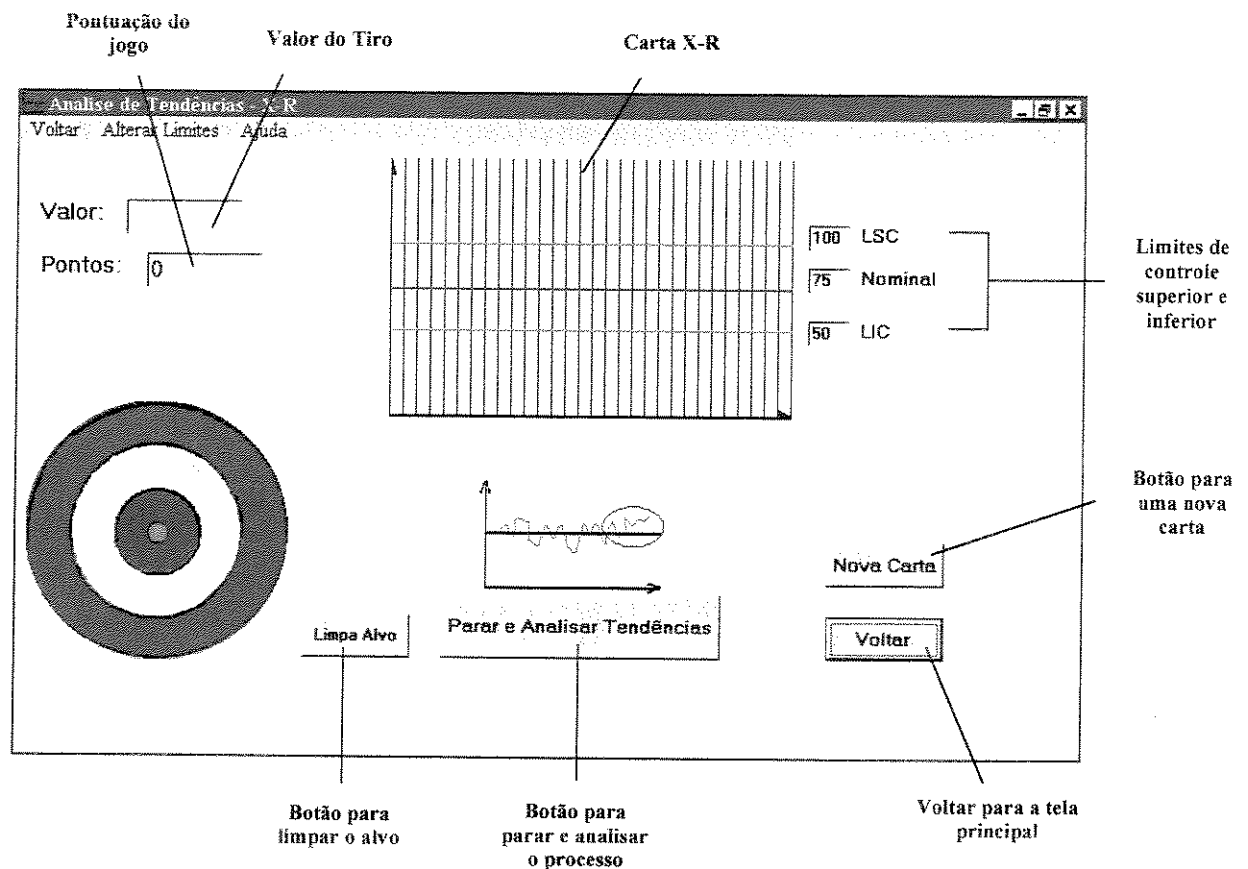


Figura 6.25 – Análise de Tendências para Carta X-R

Considerando as oito possíveis interpretações já apresentadas, o trabalhador pode analisar as tendências solicitando que o processo seja interrompido ao apertar o botão “Parar e Analisar Tendências”. Neste caso, o sistema analisará se a solicitação é pertinente ou não, emitindo uma mensagem como mostra a Figura 6.26 ou indicando a tendência como na janela da Figura 6.27 e solicitando ao trabalhador que explicite as causas e procedimentos a serem tomados, como ilustra a Figura 6.28.

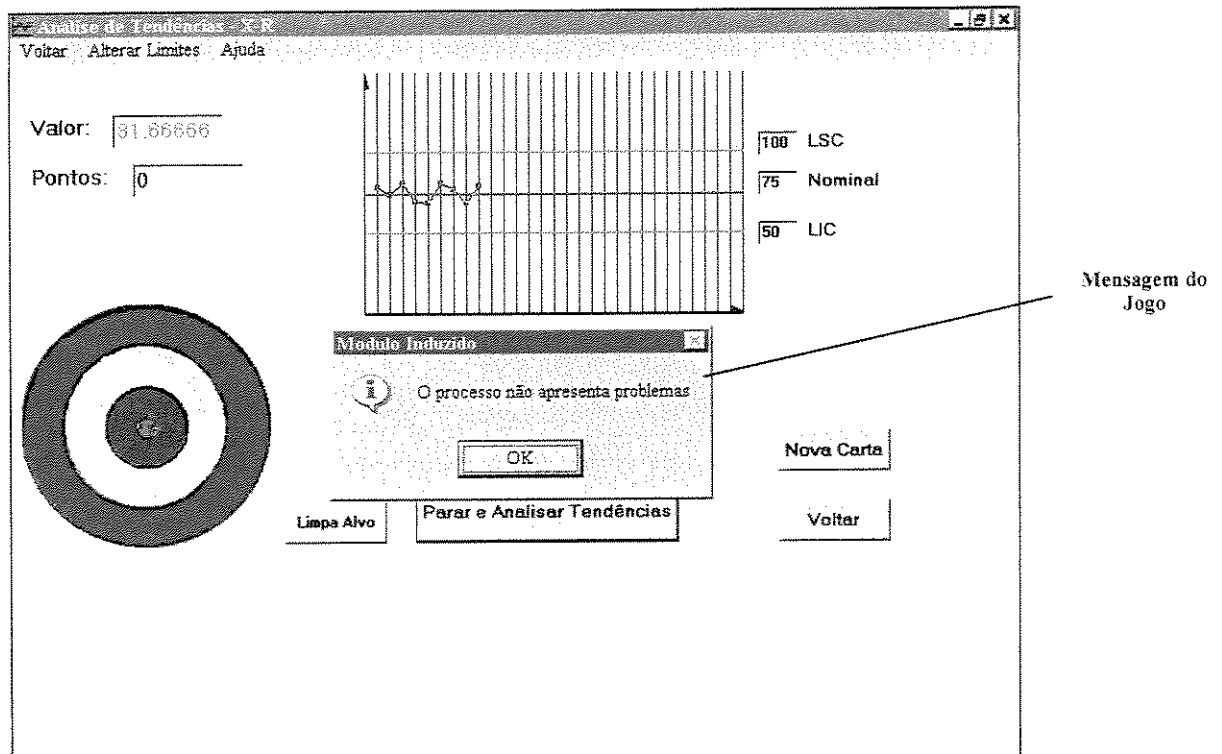


Figura 6.26 – Mensagem indicando que o Processo não Apresenta Tendência

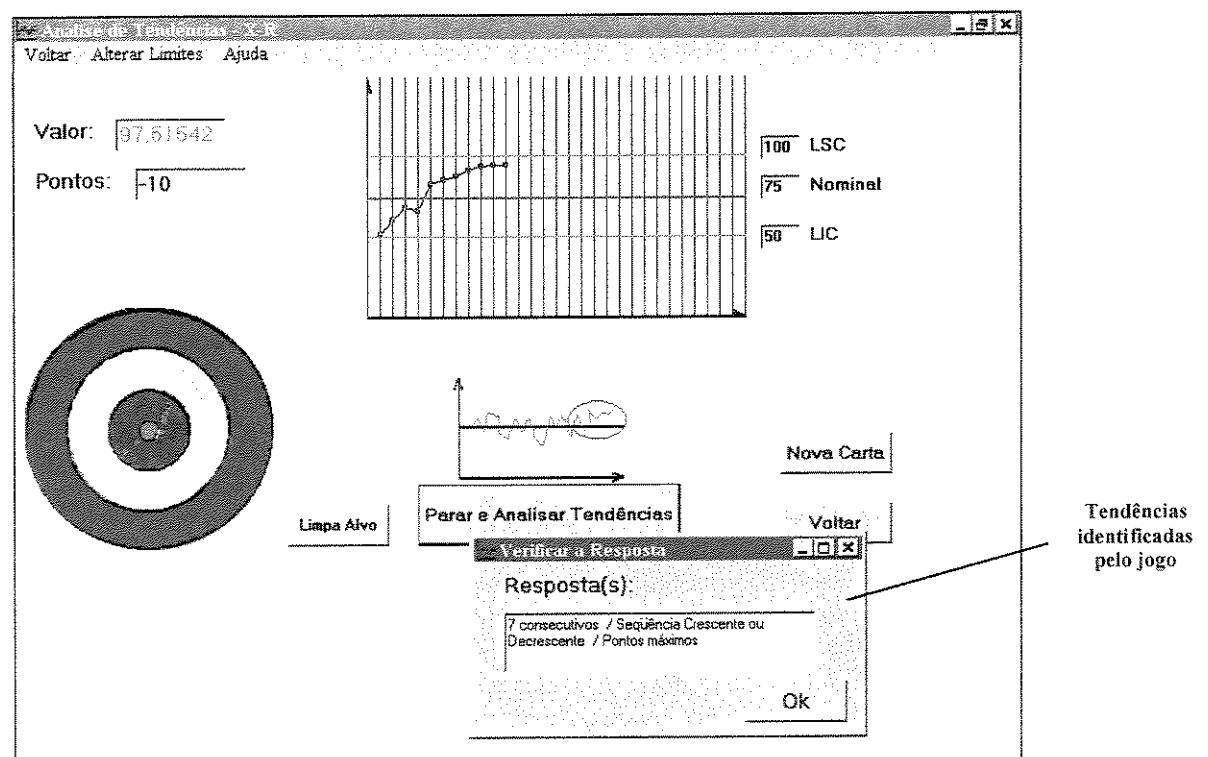


Figura 6.27 – Janela Indicando a Tendência do Processo

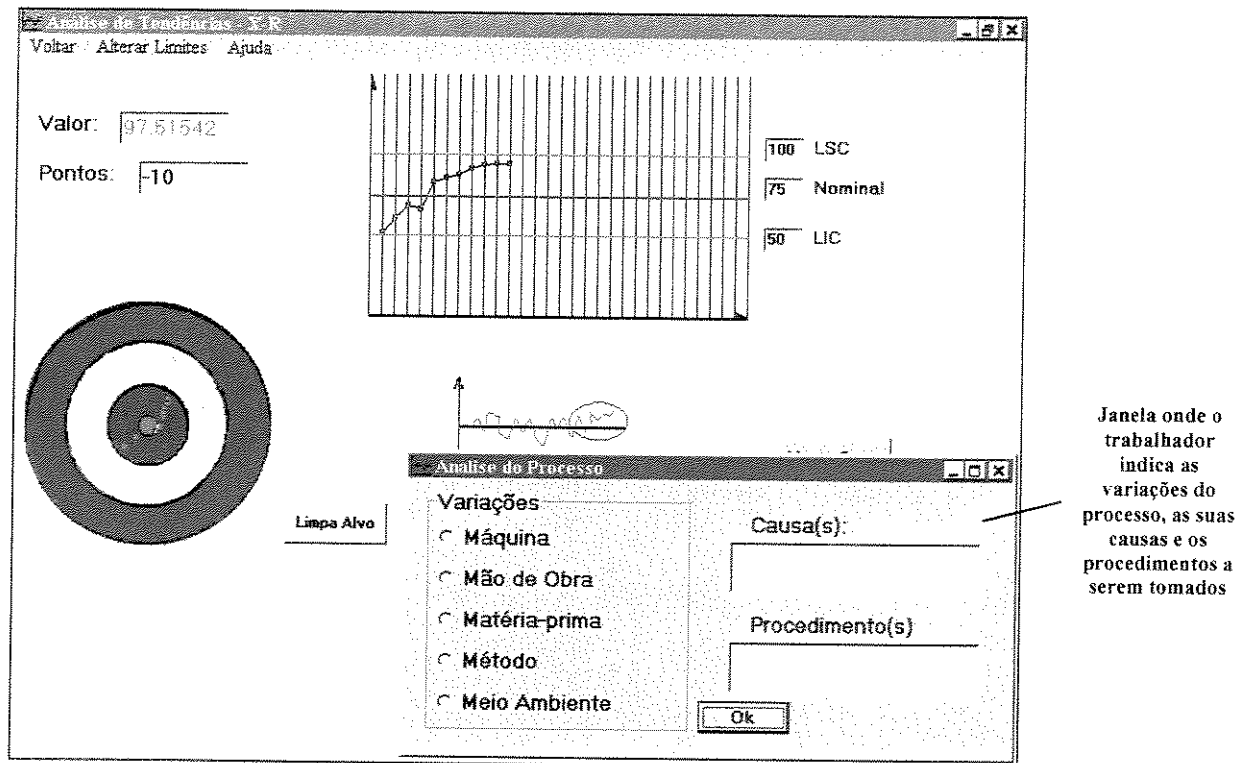


Figura 6.28 – Janela para a Análise das Causas e Procedimentos para Carta X-R

Opção Auto-Controle

As tendências também podem ser verificadas em cartas de auto-controle e por esta razão que esta opção foi implementada. Basicamente, a interface é a mesma do módulo Farol, adicionando-se um recurso para identificação de tendências nos processos, conforme pode ser observado na Figura 6.29.

Nesta opção, o trabalhador deve estar atento às situações que indicam problemas no processo, como pontos na região amarela ou vermelha, mas também no seu comportamento dentro da região verde. O procedimento de parada do processo continua similar aos demais módulos, com o registro completo da sua análise, como mostra a Figura 6.30.

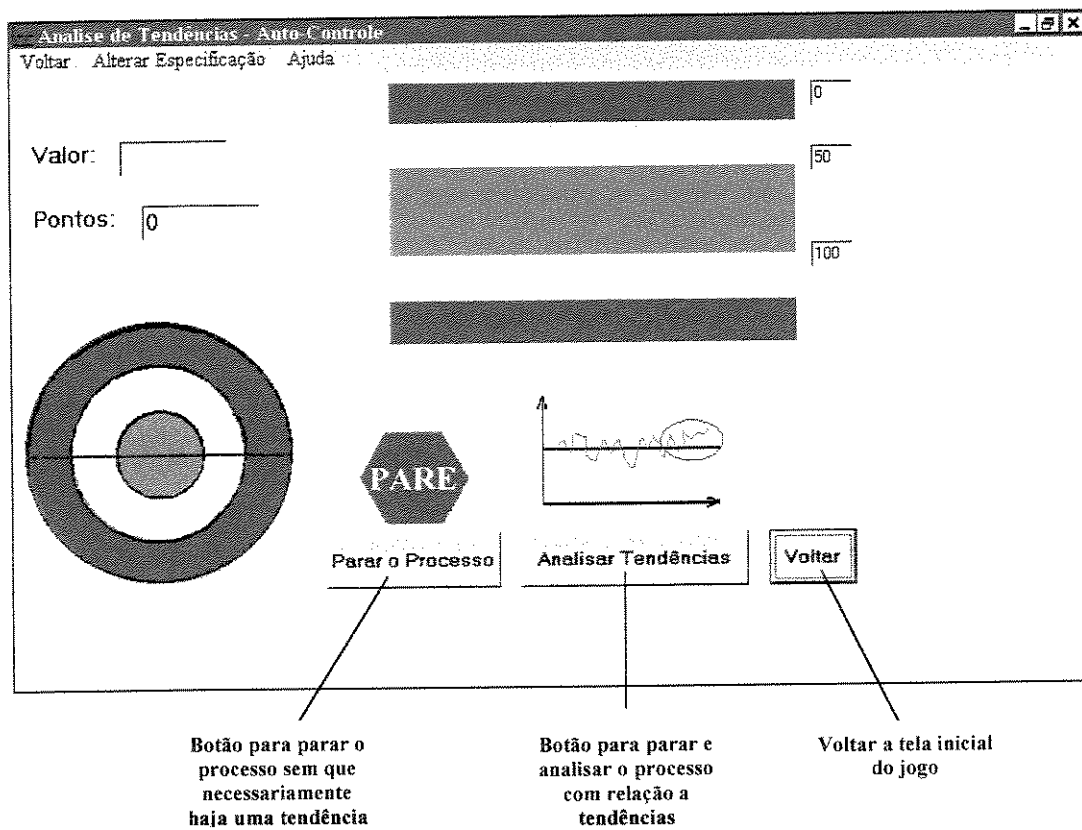


Figura 6.29 – Análise de Tendências para Carta de Auto-Controle

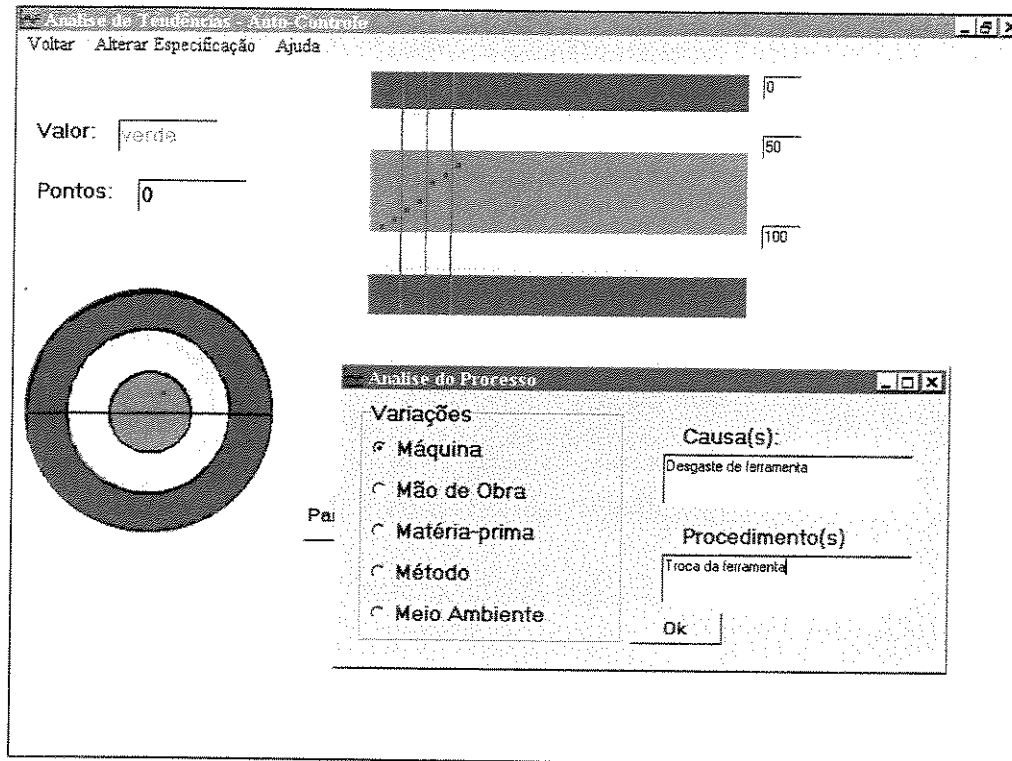


Figura 6.30 - Janela para a Análise das Causas e Procedimentos para Carta X-R

6.3 - O Ciclo Descrição-Execução-Reflexão-Depuração com o Jogo do Alvo

O computador com o jogo, não é um meio de transferir informação e sim um instrumento pelo qual o aprendiz pode construir hipóteses, testá-las e depurá-las. O Jogo do Alvo é um programa que significa, metaforicamente, que o aluno expressa e discute hipóteses com o computador sobre o que ele entende de controle estatístico de processos por meio de um conjunto de tiros que são dados em um alvo. Para isto o aprendiz, inicialmente, **descreve** seu entendimento sobre uma determinada situação com os tiros, identificando e analisando situações de fábrica e apresentando soluções para os problemas descritos.

Após o trabalhador ter explicitado e representado a sua idéia na forma de um disposição de tiros no alvo, o computador **executa** o que foi implementado, fornecendo-lhe os

gráficos, os valores estatísticos importantes como CP e CPK e outras informações relacionadas com o processo.

A partir daí, o aprendiz pode **refletir** se o produto do resultado obtido confere com o desejado e avaliar o processo.

No caso do resultado da avaliação não estar correto, ele pode **depurar** e identificar o erro, corrigindo a sua hipótese e fazendo uma nova **descrição**. Isto é plenamente possível pois o jogo permite ao usuário mexer nos tiros com uma operação de arraste, ou seja, com o mouse o aprendiz arrasta um tiro para uma nova posição, com todos os índices estatísticos sendo recalculados imediatamente, no caso dos módulos Funcional e Fábrica/Alvo. A partir daí, ele pode reavaliar o processo novamente e repetir o ciclo quantas vezes desejar.

Para os módulos Farol e Análise de Tendências que não possuem uma quantidade finita de tiros, o trabalhador pode descrever situações de fábrica e avaliá-las. O computador executa a descrição e o usuário pode refletir sobre a situação definida, refletindo e depurando suas idéias de acordo com os procedimentos de tomada de decisão. Como não existe um número pré-determinado de tiros, ele pode continuar os disparos, descrevendo novas situações.

6.4 – O Ambiente de Trabalho e a Plataforma de Hardware e de Software

Nesta investigação, o Jogo do Alvo foi instalado em três (3) computadores com um processador 80486, em uma sala da Delphi-Harrison que serviu como uma pequena sala/laboratório e que foi usada para a capacitação e avaliação dos trabalhadores. É importante salientar que esta sala era muito próxima das linhas de produção, separada apenas por uma porta, o que permitiu um fácil deslocamento dos operários e inúmeras

situações onde era possível ao trabalhador consultar e analisar casos práticos que ocorriam no seu posto de trabalho.

O Jogo do Alvo possui um programa próprio de instalação que incluíram as bibliotecas gráficas necessárias. Os requisitos mínimos para se instalar o Jogo do Alvo são um computador pessoal com um processador 80486, ou superior, com pelo menos 4 megabytes (MB) de memória, um monitor VGA de resolução superior, aproximadamente 20 MB de espaço livre em seu disco rígido, uma unidade de disco de 3,5 polegadas, de alta densidade (1,44Mb), o sistema operacional Microsoft Windows 95, ou posterior, e um mouse.

Capítulo 7 – Resultados da Formação

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados alcançados com o ambiente construcionista e com a metodologia de capacitação e avaliação construída para a formação de trabalhadores de uma empresa Enxuta.

Neste capítulo são descritos os resultados obtidos em cada etapa da metodologia que foram obtidos com uma constante presença na fábrica, um grande número de entrevistas com funcionários de diversos departamentos, com questionários de avaliação, com a observação direta nos postos de trabalho, nos documentos mantidos no Departamento de Qualidade da empresa, com as oficinas de capacitação desenvolvidas e com os registros conseguidos pelo software Construcionista.

Convém salientar que todos os dados que serão apresentados foram coletados durante dois anos e seis meses de regulares visitas à fábrica e que possibilitaram substanciar todo o trabalho desenvolvido e todas as conclusões.

7.1 – Na Re-implementação do Jogo do Alvo

A re-implementação do Jogo do Alvo permitiu que os trabalhadores participassem do desenvolvimento do software com sugestões que contribuíram para torná-lo mais próximo do contexto de trabalho. Assim, foi possível conseguir importantes melhorias na nova versão, considerando que estavam disponíveis novos recursos que atendiam às necessidades para um melhor entendimento sobre CEP.

Convém salientar que a depuração do jogo foi feita constantemente, muitas vezes com sugestões apontadas durante o processo de capacitação, o que permitiu uma abertura para que todos participassem como co-autores. Dessa forma, foi observado que estava sendo gerado um sentimento de compromisso e de satisfação, não apenas com a adequação do *design* do software mas, também, em relação à facilidade do seu uso e da sua importância para o processo de capacitação.

Assim, o jogo mostrou ter uma interface amigável e de fácil compreensão, uma vez que no decorrer de todas as sessões não foram registrados maiores problemas de comunicação entre o trabalhador e o jogo, considerando-se ainda que, com uma única exceção, nenhum deles, até aquele momento, havia utilizado antes um computador.

Além disso, a metáfora do tiro ao alvo foi facilmente compreendida e associada ao procedimento de coleta de dados realizado na fábrica, permitindo gerar diversas situações de fábrica, muitas delas nunca vivenciadas pelo funcionário. Exemplos disto são os funcionários do Setor de Prensa que trabalham com processos totalmente controlados, ou seja, sempre estáveis e capazes. Com o jogo, puderam definir e analisar um conjunto de dados que caracterizava um processo não controlado e assim diferente do que estão acostumados. Isto mostrou a possibilidade de simulação de experiências que o jogo pode oferecer, sempre associada às condições de fábrica.

Como consequência das experiências vivenciadas com o Jogo do Alvo, muitos trabalhadores associaram com situações de fábrica, como:

- O recurso que possibilita arrastar os pontos no alvo de forma a alterar a sua disposição foi relacionada com a atividade de retrabalho¹ nas peças.

¹ Por retrabalho entende-se como qualquer trabalho adicional executado para colocar a peça dentro das especificações exigidas.

- A alteração dos limites de especificação depois dos vinte e quatro (24) disparos foi interpretada pelos funcionários como alteração dos limites de tolerância. Este procedimento é comum principalmente quando se inicia a produção de um produto novo. À medida que se obtém uma certa estabilidade no processo de produção, os limites de especificação da peça são reajustados e novos limites de controle são calculados e definidos.
- A disposição de tiros ilustrada na Figura 6.7 foi associada a um problema de temperatura elevada no forno da fábrica que, apesar de produzir peças semelhantes, não atende às especificações.
- Na Figura 6.8, a instabilidade do processo foi exemplificada como podendo ser um problema de troca eventual de um operador.

Convém salientar que estas interpretações foram feitas pelos próprios funcionários, sem qualquer sugestão minha ou do facilitador e que mostram que o usuário refletiu sobre o processo descrito na disposição dos tiros no alvo e com a interpretação das cartas de controle e das suas variações. O fato de poder verificar a resposta pode advertir o usuário de que a sua avaliação não está correta e, a partir disto, fazer o usuário refletir e detectar os erros, reavaliando o processo.

Com o cálculo das cartas de controle e dos índices estatísticos, o jogo enriqueceu a análise do processo. É importante dizer que os índices estatísticos não estão disponíveis nos postos de trabalho, uma vez que precisam ser calculados estatisticamente, o que exigiria um equipamento no local. Apenas as cartas de controle com os gráficos de média, amplitude e histograma é que estão acessíveis nas linhas de produção. Com isso, a análise feita pelo trabalhador com o Jogo do Alvo leva em consideração todos os dados possíveis, o que torna mais completa a sua capacitação. Assim, passa a ter significado o uso das cartas de controle, pois todo o processo é acompanhado, desde a coleta de dados, os cálculos estatísticos, até a análise final.

Isto repercutiu na fábrica, pois os funcionários que participaram desta etapa se mostraram mais comprometidos com o preenchimento correto das cartas de controle e interessados em acompanhar o processo. Isto talvez seja pelo fato de que, com o jogo, eles podem acompanhar e simular todo o controle estatístico do processo e não apenas coletar os dados, como fazem na fábrica. Esta coleta de dados se resume a periodicamente analisar uma amostragem de peças produzidas, calcular e assinalar os valores manualmente nas cartas de controle que estão nos postos de trabalho.

Em função disso, o jogo passou a ser uma possível referência na fábrica, tudo porque estes funcionários solicitaram a elaboração de um material que apresentasse as telas do jogo com as diferentes situações possíveis de caracterização de um processo. Segundo eles, é fácil visualizar e entender com o alvo como, por exemplo, um processo pode ser instável e capaz (Veja Figura 6.8). Isto pode evidenciar uma grande contribuição da metáfora do alvo para o entendimento de CEP, pois a representação gráfica passa a ter significado.

7.2 – Na Formação com o Facilitador – Etapa 1

Inicialmente, na capacitação do facilitador foi possível depurar o jogo e definir uma nova implementação visando corrigir os erros encontrados, cujas versões foram descritas nos capítulos 4 e 6. Deste trabalho, conseguimos muitas contribuições para o software, como:

- adotar a mesma convenção de cores utilizadas nas cartas de controle da fábrica;
- alterar as cores do alvo de forma que os valores dentro dos limites de especificação são identificados pelas cores verde e azul. Os valores fora destes limites estão em regiões do alvo pintadas com as cores amarelo e vermelho.

- possibilidade de justificar o tiro, executando uma atividade similar à realizada na fábrica quando um ponto está fora dos limites de controle;
- opção para limpar o alvo quando o funcionário erra por algum motivo;
- a possibilidade do trabalhador definir cenários para a disposição dos tiros.

Com o facilitador capacitado, foi possível iniciar um trabalho de formação de operadores na Delphi-Harrison e, até a sua saída da empresa, foi possível capacitar dez (10) trabalhadores com o módulo Funcional apenas.

O tempo gasto na formação do funcionário com o Jogo do Alvo foi equivalente a duração dos cursos de treinamento tradicionais adotados pela empresa. Este resultado é importante pois garante que a mudança do paradigma de capacitação não altera e nem prejudica o sistema de produção da fábrica.

No entanto, o pouco tempo que o facilitador teve para trabalhar com os trabalhadores e a pequena abrangência do programa desenvolvido (10 trabalhadores), impossibilitou-nos de fazer uma avaliação mais precisa e fundamentada da repercussão deste trabalho no desempenho da fábrica.

O trabalho desenvolvido com o facilitador mostrou, sob o aspecto da ferramenta computacional e da abordagem Construcionista, importantes contribuições para a aprendizagem de conceitos de controle estatístico de processos. Entretanto, serviu também para identificar alguns problemas que comprometem a viabilização do trabalho de capacitação na fábrica.

O primeiro deles foi fragilidade da centralização desse trabalho de formação nas mãos de uma pessoa que, ao deixar a empresa, compromete a sua continuidade. A partir daí, a idéia de se descentralizar o processo de formação, com a constituição de vários trabalhadores como facilitadores, tornou-se a grande meta a ser

atingida. Estes facilitadores transformariam-se então nos agentes multiplicadores-parceiros de conhecimento nas linhas de produção.

O envolvimento de apenas um trabalhador no processo de formação também mostrou um segundo problema. Para se dispor de trabalhadores para as sessões de capacitação com o Jogo do Alvo era necessário que os coordenadores da fábrica liberassem ou criassem uma dinâmica para que este trabalhador pudesse deixar o seu posto de trabalho. Como até então os coordenadores não estavam envolvidos, havia uma dificuldade enorme de se conseguir conciliar a programação da produção com os horários de formação.

Por fim, a avaliação dos resultados ficava centralizada também na figura do facilitador que tinha enormes dificuldades para avaliar os aspectos procedimentais e de desempenho, uma vez que não participava diretamente do processo produtivo da fábrica, não tinha contato direto e constante com os trabalhadores e dependia de terceiros para a obtenção de dados.

Com esta situação, ficava claro que o processo estava totalmente fragmentado. Tinha-se uma ferramenta computacional construcionista que mostrava bons resultados para a aprendizagem dos conceitos, no entanto, não conseguíamos dar uma dinâmica para a sua implantação, evidenciada nas inúmeras interrupções no programa de capacitação durante o primeiro ano de trabalho. Começava ficar evidente a necessidade de implantação de um mecanismo de formação de recursos humanos que viesse também a promover uma cultura de aprendizagem dentro da organização. Foi a partir daí que resolvemos envolver mais trabalhadores neste processo e então definir o que foi chamado de Mecanismo de Integração Organizacional para a Formação e Avaliação de Recursos Humanos, conforme descrito na Figura 5.1.

Com a implantação deste mecanismo, os resultados obtidos com a formação dos trabalhadores atingiu uma dinâmica totalmente diferente, conseguindo abranger e

envolver todos os trabalhadores da fábrica, a responsabilidade sobre o processo de capacitação passou a ser de todos e com isso o processo de avaliação ficou distribuído, cada um contribuindo com a sua parte.

7.3 – Na Formação com os Multiplicadores-Parceiros – Etapa 2

Com esta abordagem, foi desenvolvido um programa amplo de formação, envolvendo todos os trabalhadores das linhas de produção da Delphi-Harrison. Além da constatação das mesmas contribuições do Jogo do Alvo já observadas com a abordagem anterior, usando o facilitador, a abordagem com os agentes multiplicadores-parceiros permitiu avaliar e validar todo o processo de capacitação de recursos humanos segundo a metodologia de formação e avaliação construída e descrita no capítulo 5. Isto proporcionou, além dos benefícios para o processo ensino-aprendizagem, uma mudança de paradigma na produção da Delphi-Harrison, ou seja, a transformação deste setor da empresa de qualificado para qualificante e, por fim, o início de uma cultura de aprendizagem que, até então, não existia.

A associação da ferramenta computacional Construcionista com a implementação do mecanismo de integração organizacional definido no capítulo 5 e ilustrado na Figura 5.1, mostrou-se eficiente e necessário para o sucesso do programa de capacitação.

Além disso, os resultados que serão apresentados a seguir mostram que o programa de capacitação com o Jogo do Alvo e a metodologia definida contribuíram significativamente, pois não ocorreram, neste período, nenhuma outra atividade de formação na fábrica, nenhuma alteração nos seus procedimentos e tão pouco foram adquiridos novos equipamentos. Os coordenadores da fábrica atribuem também os resultados à possibilidade dos trabalhadores de acompanhar, simular e entender, todo o controle estatístico do

processo e não apenas coletar os dados. Passa a ter significado e importância o uso das cartas de CEP, uma vez que é possível entender como o processo é acompanhado, desde a coleta de dados, os cálculos estatísticos, até a análise final.

Como a integração dos trabalhadores no processo de capacitação, os resultados puderam considerar os três estágios definidos por Garvin (1993): cognitivo, procedimental e de desempenho. Além disso, o aspecto emocional e afetivo foi avaliado segundo a metodologia definida no capítulo 5.

A metodologia de formação, com os agentes multiplicadores, permitiu a aprendizagem ao treinar – *Learning through training*, uma vez que os facilitadores eram trabalhadores da fábrica que, ao acompanhar todo o processo de formação do colega, conseguiram vivenciar novas situações, trocar e compartilhar experiências.

7.3.1 – A Avaliação Cognitiva

Esta avaliação considerou os questionários aplicados nas sessões de capacitação, os arquivos gerados pelo software com o registro das ações dos trabalhadores, um teste prático com dois grupos distintos, um com treinamento tradicional e outro com o Jogo do Alvo, os cenários definidos e um estudo de caso com um trabalhador.

Na avaliação cognitiva, considerando os testes aplicados no início e no final de cada sessão, o percentual médio de acerto no testes iniciais foi de 60%, muito inferior aos 80% exigidos pelo departamento de Recursos Humanos, mesmo considerando que os trabalhadores já possuíam algum tipo de treinamento em CEP. A avaliação cognitiva final, realizada após a capacitação com o Jogo do Alvo, mostrou um rendimento médio de 92% de acerto, muito superior ao anterior. Convém salientar que a correção dos testes foi feita pelo departamento

de Qualidade, o que garante que os critérios de correção seguem àqueles definidos pela empresa e que estão de acordo com as suas necessidades.

Com a análise dos arquivos contendo os registros das sessões de uso do Jogo do Alvo, foi possível identificar as dificuldades iniciais do trabalhador na análise do processo. O exemplo clássico para ilustrar esta interpretação pode ser observado pela disposição de tiros da Figura 7.1. Nela, o trabalhador colocou todos os tiros dentro dos limites de especificação, achando com isso que o processo estaria estável e capaz. No entanto, os índices CP e CPK, que indicam os problemas de variação e dispersão das amostras, registram valores que tornam o processo instável e incapaz. Neste exemplo, a grande maioria dos trabalhadores errou a sua resposta inicial.

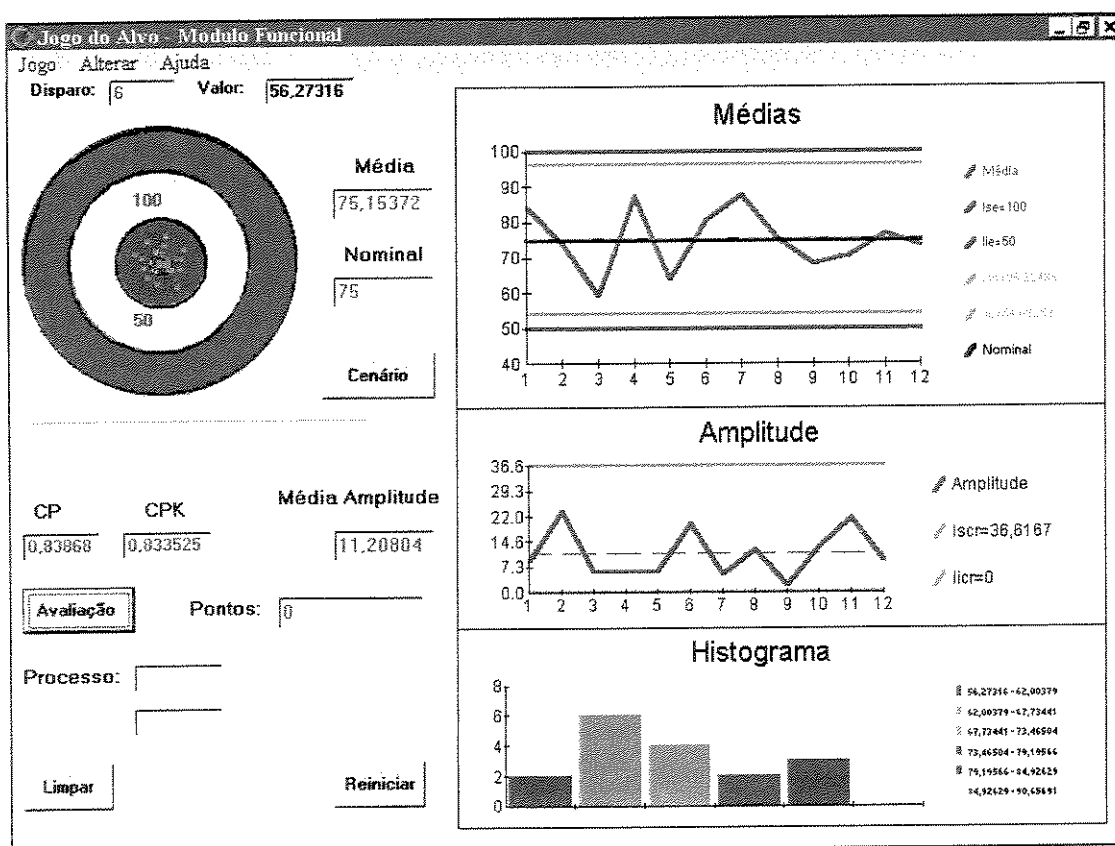


Figura 7.1 – Exemplo de uma Disposição de Tiros onde os Trabalhadores Encontram Dificuldades para uma Avaliação Inicial

Sob o aspecto prático, como eles ainda não possuem nos postos de trabalho um computador para efetuar os cálculos dos índices CP e CPK, é compreensível a dificuldade inicial em analisar as cartas de controle considerando os problemas de variação e dispersão das amostras.

Finalmente, os resultados do experimento com os dois grupos de trabalhadores, um com treinamento tradicional (grupo 1) e outro com o Jogo do Alvo (grupo 2) mostraram que percentual médio de avaliações corretas por parte do grupo 1 foi de 35,71%, muito inferior aos 96,42 % obtidos pelo grupo 2, o que mostra uma contribuição importante do Jogo do Alvo para a análise dos processos reais de fábrica, uma vez que as cartas utilizadas foram retiradas dos arquivos do departamento de qualidade da Delphi-Harrison.

7.3.1.1 - Criação da Memória Organizacional – Os Cenários

Como o Jogo do Alvo registra em um arquivo toda a sessão que o trabalhador desenvolve, foi proposto aos trabalhadores que definissem cenários ou situações que pudessem ser encontradas na fábrica que correspondessem com a disposição de tiros no alvo. Nesta atividade, muitos exemplos foram citados e ricos momentos de diálogos entre os trabalhadores foram proporcionados.

A definição dos cenários permitiu a criação de uma coleção deles e que poderão futuramente representar e armazenar dados importantes sobre diversos problemas e suas soluções para a fábrica. Uma série de cenários foram identificados e que mostram a relação direta com a fábrica e o entendimento que os trabalhadores têm da ligação do jogo com o seu ambiente de trabalho.

Os exemplos das Figuras 7.2 a 7.6 ilustram alguns cenários definidos pelos trabalhadores durante as sessões de capacitação desenvolvidas. Nos cenários das

Figuras 7.2 e 7.4 o processo é estável, como pode ser observado pela mínima variação entre as médias. No entanto, os valores estão completamente fora dos limites de especificação, o que faz com que o processo não seja capaz. Para estas duas configurações, os trabalhadores relacionaram com as seguintes situações de fábrica, respectivamente:

- temperatura elevada do forno;
- baixo torque na parafusadeira;
- ferramenta da prensa desajustada;
- problemas no ajuste do rolo da *center*²

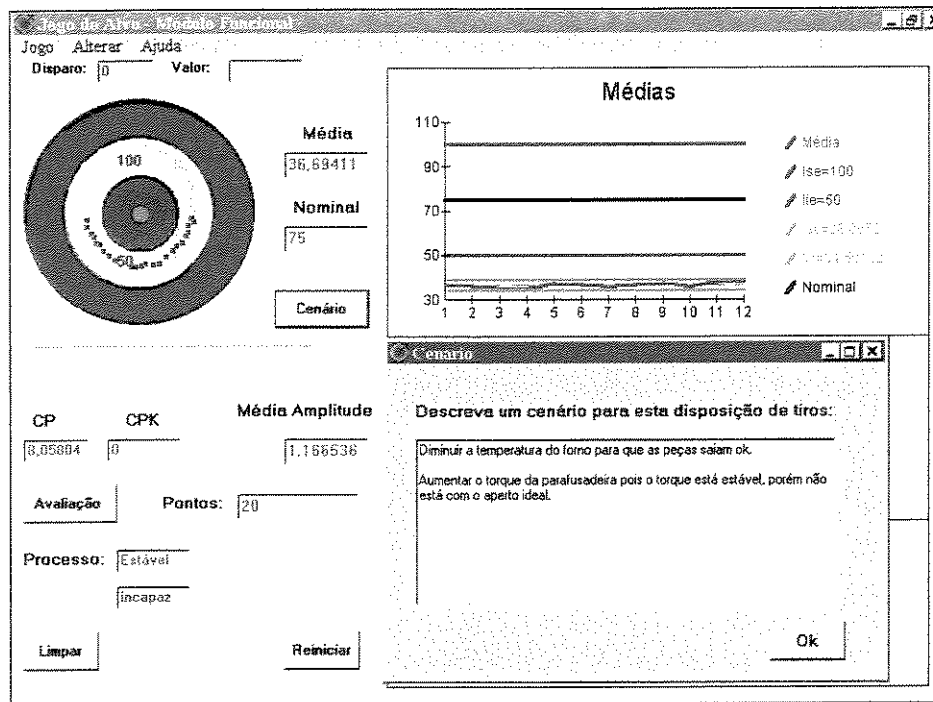


Figura 7.2 – Cenário 1

Para o cenário da Figura 7.3, o processo é capaz, porém, instável. É possível observar um pico no gráfico das médias de maneira que ele ultrapassa o limite superior de controle. Para este caso, os trabalhadores indicaram situações como:

² O *center* é uma espécie de fita que é dobrada e que compõem o corpo do radiador e sua função é ajudar na dissipação de calor. Ela possui ranhuras com angulações rigorosamente determinadas, denominadas *louver*.

- troca do operador que, provavelmente, por não estar habilitado, não soube medir corretamente as amostras que apresentaram o problema;
- pico de temperatura no forno, ou seja, nesta situação provavelmente o operador do forno colocou dois radiadores muito próximos, não obedecendo a distância pré-determinada, o que provoca uma elevação da temperatura interna do forno e, conseqüentemente, altera as medidas das peças;
- problemas com o lote do material utilizado com menos densidade, o que acarreta em um aperto maior com a parafusadeira.

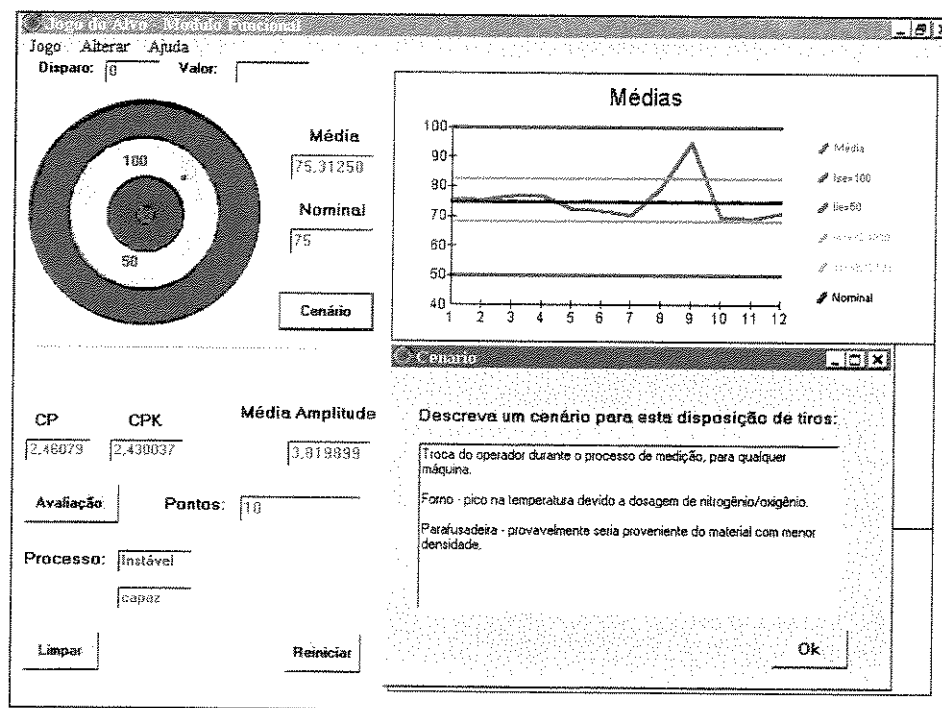


Figura 7.3 – Cenário 2

O cenário ilustrado na Figura 7.5 permite visualizar um problema de compensação de material que é utilizado na montagem dos radiadores. De acordo com o tipo da máquina que faz as ranhuras no *center*, é necessário que uma outra

máquina compense possíveis desvios de forma que a média entre as duas esteja na nominal.

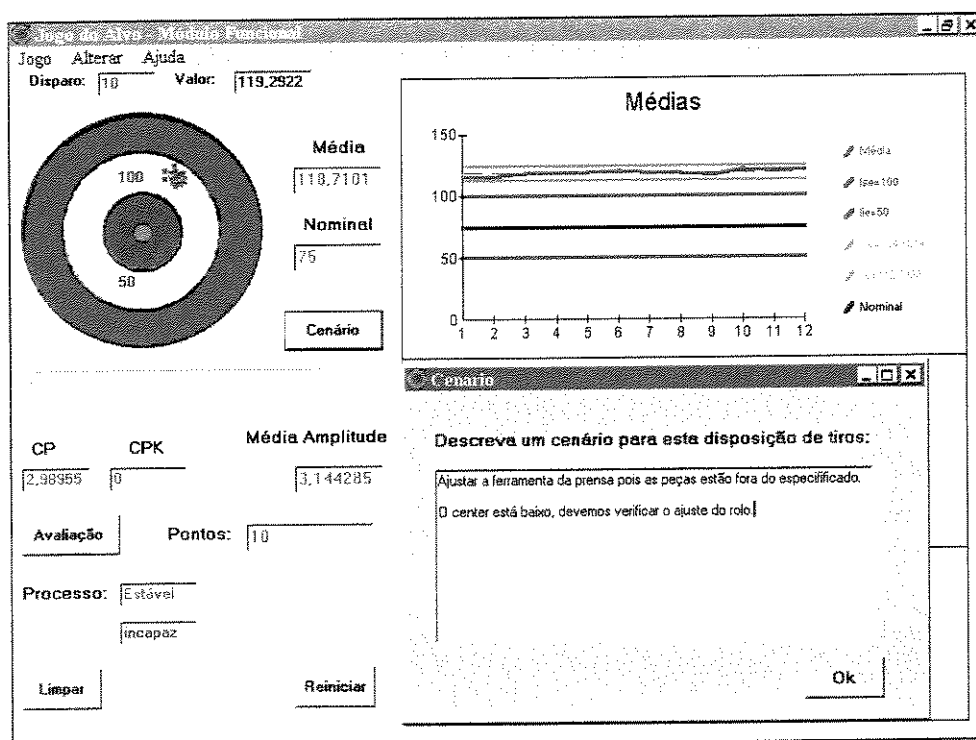


Figura 7.4 – Cenário 3

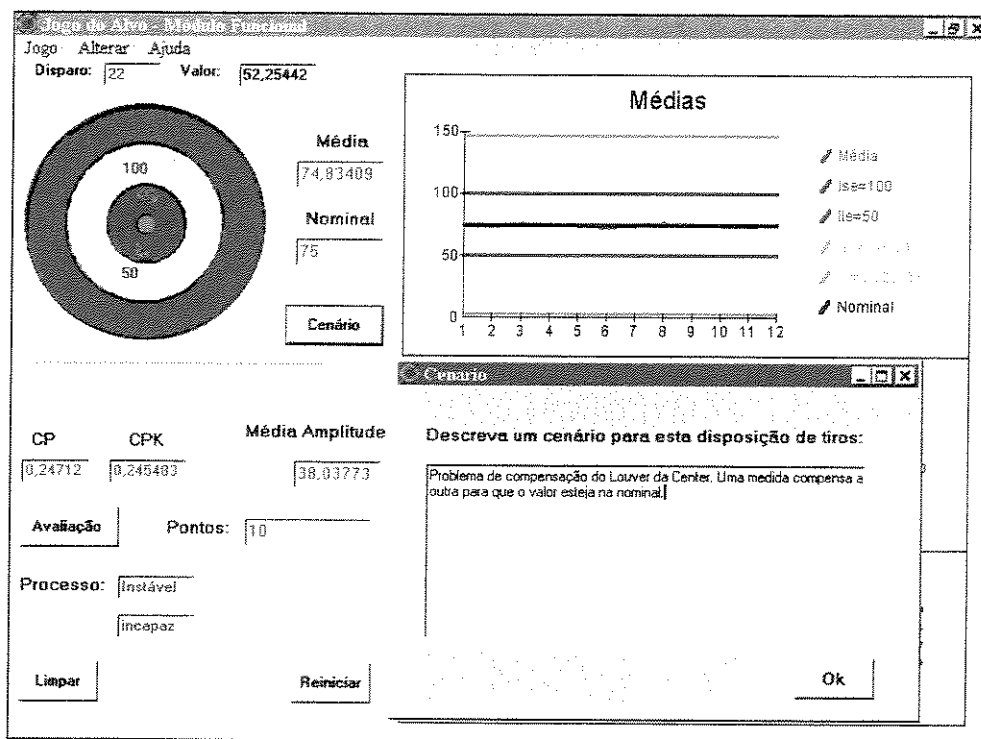


Figura 7.5 – Cenário 4

Finalmente, a Figura 7.6 mostra um processo com uma tendência que é atribuída a um desgaste de máquina. É fácil observar que se o trabalhador não tomar uma ação preventiva, em breve o processo estará fora de controle estatístico. Como solução para o problema, o trabalhador sugere que se troque a ferramenta e que se execute o seu ajuste no maquinário.

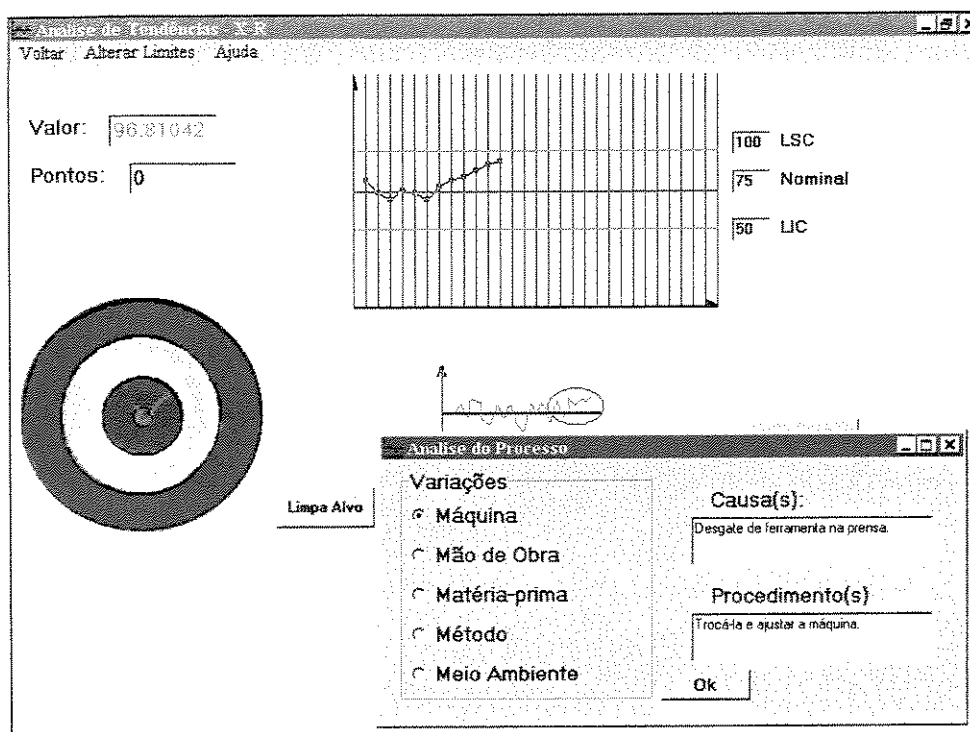


Figura 7.6 – Cenário 5

É possível reparar que, na maioria dos casos, os trabalhadores definem mais de uma situação possível de ser relacionada com o processo descrito pelo conjunto de tiros no alvo. Em cada um dos módulos é possível o trabalhador associar um cenário com uma situação vivenciada na fábrica. Além disso, o software armazena em um arquivo cada um dos cenários definidos, o que permitirá uma análise posterior ou até mesmo o uso dessas informações pelos demais trabalhadores.

7.3.1.2 - Estudo de Caso

A avaliação cognitiva, baseada simplesmente na aplicação de um questionário, não é suficiente para avaliar o aprendizado. Isto porque foi possível identificar um trabalhador que havia sido reprovado nas avaliações escritas e no entanto,

com a análise do seu desempenho com o Jogo do Alvo, ele mostrou entender dos conceitos envolvidos.

Este trabalhador é um dos mais antigos funcionários da empresa, com pouco mais de vinte anos e cuja função é de operador de produção. Ele foi efetivado na Delphi-Harrison logo após concluir o seu estágio como aluno do curso técnico no SENAI.

Nos questionários de avaliação que respondeu, este trabalhador define o controle e a capacidade do processo somente com a seguinte frase: “Um processo sem variação e eficiente”. Esta resposta não permite avaliar o que realmente o trabalhador entende sobre CEP, o que fez reprová-lo na avaliação cognitiva proposta.

No entanto, a importância do software construcionista se fez evidente pois, por meio dos registros das sessões armazenadas em arquivos, é fácil identificar que este trabalhador consegue aplicar os conceitos e entender o que significa o controle estatístico de processos. Durante as sessões de capacitação, ele criou várias situações e foi possível também observar que o seu desempenho foi muito bom.

Para garantir com plena certeza estes fatos, foram realizadas entrevistas com os coordenadores da fábrica e com outros trabalhadores que comprovaram que o trabalhador em questão é um dos melhores da fábrica.

7.3.2 – A Avaliação Procedimental

O acompanhamento do desenvolvimento das oficinas de capacitação, bem como, frequentes visitas às linhas de produção para observar os trabalhadores na ação, permitiram verificar as mudanças de procedimentos e de tomada de decisões.

A avaliação procedimental reflete a repercussão na fábrica da capacitação com o Jogo do Alvo, uma vez que os trabalhadores mostraram-se mais comprometidos com o preenchimento correto das cartas de controle, mais interessados em acompanhar o processo produtivo e envolvidos na solução de problemas. Isto pode ser observado com o crescente aumento da eficiência no preenchimento das cartas de CEP, que contabiliza o número de ocorrências de erros de preenchimento ou de tomada de decisão em função do total de cartas de controle espalhadas pela fábrica. O gráfico da Figura 7.7 comprova esta crescente melhora e está pautado em relatórios semanais elaborados pelo Departamento de Qualidade da empresa, como pode ser verificado pelo exemplo no Anexo G.

Toda a aprendizagem individual, observada nos procedimentos dos trabalhadores, contribuiu para a aprendizagem da organização, uma vez que a eficiência no preenchimento das cartas e nas tomadas de decisão teve melhoras sucessivas nos meses que se seguiram ao início do programa de capacitação, conforme observado no gráfico da Figura 7.7. Nele é possível verificar que no mês de setembro de 1998, anterior ao início da capacitação com os agentes multiplicadores, o índice de eficiência apresentava-se muito inferior àqueles que estão sendo obtidos atualmente. Convém salientar ainda que o relatório do Anexo G começou a ser confeccionado somente a partir do mês de maio de 1999. Sendo assim, os dados apresentados de setembro de 1998 tomam por base apenas os registros encontrados nos arquivos do Departamento de Qualidade e que mostram procedimentos que facilmente podem ser identificados como incorretos, como ilustra a carta de auto-controle da Figuras 7.8.

Eficiência do C.E.P./Registros Dimensionais

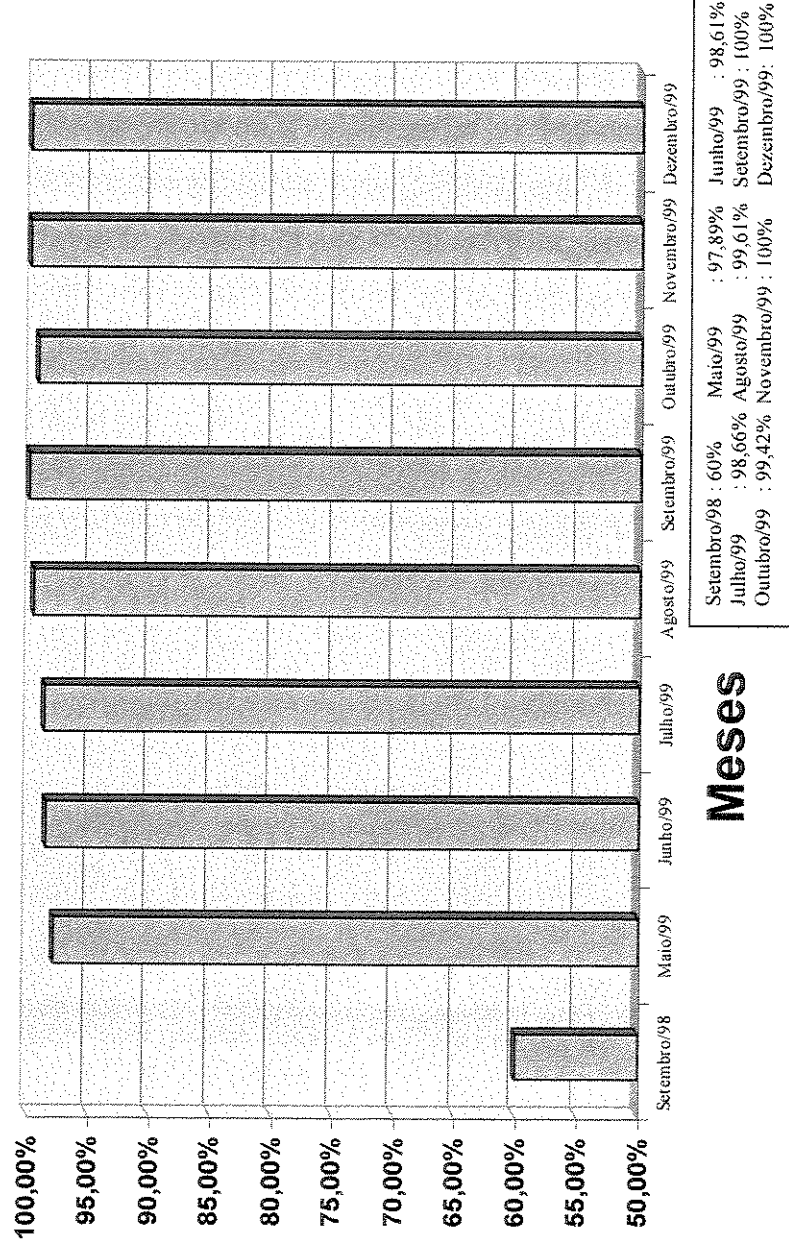


Figura 7.7 – Evolução da Eficiência dos Registros em CEP

Fonte: Departamento de Qualidade da Delphi-Harrison

Neste cálculo não estão computados, por exemplo, os casos de cartas fora de lugar ou de demora na justificativa de um problema registrado no diário de bordo da carta. Estes fatos somente poderiam ser identificados no momento da sua ocorrência. Logo, é possível ainda que o índice de setembro de 1998 viesse a ser ainda inferior ao que está sendo apresentado.

Com o início do programa de formação, a avaliação procedimental mostrou também uma aprendizagem individual, com inúmeros trabalhadores tomando decisões corretamente, modificando suas atitudes. Analisando as cartas preenchidas antes e depois da capacitação é possível identificar mudanças de atitudes, conforme pode ser observado nas cartas apresentadas nas Figuras 7.9 e 7.10. Na primeira, o operador 434 antes da capacitação mediu apenas duas peças, mesmo quando o procedimento correto seria medir mais três. Na outra carta, em uma situação bastante similar a anterior, mas depois da capacitação, o mesmo operador tomou o procedimento correto.

[illegible]

Figura 7.8 – Procedimento Incorreto: Pontos na Região Amarelo sem a Medição de mais Três Pontos

DELPHI-II
Núcleo Técnico Básico

CARTA DE AUTO-CONTROLE

QRS-028 REV. 00 DE 23/12/97

PEÇA NOME: RADIADOR (800)
ESPECIFICAÇÃO: 877.00 - 881.00 (878.00 ± 2.0mm)
DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO: PINO + PINO SUPERIOR - NPC 01
QUANTIDADE DE AMOSTRAS: 02

MAC: 152.478.889/890
PEC: 152.478.889/890
MST: 152.478.889/890
FREQUÊNCIA: 01 VEZ P/ TURNO SET-UP

11/10 14/10 15/10 16/10 17/10 18/10 19/10 20/10 21/10 22/10 23/10

23:00 05:00 24:20 01:00 19:00 01:00 19:00 23:45 18:00 06:00

21 30 22 31 22 31 22 31 22 31 22 31

1123 914 842 434 842 434 842 434 842 434 842 434

Reg do Operador

681.67
681.51
681.24
681.17
681.00
680.84
680.67
680.50
680.34
680.17
680.00
679.84
679.67
679.50
679.33
679.17
678.99
678.83
678.67
678.50
678.33
678.17
678.00
677.83
677.66
677.50
677.33
677.16
677.00
676.83
676.66
676.50
676.33

G R A F I C O D E A U T O C O N T R O L E

Figura 7.9 - Carta de Auto-Controle não Preenchida Corretamente pelo Operador
434 – Antes da Capacitação

DELPHI Harrison Thermal Systems		RQS-028 REV.00 DE 23/12/97	
CARTA DE AUTOCONTROLE PEÇA NOME: RADIADOR 1800 ESPECIFICAÇÃO: 705(CO)2.0mm DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO: PINO A PINO INFERIOR - KPC-2 QUANTIDADE DE AMOSTRAS: 02 MÁQUINA: TESTE FINAL INSTRUMENTO: PAQUIMETRO DIG. PEÇA: 52-478-880/800 FREQUÊNCIA: 1 VEZ TURNO/SET-JIP			
No.: 80 / 10			
ANO: 1.99			
Data da Leitura	22/06	23/06	24/06
Hora da Leitura	16:00	15:00	16:00
Turmo	2°	2°	2°
Reg. do Operador	434	434	434
705.67	705.67	705.67	705.67
705.50	705.50	705.50	705.50
705.33	705.33	705.33	705.33
705.17	705.17	705.17	705.17
705.00	705.00	705.00	705.00
704.83	704.83	704.83	704.83
704.67	704.67	704.67	704.67
704.50	704.50	704.50	704.50
704.33	704.33	704.33	704.33
704.17	704.17	704.17	704.17
704.00	704.00	704.00	704.00
703.83	703.83	703.83	703.83
703.67	703.67	703.67	703.67
703.50	703.50	703.50	703.50
703.33	703.33	703.33	703.33
G R Á F I C O D E A U T O C O N T R O L E			

Figura 7.10 – Carta de Auto-Controle Preenchida Corretamente pelo Operador 434 – Após a Capacitação

Fonte: Departamento de Qualidade da Delphi-Harrison

Convém salientar que existem, além desse caso, outros que mostram uma mudança comportamental na fábrica. Por exemplo, um determinado trabalhador A, quando estava no início do seu turno assumindo o seu posto de trabalho, percebeu que o trabalhador B, do turno anterior, não havia tomado o procedimento correto no preenchimento das cartas de CEP. Imediatamente, ele alertou o colega para o fato e o procedimento foi em seguida corrigido.

Aproveitando a ocasião, conversamos com o trabalhador A sobre a capacitação feita e ouvimos o seguinte comentário:

“As regras de tomada de decisão estão afixadas no mural para o caso de cartas de auto-controle, mas ninguém lê. Com o Jogo do Alvo é fácil de gravá-las e elas ficam na cabeça porque a gente acaba exercitando muito e não fica apenas na conversa ou no assistir uma aula.”

Observamos também que quando ocorre algum problema no processo produtivo, os trabalhadores estão procurando identificá-lo e buscando soluções para resolvê-lo. Por exemplo, o trabalhador C, quando identificou um ponto fora dos limites de controle imediatamente parou o processo. Sem chamar a coordenação inicialmente, procurou detectar o problema verificando primeiramente a matéria-prima utilizada. Como estava tudo certo com ela, verificou um segundo aspecto que seria a regulagem da máquina. Identificou então um problema com uma variação ininterrupta da temperatura do forno, o que provocou portanto solicitar a ajuda do serviço de manutenção de equipamentos. Neste caso, ficou claro que o trabalhador já começa a perceber que as cartas de CEP são importantes para indicar o estado do processo. Tão importante quanto isto foi a atitude do trabalhador que, ao perceber o problema, procurou por si só solucioná-lo.

Durante as sessões de capacitação foi também possível identificar que no início os trabalhadores estavam muito acostumados a analisar as cartas de CEP somente pelos gráficos gerados pelo software. Isto se justifica pelo fato de ser a única informação que possuem nos postos de trabalho, uma vez que os cálculos dos índices CP e CPK e dos limites de controle serem feitos a posteriori pelo departamento de Qualidade.

Com o tempo, foi observado que eles passaram a considerar as demais informações oferecidas pelo software e pautar a análise em todas os dados disponíveis. Além disso, foi comum ouvir comentários e reivindicações sobre a necessidade de ter um equipamento no posto de trabalho para que a análise do processo possa ser a mais eficiente e completa possível. No questionário de avaliação aplicado no final da investigação, este fato ficou ressaltado com frases como:

“Foi muito bom ter participado do curso pois tudo que aprendemos só tem a acrescentar aos nossos conhecimentos. Mas acho que a Harrison deveria implantar a informática na produção para fazer os relatórios.”

A importância na mudança de comportamento e no entendimento do que se faz na prática, levou os trabalhadores, muitas vezes, a tomarem iniciativa própria na definição das sessões de capacitação. Considerando o funcionamento do mecanismo de integração organizacional, esta atitude veio contribuir ainda mais para o seu funcionamento, uma vez que a responsabilidade de administrar o programa de formação foi dividido entre todos, ou seja, coordenadores da fábrica, operadores e o pessoal do Departamento de Qualidade. Isto ficou evidenciado, por exemplo, no cronograma do mês de agosto de 1999, no qual os trabalhadores do primeiro turno agendaram sessões de capacitação em dias não pré-estabelecidos inicialmente (segundas e sextas-feiras), como pode ser observado no cronograma da Figura 7.11.

Cronograma de Formação sobre C.E.P. /Jogo do Alvo

Turno: 1º

Horário: 8:00 às 9:30 hs.

Área: Módulos (C.R.F.M. / T3000)

Agosto/1999

Dias de treinamento

Dia de reunião e Avaliação

Dias de treinamento além do previsto

*

Multiplicador(es)

D	S	T	Q	Q	S	S
1	* Eliana (431) Benedito (816) Fábio (554) Silvânia (841)	2	* Eliana (431) Benedito (816) Fábio (554) Silvânia (841)	* Eliana (431) Wanda (422) Luis (804)	* Eliana (431) Jeferson (896) Fabiano (1127)	6
8	* Eliana (431) Jeferson (896) Fabiano (1127)	9	* Mário (553) Rosana (384) Celso (467)	* Mário (553) Fabrício (892) Maurício (967) Paulo (973)	* Mário (553) Fabrício (892) Maurício (967) Paulo (973)	13
15	* Mário (553) Paulo (868) Flávio (879)	16	* Mário (553) Paulo (868) Flávio (879)	* Mário (553) Wagner (971) Joel (468)	* Mário (553) Douglas (963) Muniz (785) João (801)	20
22	* Mário (553) Douglas (963) Muniz (785) João (801)	23	* Mário (553) Wanderley (361) Bia (375)	* Mário (553) Wanderley (361) Bia (375) Sandra (862) Marcio (787)	* Mário (553) Pontin (550) Sandra (862) Marcio (787)	27
29	30	Reunião e Avaliação				

Obs.: A reunião e avaliação está marcada para às 14:00hs, com os coordenadores e multiplicadores

Figura 7.11 – Cronograma de Formação com Agendamento feito pelos próprios Trabalhadores.

Fonte: Departamento de Qualidade da Delphi-Harrison

7.3.3 – A Avaliação pelo Desempenho

Um dos critérios para medir o desempenho da fábrica é um índice denominado *First Time Quality* – FTQ, definido como o número de peças produzidas com defeito ou que exigiram retrabalho e as peças devolvidas pelo cliente em partes por milhão.

$$FTQ = \frac{Pecas\ com\ defeito + Pecas\ retrabalhadas + Pecas\ devolvidas\ pelo\ cliente}{Pecas\ produzidas} \times 1.000.000$$

Adotando este índice para a avaliação de desempenho, foi constatado uma melhora de 4% no FTQ nos quatro primeiros meses após o início da capacitação com os agentes multiplicadores-parceiros, conforme pode ser observado pelo gráfico da Figura 7.12 e mais 1,2% de melhora no segundo quadrimestre de 1999, o que elevou este índice de 92% no final do ano de 1998 para 97,2% em setembro de 1999, portanto, uma melhora de 5,2% do 3º quadrimestre de 1998 ao 2º quadrimestre de 1999.

Novamente, foi consenso na fábrica que o trabalho desenvolvido no programa de capacitação contribuiu expressivamente para este resultado, uma vez que durante este período não houve compra de novos equipamentos ou mudança de qualquer tipo de procedimento que pudesse justificar este resultado.

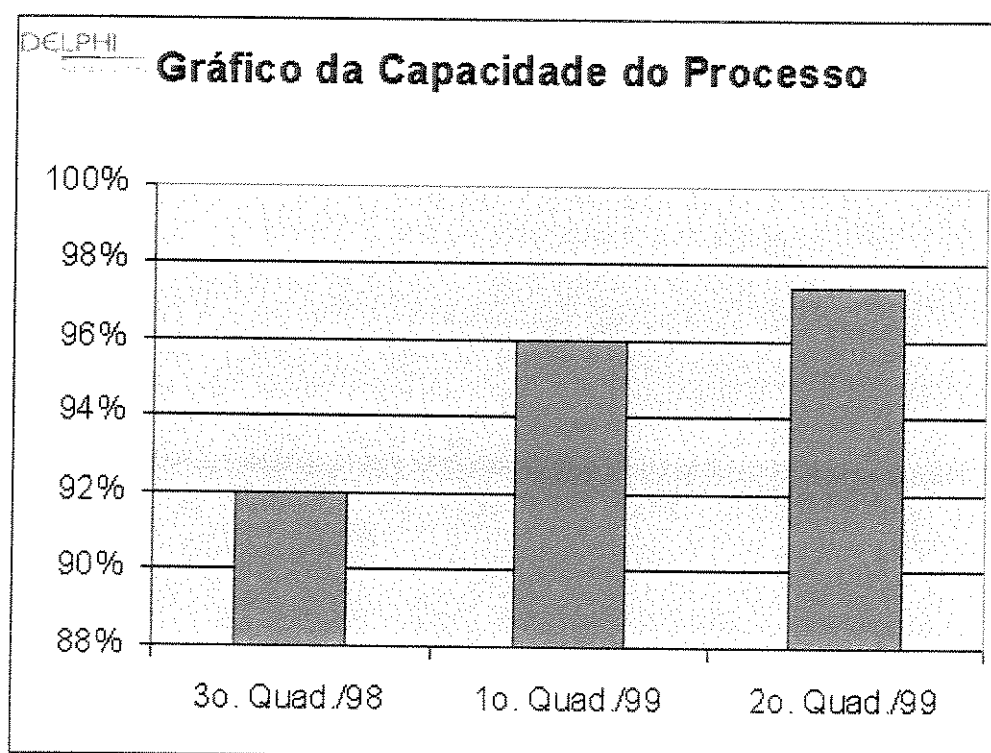


Figura 7.12 – Evolução do FTQ com os Agentes Multiplicadores-Parceiros

Fonte: Departamento de Qualidade da Delphi – Harrison

Em termos concretos, a melhora neste índice é importante para referendar a metodologia desenvolvida, pois não significa apenas um ganho na qualidade do que se produz mas, principalmente, um reflexo direto no faturamento da empresa. Segundo o próprio gerente da fábrica, o percentual de melhora deste índice se reflete na mesma proporção no faturamento, ou seja, nos últimos meses a Delphi-Harrison obteve uma melhora financeira na ordem de 5,2%.

7.3.4 – A Avaliação Emocional e Afetiva

Esta avaliação foi realizada por meio de um questionário e, principalmente, da observação dos trabalhadores na fábrica.

O Jogo do Alvo, sendo uma ferramenta computacional construcionista, situada dentro de um contexto e com significado para os trabalhadores, incentivou as discussões nas sessões de capacitação. A sua identificação com as situações de fábrica motivou os trabalhadores a testar hipóteses e simular casos que estão vivenciando no cotidiano. Com isto, o ambiente de aprendizado com o jogo promoveu diálogos entre os trabalhadores e uma troca constante de experiências, o que provocou a colaboração, a participação no desenvolvimento das atividades na fábrica. Os gráficos da Figura 7.13 e 7.14 mostram o resultado da avaliação dos próprios trabalhadores quando responderam às seguintes questões do questionário de avaliação aplicado, respectivamente:

A dinâmica utilizada no treinamento com o Jogo da Alvo, da maneira como foi desenvolvida, favorece a cooperação? Classifique em:

Muito boa () Boa () Regular () Ruim ()

A dinâmica utilizada no treinamento com o Jogo da Alvo favorece o trabalho em equipe? Classifique em:

Muito boa () Boa () Regular () Ruim ()

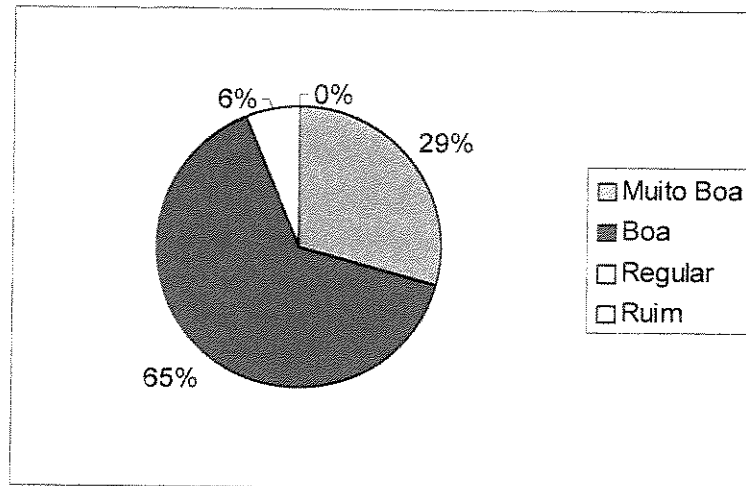


Figura 7.13 – Avaliação dos trabalhadores quanto a Cooperação

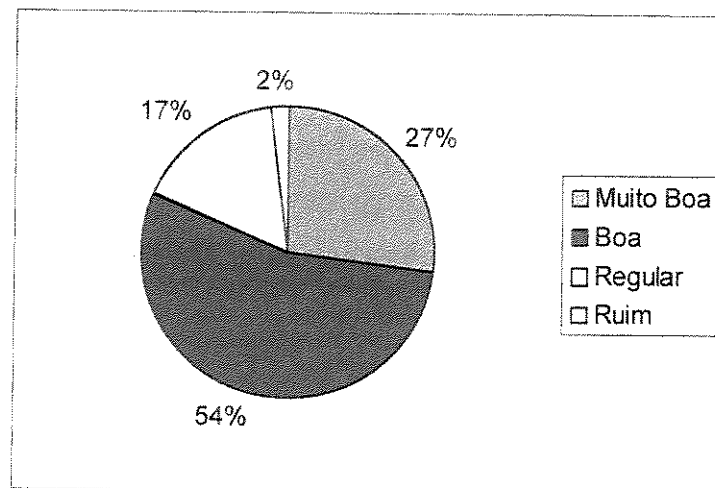


Figura 7.14 – Avaliação dos Trabalhadores quanto ao Trabalho em Equipe

A presença de um colega como instrutor - multiplicador-parceiro, transformou o ambiente em algo informal, ficando o trabalhador bastante à vontade para apresentar suas idéias, propor soluções, enfim, dialogar dentro de um contexto onde todos estão dispostos a aprender e a trocar experiências.

Isto criou um ambiente de confiança entre os trabalhadores que ficou caracterizado com o relacionamento entre os agentes multiplicadores-parceiros e os demais trabalhadores. No relato dos multiplicadores, eles afirmaram que estão sendo procurados pelos colegas para discutir assuntos abordados nas oficinas de capacitação.

Esta atmosfera fica evidenciada com o depoimento de um dos coordenadores da fábrica:

“Antigamente, o treinamento era uma obrigação para os operários, agora é um prazer. Todos ficam atentos e ansiosos para saber quando irão participar das sessões de capacitação. Há interesse e o pessoal está procurando aprender.”

O resultado das respostas dos trabalhadores a seguinte questão do questionário de avaliação também ressalta a sua satisfação com a metodologia utilizada e é apresentada no gráfico da Figura 7.15:

Como você se sente tendo como instrutor um colega de trabalho?

Muito bem () Bem () Indiferente () Não gostei ()

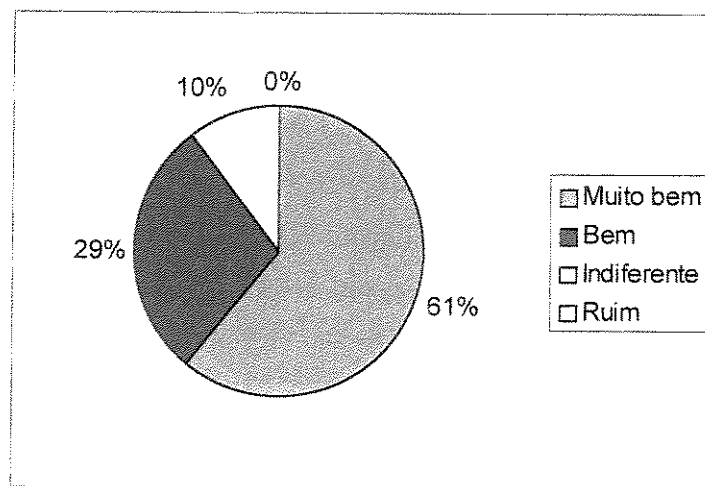


Figura 7.15 – Resultado da Avaliação dos Trabalhadores quanto a Capacitação ser realizada por um Colega de Trabalho

É importante salientar que não são apenas os conceitos que estão sendo discutidos, mas também sugestões para melhorias no processo de capacitação, o que implementa a idéia de melhorias contínuas (*Kaizen*) dentro do próprio processo de formação, conforme ilustra a Figura 7.16. Este importante fato já vinha sendo constatado no processo de confecção da apostila suporte (ver anexo E). Todo o seu conteúdo foi elaborado com ampla participação dos trabalhadores que ajudaram com suas sugestões.

Outro aspecto de suma importância se deve ao fato do trabalhador conseguir com esta atividade sistematizar o seu conhecimento no desenvolvimento do material. A sua confecção proporcionou uma série de encontros com os trabalhadores onde eram discutidos os conteúdos a serem abordados e como deveria ser a sua apresentação de maneira que estivesse mais próxima possível do ambiente de trabalho. Além disso, esta atividade permitiu aproximar os trabalhadores em uma

atividade que evidencia a importância da parceria, o que a caracteriza como uma atividade que favorece a formação dos trabalhadores.

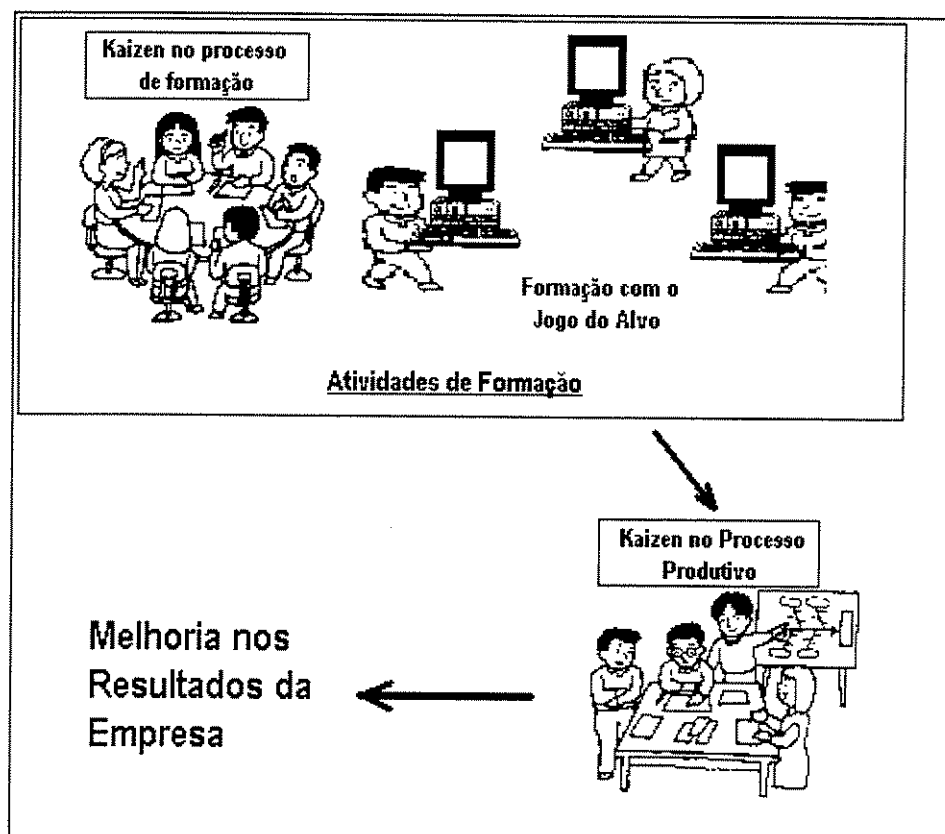


Figura 7.16 – *Kaizen* no Processo de Formação

Além disso, a metodologia proporciona uma abertura maior para o diálogo entre o multiplicador e o trabalhador. Isto foi observado quando um trabalhador da fábrica pediu a um multiplicador que repetisse novamente a sessão de capacitação, uma vez que não havia conseguido entender os conceitos. Na ocasião, sugeriu que além dos exercícios com o Jogo do Alvo, houvesse um espaço para a leitura da apostila entregue e para um diálogo sobre os pontos com dúvidas.

Esta abertura, sem dúvida, só foi possível uma vez que o trabalhador enxerga o multiplicador-parceiro como um colega onde existe uma intimidade muito maior. Para comprovar isto, na abordagem com o facilitador, em nenhum momento houve uma situação de questionamento do processo de capacitação. Neste caso, o facilitador não era um trabalhador que participava diretamente nas linhas de produção da fábrica.

Tudo isto levou a uma série de transformações na fábrica, com o desenvolvimento de um espírito de comprometimento mútuo. Com a vontade de aprender e de sentir que aquilo que aprende é importante não apenas para os resultados da companhia, mas também para o seu próprio desenvolvimento. Esta vontade foi observada quando, em uma das reuniões de avaliação, os coordenadores da fábrica informaram que os trabalhadores estão agendando sessões de capacitação entre eles, durante o tempo que estão ociosos, sem que alguém esteja forçando-os a isto. Esta informação foi confirmada pelo pessoal do Departamento de Qualidade que frequentemente recebe as listas de presença e as avaliações realizadas.

Em termos concretos, a importância deste sentimento se fez perceptível não só com a vontade, mas com a realização da reforma da sala onde são realizadas as sessões de capacitação. Houve um envolvimento dos trabalhadores no sentido de querer melhorar ainda mais o ambiente físico, denominado por eles como “Sala de Treinamento”. Foi feita uma nova pintura, colocada uma nova forração no chão, novas prateleiras para abrigar livros e outros materiais, murais para apresentar as estatísticas e os resultados decorrentes do processo de capacitação, entre outras coisas.

O sentimento de *empowerment* também ficou evidenciado não apenas pela observação dos trabalhadores no desenvolvimento das sessões de capacitação e no próprio desempenho nas linhas de produção, como também nas respostas que deram a seguinte questão e cujo resultado é mostrado na Figura 7.17:

Com o treinamento do Jogo do Alvo você passou a se sentir mais capaz de entender e aplicar os conceitos de CEP? Classifique a sua melhora como:

Muito boa () Boa () Regular () Ruim ()

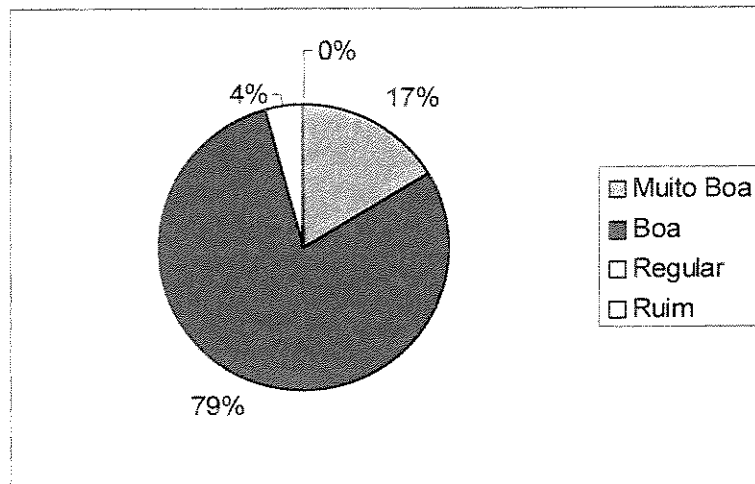


Figura 7.17 – Resultado da Avaliação dos Trabalhadores quanto ao *Empowerment*

Finalmente, o próprio gerente da fábrica ao fazer uma visita inesperada a uma das oficinas de capacitação, cujo facilitador era um trabalhador que ensinava ao colega os conceitos sobre CEP, exclamou:

“Isto é *empowerment*”

7.3.5 – Transformando a Produção da Delphi-Harrison de Qualificada para Qualificante

Se analisarmos os critérios definidos por Fleury & Fleury (1997) e descritos no item 3.1.2 para classificarmos uma empresa como qualificada, certamente é possível encontrar estas características presentes na Delphi-Harrison desde o início do trabalho, ou seja, o trabalho em equipes, a autonomia e responsabilidade delegada aos trabalhadores, a presença de basicamente três níveis hierárquicos e uma distância pequena entre as funções.

O desafio foi tentar transformá-la em uma empresa qualificante. Entretanto, com a nova metodologia que usa os agentes multiplicadores-parceiros como verdadeiros facilitadores da aprendizagem e a utilização do mecanismo de integração organizacional descrito na Figura 5.1, foi possível verificar essa transformação e uma nova dinâmica no desenvolvimento da competência profissional. O envolvimento muito grande de trabalhadores das linhas de produção, dos coordenadores da fábrica e dos funcionários do Departamento de Qualidade permitiu um comprometimento de todos em promover a aprendizagem, claramente evidenciada no aumento de horas de capacitação mensais.

Além disso, foi observado um envolvimento dos agentes multiplicadores-parceiros não apenas na formação dos colegas, mas também na elaboração do material didático utilizado, que pode ser encontrado no Anexo E, na reforma de uma sala da empresa para servir de ambiente de aprendizagem, abrigando os computadores, materiais de consulta como manuais, livros, quadros com estatísticas do trabalho de formação, entre outros.

Toda estas transformações levaram a contribuir para o início da implantação de uma cultura de aprendizagem nas linhas de produção, que é fundamental para o sucesso de qualquer trabalho de formação em uma empresa, e que a metodologia com os agentes multiplicadores-parceiros colaborou substancialmente.

Isto também pode ser verificado pelos cronogramas de formação afixados na fábrica e que determinam o horário e os trabalhadores envolvidos nas oficinas de capacitação, como ilustra o cronograma da Figura 7.18. Convém salientar ainda, que estão sendo verificados casos de sessões de capacitação sem agendamento prévio, ou seja, os trabalhadores estão indo usar o software disponível nos momentos de ociosidade da fábrica, conforme pode ser observado no cronograma da Figura 7.11.

Cronograma de Formação sobre C.E.P. /Jogo do Alvo							
Turno: 2º Horário: 14:00 às 15:30 Área: Brasados / Módulos				Agosto/1999			
				<div> <div></div> Dias de treinamento <div></div> Dia de reunião e Avaliação <div>*</div> Multiplicador(es) </div>			
D	S	T	Q	Q	S	S	
1	2	3	4	5	*Francisco (908) Charles (1092) Charles (1175)	6	7
8	*Francisco (908) Charles (1092) Charles (1175)	9	10	11	12	*Derli (858) Marcos (957) Valter (1263)	13
14							15
16	*Derli (858) Marcos (957) Valter (1263)	17	18	19	*Francisco(908) Adilson (337) Fábio(1096)	20	21
22	*Francisco(908) Adilson (337) Fábio(1096)	23	24	25	26	*Derli (858) Silvano (1162) Edinei (813)	27
28							29
30	*Derli (858) Silvano (1162) Edinei (813)	31	Reunião e Avaliação				
Obs.: A reunião e avaliação está marcada para às 14:00hs, com os coordenadores e multiplicadores							

Figura 7.18 – Exemplo de Cronograma de Formação
 Fonte: Departamento de Qualidade da Delphi-Harrison

Além disso, foi definido um procedimento para formação de recursos humanos com o Jogo do Alvo (ver anexo F), seguindo as normas especificadas para a certificação QS9000 (Ricci, 1996). Neste procedimento, são previstas reuniões mensais de avaliação que fazem uma análise do que foi realizado no mês que passou e são estipuladas as metas para o próximo mês. Isto tudo pode reforçar uma série de fatos que levam a constatar o início de uma cultura de aprendizagem nas linhas de produção da Delphi-Harrison.

Capítulo 8 – Conclusões e Perspectivas Futuras

Este trabalho oferece uma solução para a formação de trabalhadores em empresas Enxutas por meio do uso de uma ferramenta computacional Construcionista – O Jogo do Alvo, contextualizada e significativa, associada a uma metodologia de formação e de avaliação pautada em agentes multiplicadores parceiros. Todo o trabalho foi realizado *in job*, inteiramente dentro do contexto da fábrica, desde o desenvolvimento da ferramenta computacional, até a definição e validação da metodologia desenvolvida. Esta solução, além de contribuir para a formação, promovendo a aprendizagem dentro da organização, cujos resultados superaram todos àqueles alcançados com outros métodos e ferramentas, permitiu a criação de um ambiente e o início de uma cultura de aprendizagem nas linhas de produção da empresa.

O Jogo do Alvo foi implementado com base na metáfora do tiro ao alvo, com ênfase no processo de explicitação, formalização e construção do conhecimento, envolvendo conceitos de Controle Estatístico de Processos – CEP. A importância do tema se traduz no fato de CEP ser um problema gerencial crítico, principalmente em empresas Enxutas, uma vez que o sistema de controle da qualidade é um dos seus pilares.

A experiência de formação de um facilitador para implantar uma proposta de utilização efetiva de softwares com abordagem construcionista na formação de recursos humanos na indústria, descrita em K., Jr., Schlünzen, 1998, permitiu concluir que a ferramenta computacional implementada permite gerar diversas situações de fábrica, muitas delas nunca vivenciadas pelos trabalhadores e a metáfora do tiro ao alvo é facilmente compreendida e associada ao procedimento de coleta de dados; enriquece a análise do processo pois oferece mais parâmetros de análise por meio dos índices CP e CPK calculados e que não são calculados nos postos de trabalho; promove a reflexão sobre o processo descrito na disposição dos tiros no alvo com a interpretação das cartas de controle e das variações; repercute na fábrica pois os funcionários se mostram mais

compromissados com o preenchimento correto das cartas de controle e interessados em acompanhar o processo produtivo.

Do ponto de vista da abordagem construcionista, na qual é concebida a ferramenta computacional, a construção do conhecimento por meio da possibilidade de resolver problemas que estão no contexto de trabalho, ou seja, baseados em problemas reais, onde o trabalhador utiliza a sua experiência para fazer a ligação entre a teoria e a prática, encorajou a reflexão e a transferência de conhecimento de uma situação para outra. Além disso, foi verificado o início da criação de uma espécie de memória da organização, com a definição de uma série de cenários que expressam situações de fábrica e possíveis soluções.

A importância do Construcionismo favoreceu o comportamento e a tomada de decisões que este profissional deverá ter no seu dia a dia. No contexto da empresa, o paradigma construcionista está engajando o profissional em uma aprendizagem *just-in-time* pois ele busca soluções para problemas do cotidiano e com necessidade de resolução imediata.

Além disso, auxilia o trabalhador a responder mais efetivamente às mudanças que podem ocorrer frequentemente em seu ambiente, uma vez que disponibiliza uma série de recursos que podem ser utilizados e testados sem demandar muito tempo de avaliação, o que contribui ainda mais para o sistema Enxuto e para uma significativa melhoria nos resultados, o que contribui para a conscientização da importância do investimento em formação e aprendizagem na organização.

No entanto, a fragilidade e as limitações desta abordagem, com a responsabilidade colocada nas mãos de apenas uma pessoa e com as dificuldades de implantação de um programa de formação consistente e abrangente, levaram à definição de uma nova abordagem com os multiplicadores-parceiros (Schlünzen, in Press), que são trabalhadores nas linhas de produção.

A utilização dos agentes multiplicadores parceiros na fábrica permitiu, além do aprender a fazer, o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao saber ajudar e ao saber ensinar, o que pôde garantir a mudança de paradigma, da empresa qualificada para a empresa qualificante, e tornar o processo de formação auto-sustentável. Esta abordagem também permite implementar a figura que Drucker (1989) define como *knowledge worker*, uma vez que o trabalhador está envolvido não apenas em produzir, mas também em aprender, em ensinar, em trocar e criar conhecimento.

Com isso, pelo envolvimento de todos no processo de formação, foi possível observar o processo de mudança na organização como um todo, e não baseada em fatos instantâneos e pontuais. Os resultados alcançados permitiram concluir que a metodologia inovadora, com os multiplicadores parceiros, é a mais adequada e que esta inovação em formação traz importantes reflexos na cultura de aprendizagem da organização e, conseqüentemente, nos seus resultados operacionais. Nos aspectos cognitivos, procedimentais, de desempenho e afetivos/emocionais, considerados para a avaliação, foram obtidos resultados significativos de melhoria.

No aspecto cognitivo, os resultados com a correção dos questionários aplicados mostraram uma significativa melhora quando comparados com o teste inicial e final. O estudo de caso desenvolvido com um trabalhador mostrou claramente que uma avaliação apenas cognitiva não é capaz de expressar o aprendizado, o que evidencia a importância de analisar outros aspectos como o procedimental, comportamental, afetivo e emocional. A diferença de resultado foi ainda maior quando tomamos dois grupos: um com capacitação tradicional e outro com o software construcionista.

Os registros das próprias cartas de CEP nos permitiram avaliar os benefícios para o aspecto procedimental, chegando a 100% de eficiência no preenchimento das cartas nos últimos meses. Com a participação de todos os trabalhadores, incluindo os coordenadores, foi possível também acompanhar o envolvimento dos trabalhadores na resolução de problemas e nos projetos de melhorias contínuas.

Quanto ao aspecto de desempenho, os parâmetros mensuráveis de ganhos tangíveis também mostraram significativos progressos. O exemplo citado e analisado neste trabalho foi o aumento de 5.2% no índice de FTQ que repercute diretamente no faturamento da empresa praticamente na mesma proporção.

Considerando o aspecto emocional, verificou-se que o Construcionismo desperta emoções que estão expressas no comportamento dos trabalhadores, no sentimento de ânimo e energia em toda a organização e na qualidade dos diálogos. Há um comprometimento com algo que eles sentem ser deles, que é importante para o seu desenvolvimento e que agora, com a metodologia implementada, passa a ser de responsabilidade exclusiva do trabalho que irão desenvolver. Isto se reflete no engajamento dos trabalhadores em promover as sessões de capacitação, na disponibilidade em colaborar em todos os sentidos, em trocar com o colega as suas experiências, o que contribui para a criação de um ambiente interdisciplinar, baseado na mudança da postura do profissional, caracterizada pela humildade e generosidade (Fazenda, 1995). Na humildade em reconhecer que não sabem tudo e que precisam aprender com o outro colega mais experiente e na generosidade de compartilhar e trocar os seus conhecimentos para o crescimento da coletividade.

Como ganho institucional e organizacional, o trabalho desenvolvido proporcionou uma aprendizagem interorganizacional, considerando a parceria entre o Núcleo de Informática Aplicada à Educação – Nied e a Delphi Automotive Systems – Divisão Harrison Thermal Systems. O que foi desenvolvido neste trabalho é o que Stata (1997) define como características que devem existir entre uma parceria universidade/empresa:

- Concentrar-se em problemas gerenciais críticos;
- Desenvolver e disseminar novas ferramentas e métodos de aprendizagem;
- Testar ferramentas e métodos na prática;
- Fornecer aprendizagem interorganizacional;
- Usar uma abordagem interdisciplinar;
- Propiciar oportunidades de educação cooperativa para o trabalhador.

Nesta parceria, a função da academia é enfatizar o processo de inovação e de criação, permitindo com este trabalho que os trabalhadores aprendam com os outros ao invés de se tentar ensinar novas práticas diretamente, na forma de consultorias, que na maioria das vezes foge de um contexto. Objetiva-se com isto iniciar um processo de aprendizagem auto-sustentável, favorecendo o desenvolvimento de competências que permitam criar organizações flexíveis, com funcionários que sejam auto-suficientes para adquirirem novas qualificações. Dentre estas competências, pode-se destacar: aprender a aprender, comunicação, colaboração, raciocínio, criatividade e capacidade de resolver problemas.

Finalmente, esta parceria permitiu a publicação de alguns artigos que contribuíram para a comunidade científica da área, relacionados a seguir:

- Capacitação e aprendizagem em empresas utilizando software com estética Logo: A formação do facilitador (K., Jr., Schlünzen, 1998);
- The target game in a lean factory (Schlünzen, 1999);
- The Worker of the New Millennium: Learning, Culture and Technology (Schlünzen, 2000);
- Logo goes to work (Valente & Schlünzen, 1999);

os quais foram frutos desta investigação, podendo ser encontrados na íntegra no anexo I.

8.1 A Metodologia de Formação e Avaliação Construída

A aplicação da metodologia construída nesta pesquisa pode ser generalizada para a formação de trabalhadores em outras empresas Enxutas. Uma síntese geral da metodologia está ilustrada no fluxograma da Figura 8.1 e mostra os passos a serem tomados em trabalhos futuros de formação de trabalhadores com o intuito de criar ambientes de aprendizagem construcionistas. Não pretendo com isto definir uma fórmula para a formação de trabalhadores, mas sim apresentar os passos gerais que foram

tomados na construção da metodologia utilizada nesta investigação e que poderão contribuir em trabalhos futuros de capacitação de trabalhadores em empresas Enxutas.

Assim, o primeiro passo é identificar os problemas gerenciais críticos dentro da empresa, com a participação efetiva da administração que pode orientar no sentido de atacar os reais problemas, apontando as necessidades de aprendizado para tratar com as novas situações da empresa e dar sustentação às estratégias empresariais. Em função destas necessidades, é preciso também conhecer quais são as novas qualificações que os trabalhadores necessitam ter seguindo a orientação estratégica e vincular o programa de capacitação, permitindo o seu desenvolvimento e assegurando condições de avaliá-lo.

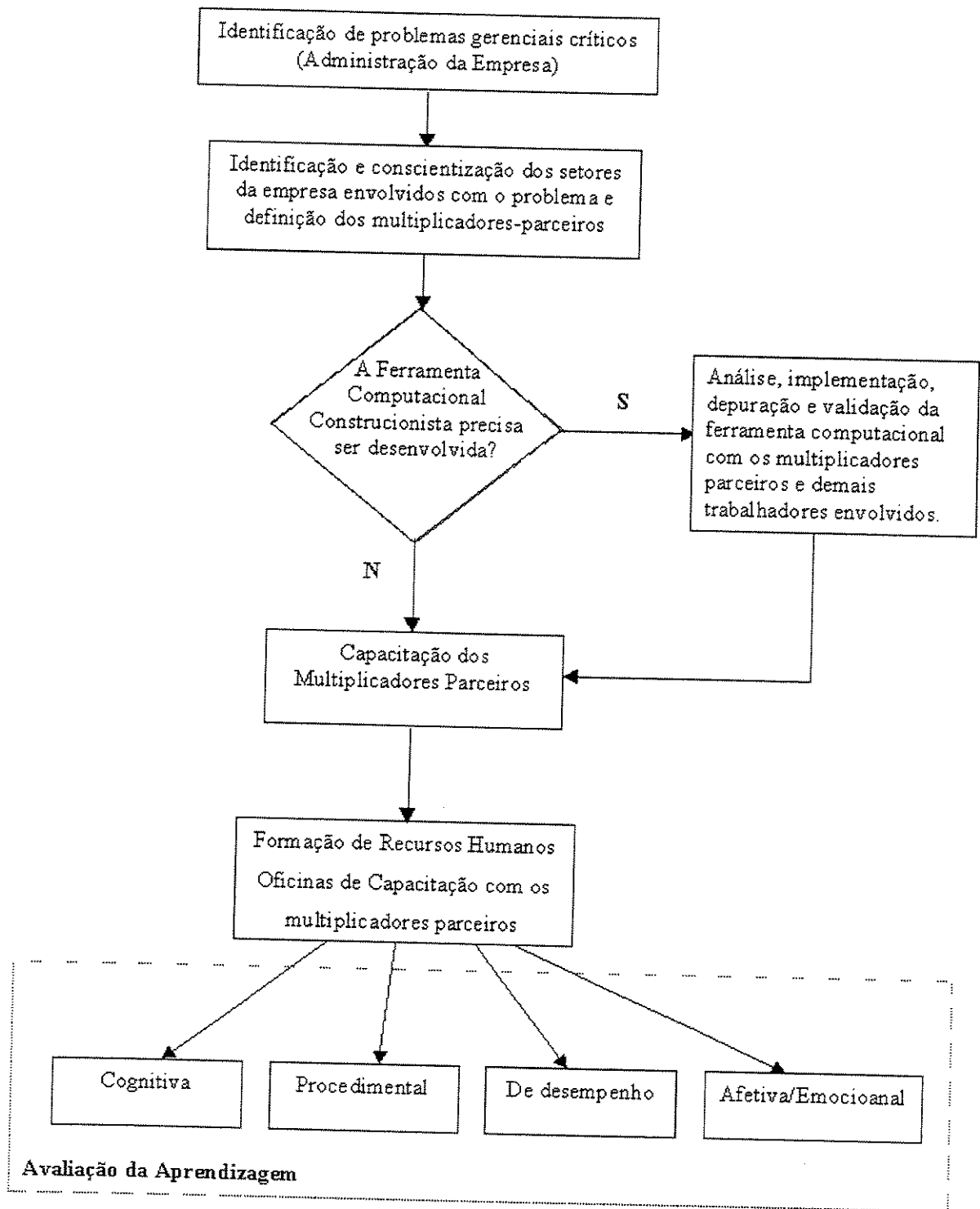
Em seguida, com a identificação dos problemas gerenciais, é necessário definir os setores envolvidos e selecionar os possíveis trabalhadores que atuarão como multiplicadores parceiros. Esta etapa é de suma importância para o sucesso de todo o programa de capacitação uma vez que é preciso haver uma conscientização de todos para a relevância da aprendizagem. É necessário que os profissionais se sintam parceiros do trabalho que será desenvolvido e não obrigados a executá-lo pois, pelos resultados alcançados nesta pesquisa, eles são muito melhores quando os profissionais envolvidos assumem o compromisso por vontade própria.

O desenvolvimento da ferramenta computacional vem logo em seguida caso ela não tenha sido ainda implementada. É importante lembrar que a sua concepção, considerando as etapas de análise, implementação, depuração e validação, devem contar com a participação permanente dos trabalhadores envolvidos no processo de formação. Isto permitirá a construção de uma ferramenta computacional que atenda às necessidades da empresa, que possui uma interface condizente e com grande chance de aproximar-se do ambiente real da fábrica.

O passo seguinte é capacitar os multiplicadores-parceiros para atuarem na próxima etapa de formação dos demais trabalhadores da fábrica. Esta capacitação deve considerar não apenas os aspectos computacionais da ferramenta construcionista, mas como desenvolver

as sessões de capacitação considerando as estratégias de intervenção, a criação de um ambiente de participação, diálogo e de troca.

Finalmente, os multiplicadores parceiros, juntamente com a coordenação da fábrica e com os setores envolvidos, devem definir um programa amplo de capacitação dos demais trabalhadores da fábrica e identificar os aspectos a serem considerados para a avaliação da aprendizagem. Estes aspectos devem contemplar uma avaliação que considera os estágios cognitivos, procedimentais, de desempenho e afetivos/emocionais.



**Figura 8.1 – Fluxograma Geral da Metodologia de Formação e de Avaliação
Construída**

8.2 – Perspectivas Futuras

Ao concluir este trabalho, inúmeras idéias surgiram para a sua continuidade. As questões de formação e de aprendizagem nas empresas é algo fascinante e muito pouco explorado em termos de inovação. Esta pesquisa mostrou que tecnologia com a abordagem construcionista poderia perfeitamente contribuir para a construção de ambientes de aprendizagem dentro das organizações e favorecer a criação de uma cultura de aprendizagem.

Há muito a ser explorado e estudado. A implantação de uma cultura de aprendizagem pode agora oferecer uma série de inovações nos programas de capacitação de trabalhadores em empresas Enxutas. Neste trabalho foi apenas explorado e desenvolvida uma das sub-culturas da organização – a dos trabalhadores das linhas de produção. Entretanto, na empresa podemos identificar mais duas: da engenharia e do pessoal técnico; e da administração. O grande desafio é fazer com que uma cultura entenda a outra, uma vez que a cultura da engenharia e da administração são fundamentalmente orientadas em direção a outros tipos de preocupação, como elegância tecnológica e viabilidade financeira, respectivamente.

O que precisa ser entendido é a habilidade e a importância de se criar um diálogo real entre engenheiros, trabalhadores da fábrica e administradores. O caminho felizmente é longo, gratificante e empolgante. Apresentamos, a seguir, algumas idéias e sugestões que certamente poderão ser implementadas.

8.2.1 A Formação de Multiplicadores-Parceiros a distância

Um estudo do instituto *Masie Center*, entidade especializada em ensino à distância, levantou que 92% das grandes organizações nos Estados Unidos implementariam algum tipo de treinamento utilizando a Internet ou a Intranet (Aisenberg, 1999). No final de 1998, 41% já possuíam alguma formação à distância. O *International Data Corporation*

(IDC) projeta que, até o ano 2002, os negócios com ensino à distância vão atingir a marca de US\$ 8 bilhões contra US\$ 6 bilhões previstos para as atividades tradicionais em sala de aula. Um crescimento estimado de 1997 até 2002 em 39%. A pesquisa do *Social and Economic Sciences Research Center* da *Washington State University* (Meister, 1999) revelou que 29% dos profissionais entrevistados preferem a educação à distância como meio de obter uma formação relacionada ao trabalho.

A importância dada ao ensino à distância recai principalmente pela facilidade de reunir grupos de pessoas sem ter que deslocá-los e com isto menos despesas para a empresa. Com a avanço tecnológico que vivemos, da Internet, das Intranets e dos sistemas de videoconferência, o mercado para educação à distância está aquecido. Para exemplificar, o uso de *chats*, fóruns, listas de discussão, *e-mail* virou rotina em algumas empresas.

Entretanto, as dificuldades em se implantar um programa de capacitação presencial, vivenciadas nesta pesquisa, levam a encarar o ensino à distância dentro da empresa com cautela e como algo que deve ter como pré-requisito a criação de uma cultura de aprendizagem. Isto porque, do ponto de vista prático, o hábito de buscar o aprendizado requer uma conscientização por parte do trabalhador. É preciso fazer esta tarefa sem pensar nela propriamente, mas conscientes de que ela é importante.

Quando se tem uma cultura implantada, a busca pelo aprendizado ocorre de forma espontânea, sistemática e natural, independente se ele é presencial ou à distância. A partir daí, as chances de sucesso com a implantação de ensino à distância são muito maiores e os resultados muito mais significativos.

Assim, considerando o estágio atual da Delphi-Harrison no que se refere a uma cultura de aprendizagem, seria interessante desenvolver inicialmente uma metodologia que visasse a formação à distância dos multiplicadores-parceiros das linhas de produção.

Após a sua validação, esta mesma metodologia poderia ser utilizada pelos trabalhadores para a capacitação de outros trabalhadores de outras divisões da empresa, de outras

unidades geograficamente espalhadas ou até mesmo de fornecedores e clientes, formando alianças globais e criando novas maneiras de criar e compartilhar conhecimento.

8.2.2 A Tecnologia nas linhas de produção

Outro aspecto interessante a ser estudado é a aproximação do ambiente de capacitação com o ambiente real de fábrica. Esta idéia surgiu com os próprios trabalhadores envolvidos nesta investigação que sugeriram a implantação do Jogo do Alvo nas linhas de produção. A facilidade de entender os conceitos de CEP com o software e de identificarem mecanismos que os auxiliem na tomada de decisão nos postos de trabalho fez com que o uso do ambiente de capacitação pudesse ser interessante para o ambiente real de trabalho.

Além disso, como o Jogo do Alvo calcula os gráficos e todos os índices estatísticos automaticamente, o trabalhador teria imediatamente no posto de trabalho todos os dados para efetuar uma análise completa do processo, o que simplificaria o esquema da Figura 2.3 no esquema da Figura 8.2. Neste caso, a detecção de problemas seria muito mais eficiente e rápida, com sensíveis contribuições para a tomada de ações no local de trabalho e, conseqüentemente, repercutindo nos resultados operacionais da fábrica.

Neste sentido, uma interessante continuidade para este trabalho seria estudar os efeitos da colocação do computador nas linhas de produção, adequando o ambiente computacional de capacitação às necessidades e tarefas realizadas pelos trabalhadores nos seus respectivos postos de trabalho, acompanhando e avaliando o seu desempenho no ambiente de capacitação e ao mesmo tempo no ambiente real.

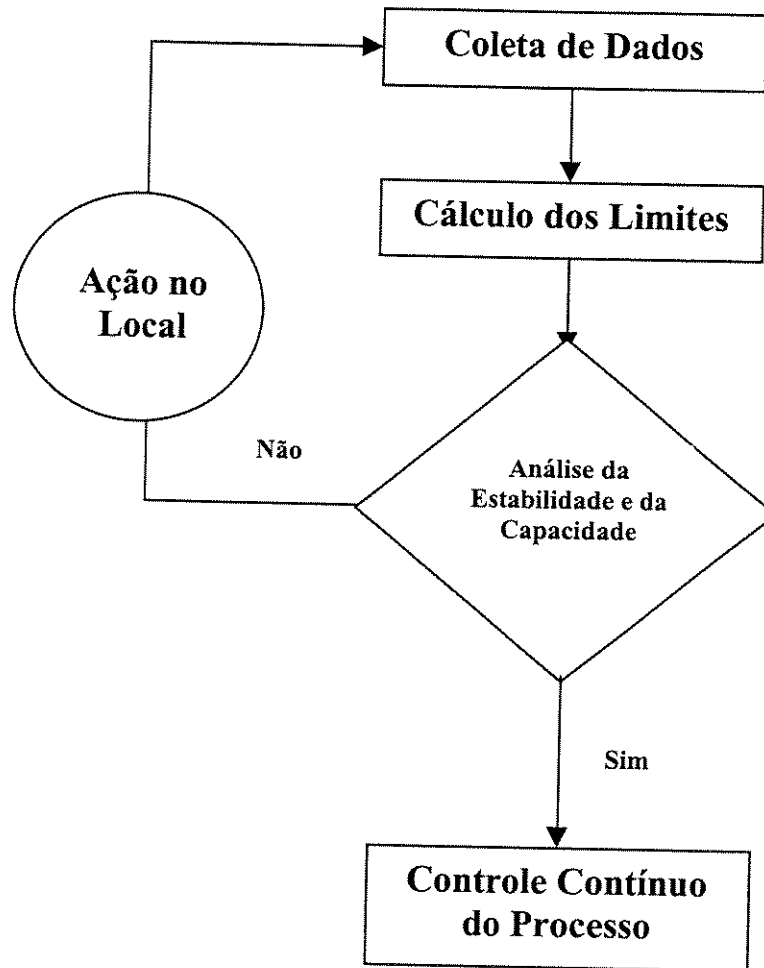


Figura 8.2 – Esquema Operacional de Controle de Processos Simplificado

8.2.3 A Avaliação da Aprendizagem com Auxílio da Análise de Dados Estatísticos Multidimensionais

A proposta de avaliação apresentada nesta pesquisa leva em consideração quatro estágios: cognitivo, procedimental, de desempenho e afetivo/emocional. Entretanto, cada estágio avalia separadamente os impactos da capacitação dos trabalhadores, não considerando um inter-relacionamento entre eles, um mapeamento que mostre *as oposições ou aproximações, semelhanças ou dessemelhanças, proximidades ou afastamentos, contradições ou repetições....* (Gras, 1996:22, apud M. E. Almeida, 1999a).

A análise estatística multidimensional permitirá considerar simultaneamente vários conjuntos de dados, formando uma rede de relações com os sujeitos (trabalhadores) envolvidos que, além de obter uma síntese dos dados, proporciona uma visualização, uma estruturação, uma modelagem e uma explicação para os acontecimentos. Com ela, por exemplo, pode-se identificar os trabalhadores ou as categorias de trabalhadores que contribuíram mais em determinado aspecto do processo de capacitação desenvolvido na fábrica, o melhor multiplicador-parceiro, entre outras informações relevantes.

Assim, uma das idéias para continuidade desta investigação seria utilizar o software **CHIC** (Classificação Hierárquica, Implicativa e Coesitiva), desenvolvido por Regis Gras e com a implementação de novos recursos (Almouloud, 1992) para o tratamento dos dados obtidos nas avaliações cognitivas, procedimentais, de desempenho e afetivas/emocionais realizadas, procurando fazer uma análise hierárquica de similaridades e implicações.

A metodologia de análise de dados estatísticos multidimensionais aqui referenciada foi desenvolvida pelo Núcleo de Pesquisa em Didática da Matemática da Universidade de Rennes 1, França, e no Brasil já está sendo utilizada com sucesso para a análise do processo de formação de professores das escolas públicas (M. E. Almeida, 1999a).

8.2.4 A Memória Organizacional

As organizações aprendem com os trabalhadores que aprendem: aprendizagem individual. Entretanto, a aprendizagem individual não garante a aprendizagem da organização. Segundo Stata (1997), a aprendizagem organizacional ocorre em dois aspectos:

1° - por meio do conhecimento e modelos mentais compartilhados pelos membros da organização;

2° - pelo conhecimento e pelas experiências passadas, com base em uma espécie de memória.

Entretanto, as companhias têm dificuldades para institucionalizar o que aprenderam na forma de memória organizacional (Fischer, 1999). Esta memória organizacional seria entendida como um sistema estabelecido pela organização para armazenar conhecimento para uso futuro. Este conhecimento poderia ser recuperado e utilizado por outros trabalhadores. Na verdade, identificar, representar e armazenar como os trabalhadores organizam o conhecimento e o aplicam, pode ser usado na capacitação de outros trabalhadores menos experientes.

O que pode ser observado nesta pesquisa foi que o software Construcionista explicita e formaliza a solução dos problemas quando o trabalhador o utiliza nas sessões de capacitação. O registro do modelo mental do trabalhador certamente poderia ser considerado como um importante subproduto do processo de capacitação.

Logo, o mapeamento destes modelos mentais por meio do desenvolvimento de ferramentas computacionais acopladas aos sistemas de capacitação implementados, seria uma valiosa contribuição para o início ou a complementação de um sistema de captura, armazenamento e distribuição de situações de fábrica que poderão no futuro ser utilizadas na capacitação dos trabalhadores.

Referências Bibliográficas

Aisenberg, D. (1999, junho). A educação bate à porta das empresas. Internet Business. pp. 47-52.

Almeida, F.J. (1999). 500 Anos de buscas sobre educação: De Anchieta até nós. Em I. Fazenda, F. Almeida, J.A. Valente, M.C. Candida, M.T. Masetto & M. Alonso Interdisciplinaridade e novas tecnologias: Formando professores. Campo Grande: Editora UFMS. pp. 49-73.

Almeida, M. E. (1999a). Formação de professores para a inserção do computador na prática pedagógica: ambigüidades, desafios e potencialidades. (título provisório). Trabalho aprovado em Exame de Qualificação ao Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Almeida, M. E. (1999b). Projeto: Uma nova cultura de aprendizagem. Manuscrito não publicado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Almeida, M. E., Schlünzen, K, Jr., Schlünzen, E.T.M, Hernandes, V.K.& Morelatti, M.R.M.(1998). A Informática em escolas da rede estadual de São Paulo: expectativas e realidade. Anais do 4º Congresso Iberoamericano de Informática Educativa. RIBIE. Brasília – Brasil, CD-ROM.

Almouloud, S.A (1992). L'ordinateur, outil d'aide à l'apprentissage de la démonstration et de traitement de données didactiques. Tese de Doutorado, Université de Rennes 1 – França.

Altoé, A . (1996). O papel do facilitador no ambiente Logo. Em J.A. Valente (org) O professor no ambiente Logo: Formação e atuação. Campinas: Gráfica da UNICAMP. pp. 35-47.

Assymetrix Inc. (1994). Toolbook 1.53: Developer's Guide. Versão 1.53.

Automotive Industry Action Group – AIAG (1997). Fundamentos de controle estatístico de processos – CEP. Manual de referência [Brochura].

Baranauskas, M.C.C. (1998). Learning about manufacture process control through the Target Game. Aceito para publicação no International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning IJCEELL, n. 2, vol. 8.

Bassi, L.J., Cheney, S. & Buren, M.V. (1997). Training industry trends 1997. Training & Development, november.

Borges, E.L. (1997). Design de um ambiente computacional de modelagem e simulação para formação de pessoal na indústria. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Borges, M.A.F. (1997). O design centrado no aprendiz no sistema Jonas: Uma experiência de desenvolvimento de um sistema para formação na empresa. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Borland International Inc. (1997). Delphi 2 for Windows95 & Windows NT: Developer's Guide. Versão 2.0.

Buzziol, M.A.(1995). Técnicas especiais em CEP [Brochura]. Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp.

Cappelletti, I. (1999). Avaliação educacional: Fundamentos e práticas. São Paulo: Editora Articulação Universidade/Escola.

Capra, F. (1996). A teia da vida: A nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Editora Cultrix.

Clark, H.F. & Sloan, H.S. (1956). Classrooms in the factories. New York: Institute of Research - Fairleigh Dickinson University.

Cooper, R.K. (1997). Applying emotional intelligence in the workplace. Training & Development, december. pp 31-38.

Dorsey, Rocha & Associados (n.d.). Noções de Estatística. [Brochura].

Drucker, P. F. (1989). As novas realidades: no governo e na política, na economia e nas empresas, na sociedade e na visão do mundo. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.

Drucker, P. F. (1993). Sociedade Pós-Capitalista. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.

Erikson, T.D. (1990). Working with interface metaphors. Em B. Laurel (Ed) The art of human-computer interface design. MIT Press. pp 65-73.

Fazenda, I. (1995). Interdisciplinaridade: historia, teoria e pesquisa. Campinas: Papirus.

Fernandes, L.D., Furquim, A.A. & Baranauskas, M.C.C. (1996). Jogos no computador e a formação de recursos humanos na indústria”. Anais do 3º Congresso Iberoamericano de Informática Educativa. RIBIE, Barranquilla - Colombia. pp 513-525.

Fischer, G. (1999). Lifelong learning: Changing mindsets. In Cumming, G., Okamoto, T., Gomez, L. (Eds.) Advanced research in computers and communications in Education: New human abilities for the networked society. Proceedings of ICCE'99, 7th International Conference on Computers in Education, 1. Chiba, Japan. pp 21-30.

- Fleury, A.C.C, Fleury, M.T.L. (1997). Aprendizagem e inovação organizacional: As experiências de Japão, Coréia e Brasil. 2ª Edição, São Paulo: Editora Atlas. 237 p.
- Freire, P. (1970). Pedagogia do oprimido. 17ª Edição. São Paulo: Editora Paz e Terra.
- Garvin, D. A. (1993). Building a Learning Organization. Harvard Business Review, july/August.
- Goldratt, E. M. & Cox, J. (1990). A meta. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM.
- Goleman, D. (1995). Inteligência emocional. Rio de Janeiro: Editora Objetiva.
- Hammer, M. & Champy, J. (1994). Reengenharia: Revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- Hoffmann, J. M. L. (1993). Avaliação mediadora: Uma prática em construção da pré-escola à universidade. Porto Alegre: Editora Mediação.
- Hoyles, C. , Noss, R. (1996). Understanding the Mathematics of banking. Logo Update, (5) 1 , pp 5-12.
- Imai, M. (1990). Kaizen: A estratégia para o sucesso competitivo. 3ª Edição, São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM.
- Jenkins, D., Florida, R. (1995). Modelling structures for learning within factories and between them. H. John Heinz III School of Public Policy and Management, Carnegie Mellon University, Working Paper Series.

Kim, D.H. (1996). Administrando os ciclos de aprendizagem organizacional. In Kellie T. Wardman (Ed.) Criando organizações que aprendem. São Paulo: Futura. pp. 65-77.

Kirkpatrick, D. (1994). Evaluating Training Programs: The Four Levels. San Francisco, CA: Berrett-Koehler.

Machado, C., Jr. (1997). As vantagens de usar o gráfico do farol. CQ – Qualidade, novembro. pp. 85-86.

Malhotra, Y. (1996). Organizational learning and learning organizations: An overview. Disponível: <http://www.brint.com/papers/orglmg.htm>.

Marquardt, M.J. (1996). Building the learning organization. New York: McGraw-Hill.

Mazzone, J. S. (1993). O sistema enxuto e a Educação no Brasil”. Em J.A. Valente (org) Computadores e conhecimento: Repensando a Educação. Campinas: Gráfica da UNICAMP. pp. 274-312.

Mazzone, J. S. (1995). 2012: Educação na sociedade enxuta. (Tech. Rep. Nº 33). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Núcleo de Informática Aplicada à Educação - Nied.

Meister, J.C. (1999). Educação corporativa: A gestão do capital intelectual através das Universidades Corporativas. São Paulo: Makron Books.

Moraes, M.C. (1997). O paradigma educacional emergente. Campinas: Papirus.

- Moraes, M.C. (1999). Construindo uma cultura de educação à distância. Apresentação realizada na Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.
- Moran, J.M. (1998). Mudanças na comunicação pessoal. São Paulo: Paulinas.
- Moreira, U. M., Filho, Perez, F. S., & Fernandes, R. L. F. (1987). Controle Estatístico de Processos – CEP (1ª Ed.). São Paulo: Associação Brasileira de Metais – ABM.
- Moura, R. A. (1989). Kanban: A simplicidade do controle da produção. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM.
- Nonaka, I., Takeuchi, H. (1997). Criação de conhecimento na empresa: Como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- Norman, D.A. & Spohrer, J.C. (1996, April). Learner-centered education. Communication of the ACM, vol 39, no. 4, pp 24-27.
- Ohno, T. (1978). Toyota production system: Beyond large-scale production. Portland-Oregon: Productivty Press.
- Papert, S. (1984). Microworlds: Transforming education. (Tech. Rep.). Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- _____, S. (1985). LOGO: Computadores e Educação. São Paulo: Editora Brasiliense S.A.
- _____, S. (1986). Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. A Proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge, Massachusetts.

_____, S. (1994). A máquina das crianças: Repensando a escola na era da Informática. Porto Alegre: Editora Artes Médicas.

Peixoto, J. A.A. (1997). A busca de novas perspectivas para o estudo da performance operacional. Anais do V Encontro Nacional de Estudos do Trabalho. São Paulo. Disponível: <http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/abet/venc/artigos/46.pdf>

Pellegrino, C.N., Schlünzen, E.T.M, Schlünzen, K, Jr., Morelatti, M.R.M, Almeida, M.E. & Hernandez, V.K. (1998). Informática na Educação: Vivenciando novas experiências nas escolas da rede pública de São Paulo. Publicado nos Anais do V Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores. Águas de São Pedro, CD-ROM.

Perrenoud, P. (1999). Avaliação: Da excelência à regulação das aprendizagens. Entre duas lógicas. Porto Alegre: Editora Artes Médicas.

Ricci, R. (1996). Conhecendo o sistema da qualidade automotivo QS9000. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora.

Ruas, R. , Antunes, J. A. & Roese, M. (1993). Avanços e impasses do modelo japonês no Brasil: Observações acerca de casos empíricos. Em Helena Hirata (org.) Sobre o modelo japonês: Automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. pp 103-122.

Schlünzen, E.T.M. (1998). Sistemas Educativos Computacionais Utilizando Recursos Multimídia. Relatório de Pesquisa do triênio 1995-1998, apresentado a Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT – Unesp, Presidente Prudente.

Schlünzen, K., Jr. (1998). Capacitação e Aprendizagem em Empresas utilizando Software com Estética Logo: A Formação do Facilitador. Anais do 4º Congresso Iberoamericano de Informática Educativa. RIBIE. Brasília – Brasil, CD-ROM.

Schlünzen, K., Jr. (1999). The target game in a lean factory. In Cumming, G., Okamoto, T., Gomez, L. (Eds.) Advanced research in computers and communications in Education: New human abilities for the networked society. Proceedings of ICCE'99, 7th International Conference on Computers in Education, 2. Chiba, Japan. pp 920-921.

Schlünzen, K., Jr. (in press). The Worker of the New Millennium: Learning, Culture and Technology. Shaping the Future Forum. Hannover, Alemanha.

Schuck, G. (1997). Tecnologia inteligente, operários inteligentes: Uma nova pedagogia para o local de trabalho *high-tech*. In Ken Starkey (Org.) Como as organizações aprendem: Relatos do sucesso das grandes empresas. São Paulo: Futura. pp. 238-256.

Serviço Nacional da Indústria - Senai (n.d.). Controle de Qualidade: CEP – Controle Estatístico de Processos. [Brochura].

Senge, P. M. (1990). A Quinta Disciplina: Arte e Prática da Organização que Aprende. São Paulo: Editora Best Seller.

Senge, P.M. (1996). Como você sabe se a organização está aprendendo. In Kellie T. Wardman (Ed.) Criando organizações que aprendem. São Paulo: Futura. Pp. 171-174.

Soloway, E., Jackson, S.L., Klein, J., Quintana, C., Reed, J., Spitulnik, J., Stratford, S.J. & Studer, S. (1995). Learning theory in practice: Case studies of learner-centered design. Disponível: <http://www-personal.umich.edu/~spit/Hi-C/DIS.html>.

Soloway, E. & Pryor, A. (1996). The next generation in human-computer interaction. Communication of the ACM, 39 (4), 16-49.

Stata, R. (1997). Aprendizagem Organizacional: A chave da inovação gerencial. In Ken Starkey (Org.) Como as organizações aprendem: Relatos do sucesso das grandes empresas. São Paulo: Futura. pp. 376-396.

Toyota Motor Corporation (1999, October). Outline of Toyota: as of oct. 1999. Toyota City, Japan.

Valenciano, R.A. (1995). Jogos e simulação para treinamento em conceitos de manufatura. Relatório final de pesquisa – PIBIC, Universidade Estadual de Campinas – Campinas.

Valente, J.A. (1993). Por Quê o Computador na Educação? Em J.A. Valente (org) Computadores e conhecimento: Repensando a Educação. Campinas: Gráfica da UNICAMP. pp. 24-44.

_____, J.A. (1997a). LEGO-Logo in a lean factory. Logo Update, (5) 2 , pp 1-8.

_____, J.A. (1997b). Informática na Educação: Instrucionismo x Construcionismo. Manuscrito não publicado, Núcleo de Informática Aplicada à Educação -Nied - Universidade Estadual de Campinas.

_____, J.A. (1999a). Mudanças na sociedade, mudanças na educação: O fazer e o compreender. Em J.A. Valente (org) O Computador na sociedade do conhecimento. Campinas: Gráfica da UNICAMP. pp. 29-48.

_____, J.A. (1999b). Análise dos diferentes tipos de software usados na Educação. Em J.A. Valente (org) O Computador na sociedade do conhecimento. Campinas: Unicamp/Nied. pp. 89-110.

_____, J.A. (1999c). A escola que gera conhecimento. Em I. Fazenda, F. Almeida, J.A. Valente, M.C. Candida, M.T. Masetto & M. Alonso Interdisciplinaridade e novas tecnologias: Formando professores. Campo Grande: Editora UFMS. pp. 77-119.

Valente, J.A. & Canhete, C.C. (1993). LEGO-Logo: Explorando o conceito de *design*. Em J.A. Valente (org) Computadores e conhecimento: Repensando a Educação. Campinas: Gráfica da UNICAMP. pp. 64-75.

Valente, J.A., Mazzone, J.S. & Baranauskas, M.C.C (1997a). Revitalizing training and learning in industries in Brazil. Information Technology for Competitiveness – Experiences and Demands for Education and Training (International Federation of Information Processing, Working Group 9.4: Information Technology in Developing Countries), Florianópolis–SC, Brasil, CD–ROM.

Valente, J.A., Mazzone, J.S. & Baranauskas, M.C.C (1997b). La tecnología como herramienta de educación. Telepress Latinoamerica, Ano 6, nº 36. pp. 54-58.

Valente, J.A. & Schlünzen, K., Jr. (1999). Logo goes to work. Proceedings of Eurologo99, Bulgária. pp. 116-126.

Valle, R. (1997). Novas competências para o trabalho: Conceitos e resultados de pesquisas no Brasil. Anais do XXI Congresso da ALAS, comissão no. 13 – O mundo do trabalho: da fábrica à informalidade. São Paulo.

Werkema, M.C.C. (1995). As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processo. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG.

Wilentz, S. (1997). Speedy Fred's revolution. The New York Review, november. pp 32-37.

Womack, J.P. & Jones, D.T. (1996). Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. New York: Simon & Schuster.

Womack, J.P.; Jones, D.T. & Roos, D. (1990). The machine that changed the world. New York: MacMillan Publishing Co.

Womack, J.P.; Jones, D.T. & Roos, D. (1994). From lean production to the lean enterprise. Harvard Business Review, March/April.

Wood, S. J. (1993). Toyotismo e/ou japonização". Em Helena Hirata (org.) Sobre o modelo japonês: Automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. pp 49-78.

ANEXO A
FÓRMULAS UTILIZADAS NO CONTROLE
ESTATÍSTICO DE PROCESSOS - CEP

A.1 – Cálculo da Média (X) e Amplitude (R)

Média:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{n}$$

Onde X_1, X_2, \dots são os valores das amostras e n o seu tamanho.

Amplitude:

$$R = X_{maior} - X_{menor}$$

Onde X_{maior} e X_{menor} são os maiores e menores valores medidos de amostras, respectivamente

A.2 – Cálculo dos Limites de Controle

Média do Processo:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k}$$

Onde k é o número de amostragens em uma carta de controle e \bar{X}_i a média dos valores da i -ésima amostragem.

Amplitude Média (R)

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k}$$

Onde k é o número de amostragens em uma carta de controle e R_i a amplitude dos valores da i -ésima amostragem.

Cálculo dos Limites de Controle para o gráfico das médias

$$LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Onde A_2 é uma constante tabelada que varia conforme o tamanho das amostras (Ver tabela neste Anexo).

Cálculo dos Limites de Controle para o gráfico de Amplitude

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

Onde D_4 e D_3 são constantes tabeladas que variam conforme o tamanho das amostras (Ver tabela neste Anexo).

A.3 - Capacidade do Processo:

Cálculo do Desvio Padrão:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{D_2}$$

Onde D_2 é uma constante tabelada que varia conforme o tamanho das amostras (Ver tabela neste Anexo).

Cálculo de CP e CPK

$$CP = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

$$CPK = \text{menor valor entre } \Rightarrow \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma}; \frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma}$$

A.4 – Tabela de Constantes para as Cartas de Controle

Tabela de Fórmulas e Constantes para Cartas de Controle

TAMANHO DA AMOSTRA n	CARTAS \bar{X} e R				CARTAS \bar{X} e s				
	CARTA DAS MÉDIAS (\bar{X})	CARTA DAS AMPLITUDES (R)			CARTA DAS MÉDIAS (\bar{X})	CARTA DOS DEVIOS-PADRÃO (s)			
		FATORES PARA LIMITES DE CONTROLE	DIVISORES PARA ESTIMATIVA DO DEVIOS PADRÃO	FATORES PARA LIMITES DE CONTROLE		FATORES PARA LIMITES DE CONTROLE	DIVISORES PARA ESTIMATIVA DO DEVIOS PADRÃO	FATORES PARA LIMITES DE CONTROLE	
A_1	d_2	n_1	d_4	A_2	c_4	c_5	d_3		
2	1.880	1.128	-	3.267	2.659	0.7978	-	3.207	
3	1.023	1.693	-	2.574	1.954	0.8862	-	2.568	
4	0.720	2.059	-	2.282	1.628	0.9213	-	2.266	
5	0.577	2.328	-	2.114	1.427	0.9400	-	2.085	
6	0.483	2.534	-	2.004	1.287	0.9515	0.030	1.970	
7	0.419	2.724	0.076	1.924	1.187	0.9594	0.118	1.882	
8	0.373	2.847	0.136	1.864	1.099	0.9650	0.185	1.815	
9	0.337	2.970	0.184	1.816	1.032	0.9693	0.239	1.761	
10	0.306	3.078	0.223	1.777	0.975	0.9727	0.284	1.718	
11	0.285	3.173	0.256	1.741	0.927	0.9754	0.321	1.679	
12	0.266	3.258	0.283	1.717	0.886	0.9776	0.354	1.646	
13	0.249	3.336	0.307	1.693	0.850	0.9791	0.382	1.618	
14	0.235	3.407	0.328	1.672	0.817	0.9810	0.405	1.594	
15	0.222	3.472	0.347	1.653	0.788	0.9823	0.423	1.572	
16	0.210	3.532	0.363	1.637	0.763	0.9835	0.448	1.552	
17	0.200	3.586	0.376	1.623	0.739	0.9845	0.468	1.534	
18	0.191	3.640	0.391	1.608	0.718	0.9854	0.482	1.519	
19	0.182	3.689	0.403	1.597	0.698	0.9862	0.497	1.503	
20	0.175	3.735	0.415	1.585	0.680	0.9869	0.510	1.490	
21	0.173	3.776	0.426	1.575	0.663	0.9876	0.520	1.477	
22	0.171	3.815	0.434	1.565	0.647	0.9882	0.524	1.465	
23	0.170	3.855	0.441	1.557	0.633	0.9887	0.525	1.455	
24	0.167	3.895	0.447	1.549	0.620	0.9892	0.525	1.445	
25	0.163	3.931	0.453	1.541	0.608	0.9896	0.525	1.435	

ANEXO B

QUESTIONÁRIOS DE AVALIAÇÃO

APLICADOS NA INVESTIGAÇÃO

B1 - Questionário - Controle Estatístico de Processos - CEP

Módulo Funcional

Inicial

Nome: _____ Registro: _____

Responda as questões abaixo da maneira que achar melhor. Você poderá utilizar-se de gráficos, desenhos, exemplos, enfim, o que lhe parecer mais conveniente para expressar o seu entendimento. Suas respostas são de extrema importância para nosso trabalho. Obrigado. (Obs.: Se necessário, utilize o verso da folha)

1) Você já fez algum treinamento em CEP?

Duração:

2) O que você entende por Controle Estatístico de Processos – CEP e qual a sua importância?

3) Descreva, da forma que desejar, o que você entende por um processo:

- Estável e Capaz

- Estável e Incapaz

- Instável e Capaz

- Instável e Incapaz

B2 - Questionário - Controle Estatístico de Processos - CEP
Módulo Funcional

Final

Nome: _____ Registro: _____

Responda as questões abaixo da maneira que achar melhor. Você poderá utilizar-se de gráficos, desenhos, exemplos, enfim, o que lhe parecer mais conveniente para expressar o seu entendimento. Suas respostas são de extrema importância para nosso trabalho. Obrigado. (Obs.: Se necessário, utilize o verso da folha)

- 1) Você acha que existe uma relação entre o Jogo do Alvo e o que você faz na fábrica? Justifique

- 2) Como você pretende aplicar o que você aprendeu com o Jogo do Alvo em suas atividades?

- 3) Descreva agora, da forma que desejar, o que você entende por um processo:
 - Estável e Capaz

 - Estável e Incapaz

 - Instável e Capaz

 - Instável e Incapaz

B3 - Questionário - Controle Estatístico de Processos - CEP

Módulo Farol

Inicial

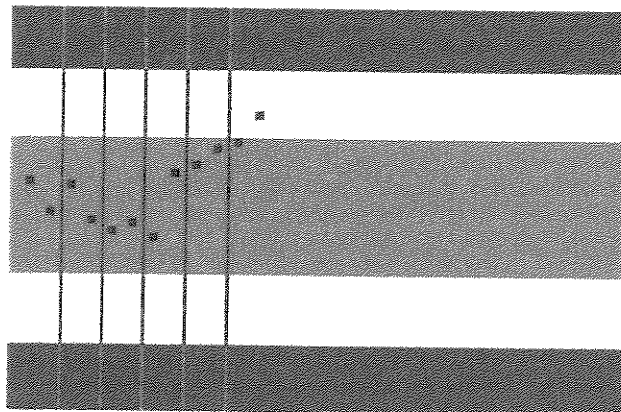
Nome: _____ Registro: _____

Responda as questões abaixo da maneira que achar melhor. Você poderá utilizar-se de gráficos, desenhos, exemplos, enfim, o que lhe parecer mais conveniente para expressar o seu entendimento. Suas respostas são de extrema importância para nosso trabalho. Obrigado. (Obs.: Se necessário, utilize o verso da folha)

1) Você já fez um curso sobre processos com auto-controle (uso do gráfico do farol)?

2) Quando o auto-controle é implantado? (Quais as condições?)

3) Considere a carta simplificada de auto-controle abaixo:



Qual seria seu procedimento nesta situação?

B4 - Questionário - Controle Estatístico de Processos - CEP

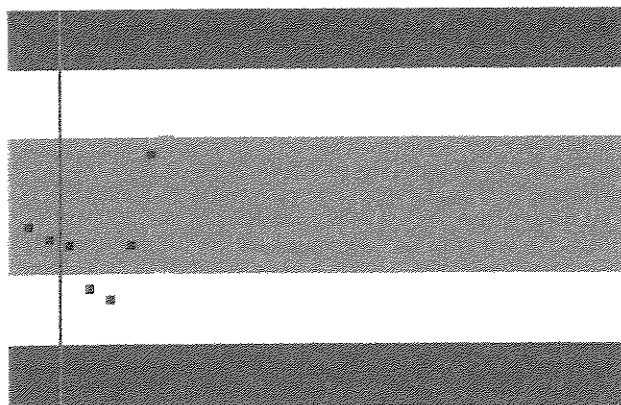
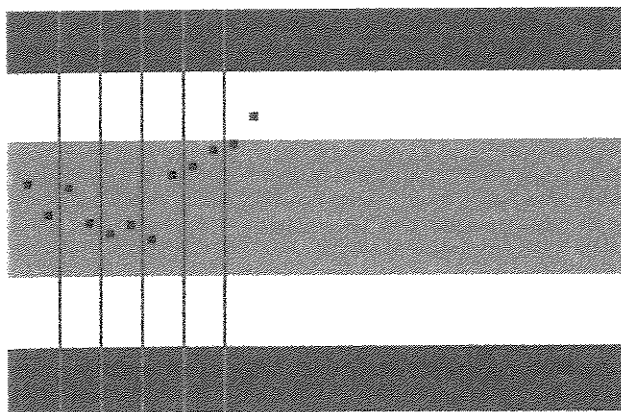
Módulo Farol

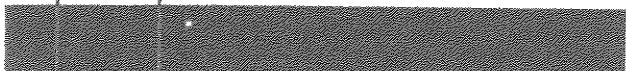
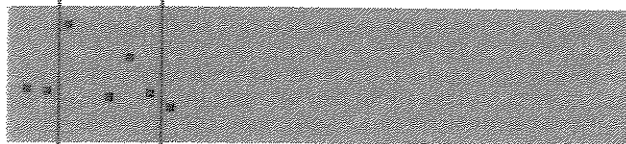
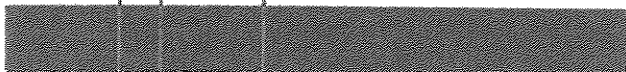
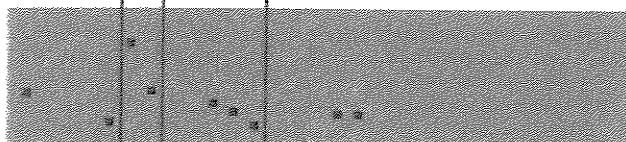
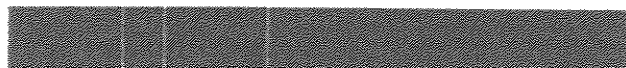
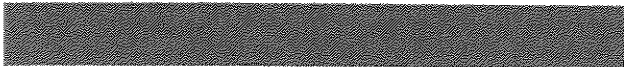
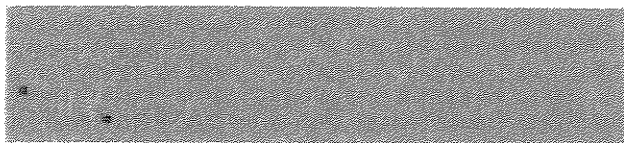
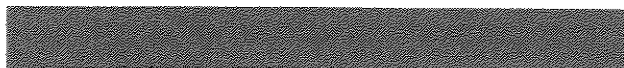
Final

Nome: _____ Registro: _____

Responda as questões abaixo da maneira que achar melhor. Suas respostas são de extrema importância para nosso trabalho. Obrigado. (Obs.: Se necessário, utilize o verso da folha)

Considere as cartas simplificadas de auto-controle abaixo. Indique em cada uma delas qual seria o seu procedimento.





B5 - Questionário - Controle Estatístico de Processos - CEP

Módulo Análise de Tendências

() Inicial

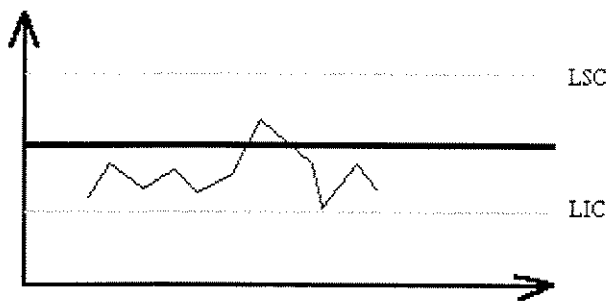
() Final

Nome: _____ Registro: _____

Para cada carta de controle a seguir indique se há alguma tendência. Se sim, escolha uma das opções listadas:

1) () Sim

() Não

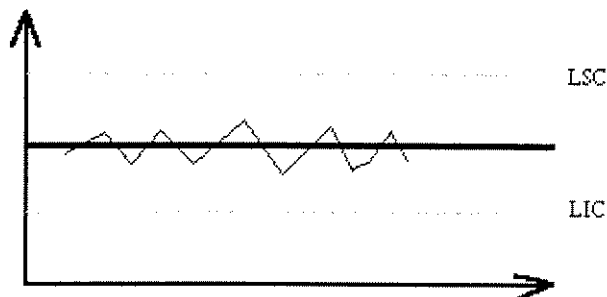


Qual é a tendência?

- (a) Sequência de pontos crescentes;
- (b) Pontos próximos a linha central;
- (c) Sequência de pontos de um mesmo lado da linha;
- (d) n.d.a

2) () Sim

() Não

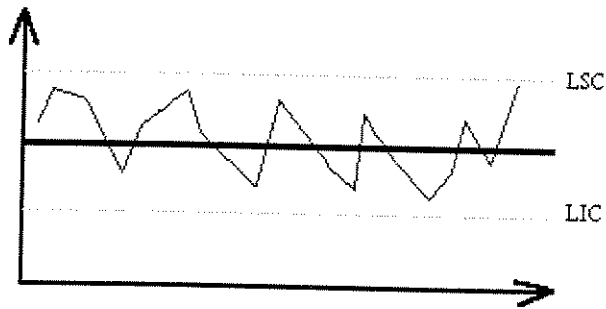


Qual é a tendência?

- (a) Pontos próximos dos limites de controle;
- (b) Pontos fora dos limites de controle;
- (c) Pontos do mesmo lado da linha central;
- (d) n.d.a.

3) ☐ Sim

☐ Não

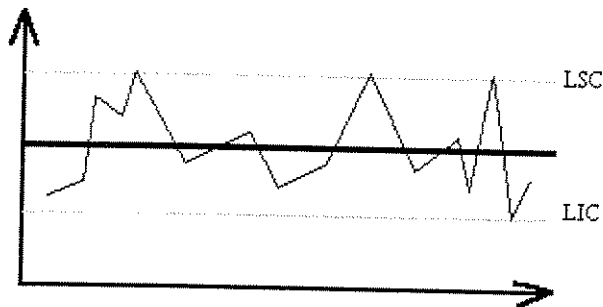


Qual é a tendência?

- (a) Pontos próximos da linha central;
- (b) Pontos máximos próximos dos limites;
- (c) Pontos do mesmo lado da linha central;
- (d) n.d.a.

4) ☐ Sim

☐ Não

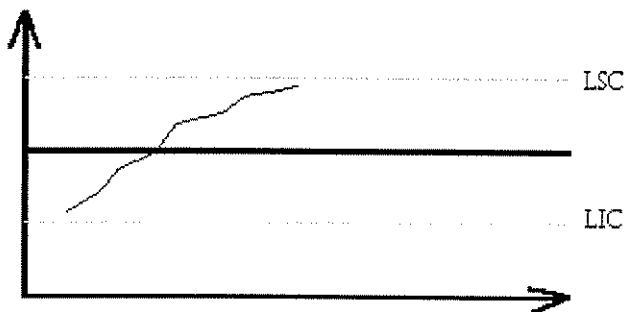


Qual é a tendência?

- (a) Seqüência crescente de pontos;
- (b) Pontos fora de um dos limites de controle;
- (c) Pontos do mesmo lado da linha central;
- (d) n.d.a

5) ☐ Sim

☐ Não

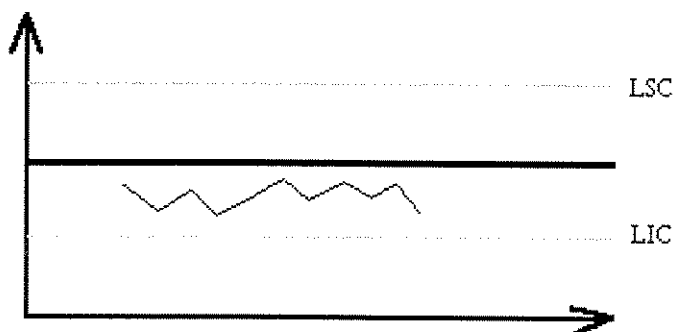


Qual é a tendência?

- (a) Seqüência crescente de pontos;
- (b) Mudança brusca no nível (Salto);
- (c) Pontos do mesmo lado da linha central;
- (d) n.d.a

6) ☐ Sim

☐ Não



Qual é a tendência?

- (a) Pontos próximos dos limites;
- (b) Seqüência de pontos do mesmo lado da linha central;
- (c) Mudança brusca no nível;
- (d) n.d.a

B6 - Questionário de Avaliação Emocional/Afetiva

1 – Com o treinamento do Jogo do Alvo você passou a se sentir mais capaz de entender e aplicar os conceitos de CEP? Classifique a sua melhora como:

Muito boa () Boa () Regular () Ruim ()

2 – A dinâmica utilizada no treinamento com o Jogo da Alvo, da maneira como foi desenvolvida, favorece a cooperação? Classifique em:

Muito boa () Boa () Regular () Ruim ()

3 – A dinâmica utilizada no treinamento com o Jogo da Alvo, da maneira como foi desenvolvida, favorece o trabalho em equipe? Classifique em:

Muito boa () Boa () Regular () Ruim ()

4 – Como você se sente tendo como instrutor um colega de trabalho?

Muito bem () Bem () Indiferente () Não gostei ()

5 – O treinamento com o Jogo do Alvo, comparado com os treinamentos tradicionais, você o classifica como:

Muito melhor () Melhor () Indiferente () Pior ()

6 – O treinamento com o Jogo do Alvo, melhorou o seu ambiente de trabalho? Você classificaria como:

Muito melhor () Melhor () Indiferente () Pior ()

7 – Escreva uma palavra ou uma frase que represente o seu sentimento com relação ao treinamento utilizando o Jogo do Alvo:

8 – Cite aspectos positivos sobre o treinamento com o Jogo do Alvo que não estão sendo abordados neste questionário.

9 – O que você mudaria para os próximos treinamentos? (Aspectos negativos)

10 – O treinamento do Jogo do Alvo trouxe alguma melhora para a sua vida pessoal?

Muito () Pouco () Nada () Piorou ()

ANEXO C
TESTES PRÁTICOS REALIZADOS

Anexo C1 – Testes Práticos

Avalie os seguintes processos:

Controle Estatístico do
Processo - Teste 1

		PEÇA																
		NOME:																
		DESCR.DA OPERAÇÃO:			Reforço Rad. S 10 16 m													
		ESPECIFICADO:			Largura do Reforço													
					15,700	16,000	16,300											
					MIN.	NOM.	MAX.											
		AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12					
1	16,110	16,100	16,080	16,080	16,080	16,100	16,120	16,090	16,070	16,100	16,050	16,090	16,060					
2	16,060	16,080	16,080	16,080	16,090	16,080	16,090	16,080	16,070	16,070	16,060	16,100	16,070					

Controle Estatístico do Processo - Teste 2

F000000 1 C00 Z											

DELPHI
Harvard Thermal Systems

NO: 02 107
ANO: 1983

PEÇA NOME: CENTER CONDENSADOR 18 MM V CAR
ESPECIFICAÇÃO: 8.140 - 8.220 MM (8.180 ± 0.04 MM)

DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO: ALTURA DO CENTER (TRABEIRO)

MAQUINA: CENTER
PEÇA: SZ68304

INSTRUMENTO: MESA DE MEDIDAÇÃO

DATA DE LEITURA	HORA DA LEITURA	1	2	3	4	5
21/10	08:10	9.175	9.208	9.152	9.103	9.184
21/10	08:15	9.182	9.203	9.129	9.160	9.147
21/10	08:20	9.168	9.215	9.195	9.175	9.161
21/10	08:25	9.192	9.199	9.165	9.155	9.170
21/10	08:30	9.188	9.204	9.167	9.146	9.189

REG. DO OPERADOR

CARTA DE REFERENCIA

LEITURA INDIVIDUAL

QT. AMOSTRAS: 05

FREQUENCIA: 1x60s

80MM

X = MEDIA

R = AMPLITUDE

Q R A F I C O O A S M E O I A S

LSE

X =

LE =

X =

OCORRÊNCIA ALGUMAS DAS TENDÊNCIAS CONFORME TABELA, PONTO FORA DOS LIMITES DE TOLERÂNCIA, MÉDIA FORA DOS LIMITES DE

DIÁRIO DE BORDO

PEÇA NOME: CENTER CONDENSADOR 18 MM V CAR
 ESPECIFICAÇÃO: 9140 - 9223 MM (9180 ± 0,04 MM)
 ANO: 1982

DATA DE LEITURA: 12/01/82
 HORA DA LEITURA: 10:30
 TURNO: 1
 REG. DO OPERADOR: 1

MAQUINA: CENTER
 PEÇA: 52-46534
 INSTRUMENTO: MESA DE MEDIÇÃO

CARTÃO DE REFERÊNCIA	1	2	3	4	5	SOMA	X = MÉDIA
LEITURA INDIVIDUAL	9172	9186	9178	9170	9170	46924	9184,8
OT AMOSTRAS	9187	9188	9185	9184	9185	46929	9185,8
FREQUÊNCIA: 1x 10 ¹⁶	9192	9195	9198	9197	9195	46987	9197,4
	9202	9207	9205	9204	9205	47023	9204,6
	9212	9218	9215	9214	9215	47074	9214,8
	9222	9227	9225	9224	9225	47124	9224,8
	9232	9237	9235	9234	9235	47174	9234,8
	9242	9247	9245	9244	9245	47224	9244,8
	9252	9257	9255	9254	9255	47274	9254,8
	9262	9267	9265	9264	9265	47324	9264,8
	9272	9277	9275	9274	9275	47374	9274,8
	9282	9287	9285	9284	9285	47424	9284,8
	9292	9297	9295	9294	9295	47474	9294,8
	9302	9307	9305	9304	9305	47524	9304,8
	9312	9317	9315	9314	9315	47574	9314,8
	9322	9327	9325	9324	9325	47624	9324,8
	9332	9337	9335	9334	9335	47674	9334,8
	9342	9347	9345	9344	9345	47724	9344,8
	9352	9357	9355	9354	9355	47774	9354,8
	9362	9367	9365	9364	9365	47824	9364,8
	9372	9377	9375	9374	9375	47874	9374,8
	9382	9387	9385	9384	9385	47924	9384,8
	9392	9397	9395	9394	9395	47974	9394,8
	9402	9407	9405	9404	9405	48024	9404,8
	9412	9417	9415	9414	9415	48074	9414,8
	9422	9427	9425	9424	9425	48124	9424,8
	9432	9437	9435	9434	9435	48174	9434,8
	9442	9447	9445	9444	9445	48224	9444,8
	9452	9457	9455	9454	9455	48274	9454,8
	9462	9467	9465	9464	9465	48324	9464,8
	9472	9477	9475	9474	9475	48374	9474,8
	9482	9487	9485	9484	9485	48424	9484,8
	9492	9497	9495	9494	9495	48474	9494,8
	9502	9507	9505	9504	9505	48524	9504,8
	9512	9517	9515	9514	9515	48574	9514,8
	9522	9527	9525	9524	9525	48624	9524,8
	9532	9537	9535	9534	9535	48674	9534,8
	9542	9547	9545	9544	9545	48724	9544,8
	9552	9557	9555	9554	9555	48774	9554,8
	9562	9567	9565	9564	9565	48824	9564,8
	9572	9577	9575	9574	9575	48874	9574,8
	9582	9587	9585	9584	9585	48924	9584,8
	9592	9597	9595	9594	9595	48974	9594,8
	9602	9607	9605	9604	9605	49024	9604,8
	9612	9617	9615	9614	9615	49074	9614,8
	9622	9627	9625	9624	9625	49124	9624,8
	9632	9637	9635	9634	9635	49174	9634,8
	9642	9647	9645	9644	9645	49224	9644,8
	9652	9657	9655	9654	9655	49274	9654,8
	9662	9667	9665	9664	9665	49324	9664,8
	9672	9677	9675	9674	9675	49374	9674,8
	9682	9687	9685	9684	9685	49424	9684,8
	9692	9697	9695	9694	9695	49474	9694,8
	9702	9707	9705	9704	9705	49524	9704,8
	9712	9717	9715	9714	9715	49574	9714,8
	9722	9727	9725	9724	9725	49624	9724,8
	9732	9737	9735	9734	9735	49674	9734,8
	9742	9747	9745	9744	9745	49724	9744,8
	9752	9757	9755	9754	9755	49774	9754,8
	9762	9767	9765	9764	9765	49824	9764,8
	9772	9777	9775	9774	9775	49874	9774,8
	9782	9787	9785	9784	9785	49924	9784,8
	9792	9797	9795	9794	9795	49974	9794,8
	9802	9807	9805	9804	9805	50024	9804,8
	9812	9817	9815	9814	9815	50074	9814,8
	9822	9827	9825	9824	9825	50124	9824,8
	9832	9837	9835	9834	9835	50174	9834,8
	9842	9847	9845	9844	9845	50224	9844,8
	9852	9857	9855	9854	9855	50274	9854,8
	9862	9867	9865	9864	9865	50324	9864,8
	9872	9877	9875	9874	9875	50374	9874,8
	9882	9887	9885	9884	9885	50424	9884,8
	9892	9897	9895	9894	9895	50474	9894,8
	9902	9907	9905	9904	9905	50524	9904,8
	9912	9917	9915	9914	9915	50574	9914,8
	9922	9927	9925	9924	9925	50624	9924,8
	9932	9937	9935	9934	9935	50674	9934,8
	9942	9947	9945	9944	9945	50724	9944,8
	9952	9957	9955	9954	9955	50774	9954,8
	9962	9967	9965	9964	9965	50824	9964,8
	9972	9977	9975	9974	9975	50874	9974,8
	9982	9987	9985	9984	9985	50924	9984,8
	9992	9997	9995	9994	9995	50974	9994,8
	10002	10007	10005	10004	10005	51024	10004,8

Q R A F I C O D A S M E D I F A S

A M P L I T U D E

L S E

X =

U E =

Q R A F I C O D A S M E D I F A S

A M P L I T U D E

L S E

X =

U E =

Amplitude

cp = 1,68
cx = 1,582

Lsc

X

Lsc

Lsc

R

Anexo D

Formulários de Avaliação do Departamento de
Recursos Humanos da Delphi - Harrison

EFICÁCIA DO TREINAMENTO

O TREINAMENTO SO É EFICAZ QUANDO APRIMORA AS ATIVIDADES DO TREINADO,
DA EQUIPE E ADICIONA VALOR NO PRODUTO FINAL.

APONTE ABAIXO, O INDICADOR QUE VOCÊ UTILIZARÁ PARA MEDIR A EFICÁCIA
DO TREINAMENTO COMO RESULTADO PRÁTICO NO SEU TRABALHO.

☐ QUALIDADE

☐ CUSTO

☐ RAPIDEZ

☐ EXCELÊNCIA

NO VERSO DESCREVA A SITUAÇÃO ANTERIOR (ANTES DO TREINAMENTO) E A SITUAÇÃO ATUAL
(APÓS TREINAMENTO) E AS MELHORIAS OBTIDAS.

SUCESSO ATRAVÉS DO ENTUSIASMO DO CLIENTE

*LEMBRE-SE QUE O PRAZO DE ENTREGA DESSE FORMULÁRIO AO R.H., É DE 30 DIAS APÓS O
TREINAMENTO*

NOME:		REG.
TIME:		COORDENADOR:
ASSUNTO:		DATA
PARTICIPANTES:		
QUALIDADE ANTES	QUALIDADE DEPOIS	
CUSTO ANTES	CUSTO DEPOIS	
RAPIDEZ ANTES	RAPIDEZ DEPOIS	
EXCELENCIA ANTES	EXCELENCIA DEPOIS	

ASS. FINE CJ REPRES DO GRUPO

ASS. COORDENADOR

ASS. RECURSOS HUMANOS

TESTE

11. INICIAL

11. FINAL

- 1° O que significa a sigla C.E.P.?
- 2° O que você entende por C.E.P.?
- 3° Para que serve uma Carta de Controle de Processo ?
- 4° Para que serve os Limites Superior e Inferior de Controle ?
- 5° Tendo como base os números (2,4,6) , calcule sua \bar{X} (Média) e sua R (Amplitude) .
- 6° Você sabe para que serve o diário de bordo ?
- 7° Qual sua atitude , quando notar que os pontos que você marcou nas cartas de controle , ultrapassou os limites de controle estabelecidos na mesma ?

ANEXO E

Material de Didático de apoio usado pelos Agentes

Multiplicadores na Capacitação

CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS - CEP

CEP significa **Controle Estatístico de Processos** e é a forma que possuímos para a máquina se comunicar conosco. Pelas cartas de controle e da sua disposição de pontos, temos informações sobre o processo em andamento.

Qualquer método estatístico irá falhar a menos que tenhamos preparado um ambiente onde o processo deve ser entendido e observado, considerando-se os seus elementos (pessoas, equipamentos, materiais, etc...) que afetam cada estágio.

A observação do processo pode ser efetuada por meio das cartas de controle, trazendo uma série de benefícios:

- Servir aos operadores para controle contínuo de um processo
- Ajudar o processo a produzir consistentemente, previsivelmente, em qualidade e custo
- Permitir que o processo alcance
 - Melhor qualidade
 - Menor custo por unidade
 - Maior capacidade instalada
- Fornecer uma linguagem comum para a discussão do desempenho do processo

A MELHORIA CONTÍNUA DO PROCESSO PODE REVERTER EM BENEFÍCIO PRÓPRIO.

1 – O Conceito de Estabilidade e Capacidade

Um processo é **estável** e **capaz** quando os índices Cp e Cpk são iguais ou maiores que 1,33. Este valor indica que 99,994% das peças produzidas estão dentro das especificações, ou seja, a cada 1 milhão de peças produzidas, 60 estarão fora da especificação.

O que significam então as siglas Cp e Cpk?

- Cp – Este índice está relacionado com a capacidade do processo de produzir peças iguais (mínima variação de uma peça à outra), mas não considera a descentralização do processo.
- Cpk – Este índice mostra a centralização do processo relacionado a média dos valores das peças produzidas com o valor alvo da peça, que é a medida nominal.

Para avaliarmos um processo devemos primeiramente fazer uma análise gráfica dos valores coletados, observando se não existe algum ponto fora dos limites de controle (deve-se observar os dois gráficos: média e amplitude) e se o processo não tem uma grande variação dentro dos limites de especificação. Se algum ponto estiver fora dos limites de controle, estará indicando que o processo não está sob controle e que existem variações no mesmo, a causa da variação deve ser localizada e eliminada. Após a análise gráfica devemos analisar os índices Cp e Cpk, observando se apresentam valores iguais ou maiores que 1,33.

Se o processo não apresentar pontos fora dos limites de controle e os índices Cp e Cpk apresentarem valores iguais ou superiores a 1,33, poderemos afirmar que nosso processo é **estável** e **capaz**.

O Jogo do Alvo

O Jogo do Alvo é um software para abordar conceitos e técnicas de Controle Estatístico de Processos (CEP) utilizando um tiro ao alvo. Os pontos no alvo representam medidas de amostras da produção que são também representados em Cartas de Controle (gráficos). A qualidade é entendida como a uniformidade dos tiros em torno do centro do alvo.

1. Módulo Funcional

No módulo funcional o usuário posiciona com o *mouse* aonde ele quer que o tiro atinja o alvo e com os botões executa o disparo. A distância do tiro ao centro do alvo define o valor da amostra, considerando-se o centro como a média (Nominal) dos limites inferior e superior de especificação (LIE e LSE¹, respectivamente) indicados no alvo (valores 50 e 100, respectivamente, da Figura 1). Com isso, pode-se gerar um conjunto de valores que representam possíveis amostras que se obtém na fábrica e o conceito de qualidade é entendido como a uniformidade dos tiros em torno do centro do alvo, obtendo-se um conjunto de dados que caracterizam um processo estável e capaz, conforme ilustra a Figura 2.

Como o usuário não tem dificuldade em posicionar cada tiro, é possível provocar várias situações e em seguida observar os resultados. Estes resultados são definidos por meio de um conjunto de 24 tiros tomados dois a dois e expressos com os gráficos da média, amplitude e histograma, além do cálculo dos índices estatísticos CP e CPK², conforme são também apresentados na Figura 2.

¹ Os limites de especificação indicam a tolerância permitida no processo produtivo.

² Na análise do processo, os índices CP e CPK comparam a variação natural do processo com a variação permitida pela especificação. Esta variação natural é definida como seis vezes o desvio padrão das amostras.

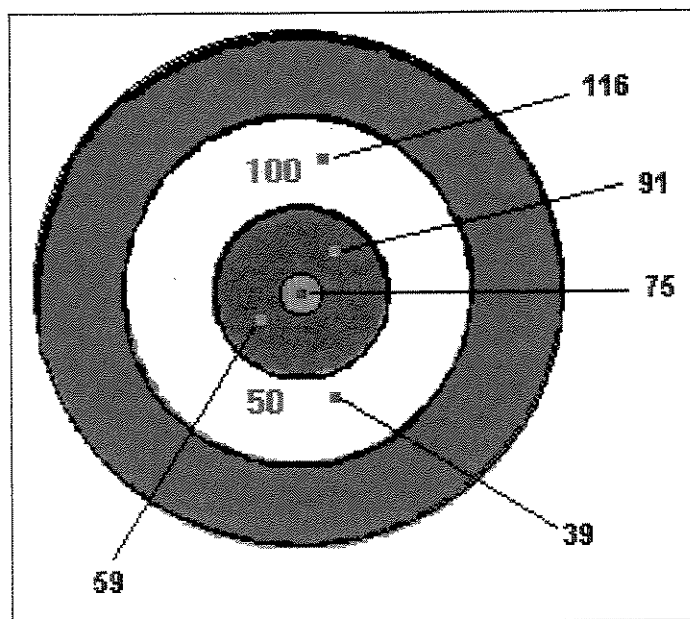


Figura 1 - Sistema de Referência para os Tiros

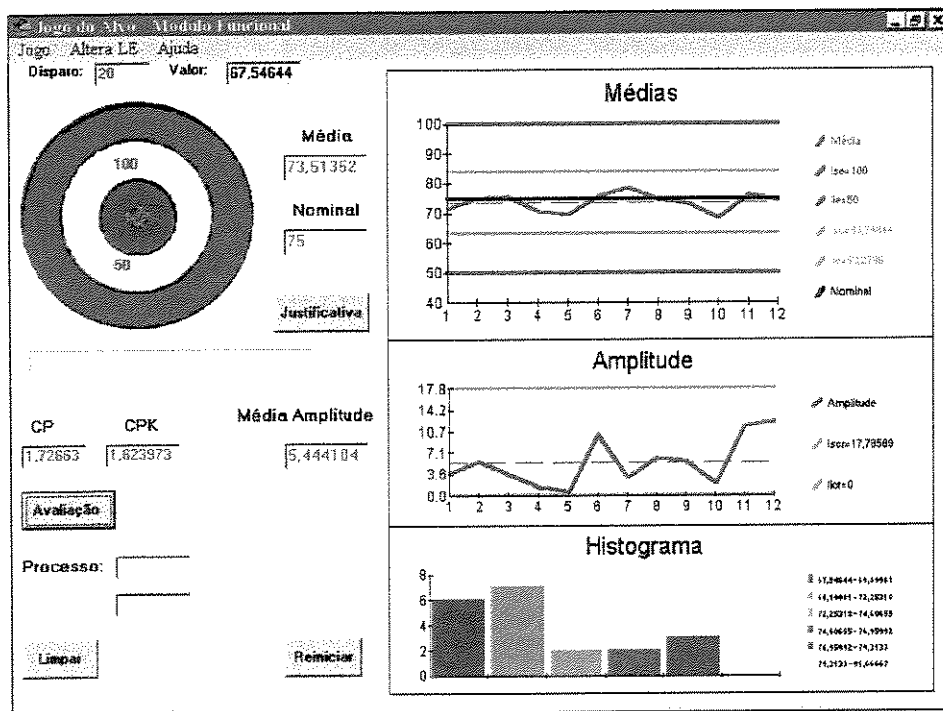


Figura 2 – O Jogo do Alvo e uma Disposição de Tiros que corresponde a um Processo Estável e Capaz

Com estas informações, o usuário é convidado a classificar o processo quanto a sua estabilidade e capacidade, como mostra a janela “Avaliação do Processo” da Figura 3.

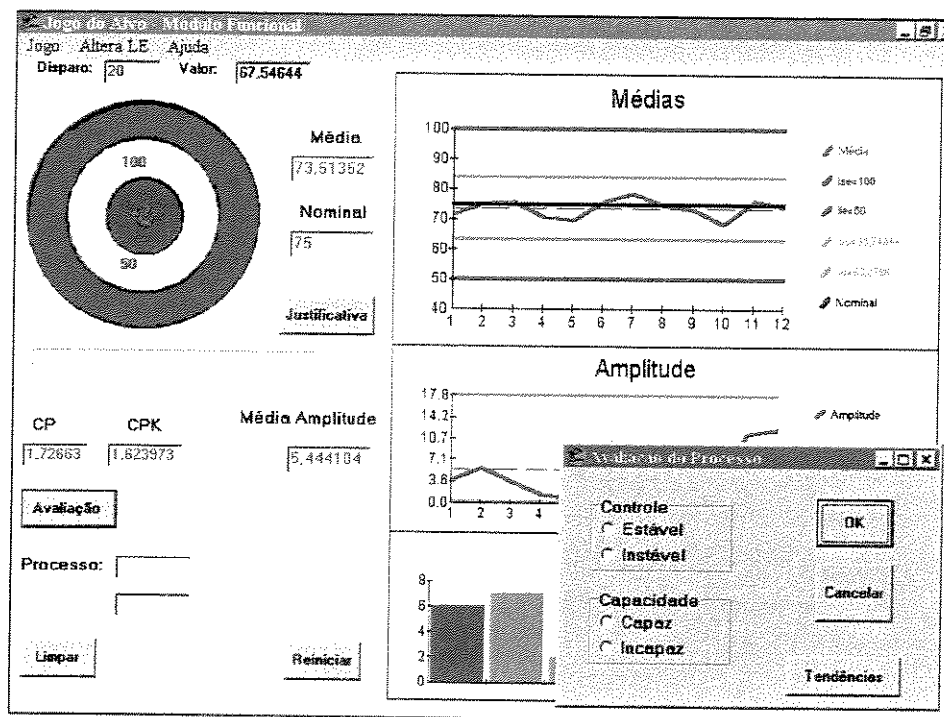


Figura 3 – Janela para Avaliação do Processo

Nesta avaliação, um processo é estável quando todos os pontos correspondentes a média entre os tiros, tomados dois a dois, estiver dentro dos limites inferior e superior de controle (LIC e LSC³, respectivamente), os quais são calculados estatisticamente. Além disso, o índice CP deve ser igual ou superior a 1,33. Entretanto, o fato de um processo ser estável não garante produtos aceitáveis. Assim, é necessário analisar se é possível produzir dentro das especificações, ou seja, dentro dos limites de especificação (LIE e LSE), o que significa ter um processo capaz. Além disso, para garantir a capacidade do processo, o índice CPK deve ser igual ou superior a 1,33.

Assim, pode-se encontrar processos que são estáveis, porém incapazes de produzir produtos aceitáveis, conforme ilustra a Figura 4. Nesta situação o conjunto de dados é

bastante homogêneo no sentido que a distância do alvo até eles é muito semelhante, no entanto, os valores estão fora dos limites de especificação. Os índices CP e CPK também podem indicar a situação do processo, pois a estabilidade é verificada com um CP igual a 3,38932 e a incapacidade por meio do índice CPK com valor zero.

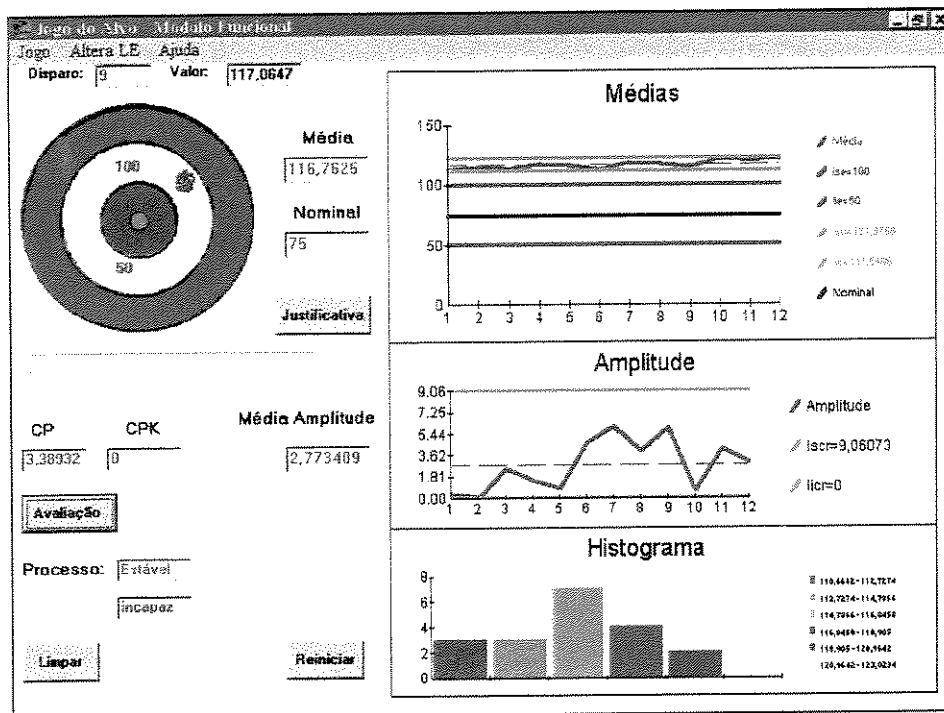


Figura 4 – Processo Estável e Incapaz

Outra situação possível é o processo ser instável e capaz, como pode ser observado na Figura 5. Neste caso, o que se tem é um conjunto de valores dentro dos limites de especificação e muito próximos do centro do alvo. Entretanto, um deles está completamente fora das especificações o que caracteriza uma instabilidade.

Este exemplo é bastante oportuno pois mostra que a análise deve levar em conta todos os dados fornecidos pelo jogo, uma vez que se a análise for feita somente pelos índices CP e CPK o processo é estável e capaz.

³ Os limites de controle são calculados de acordo com a posição de todos os tiros dados e sua função é indicar se está

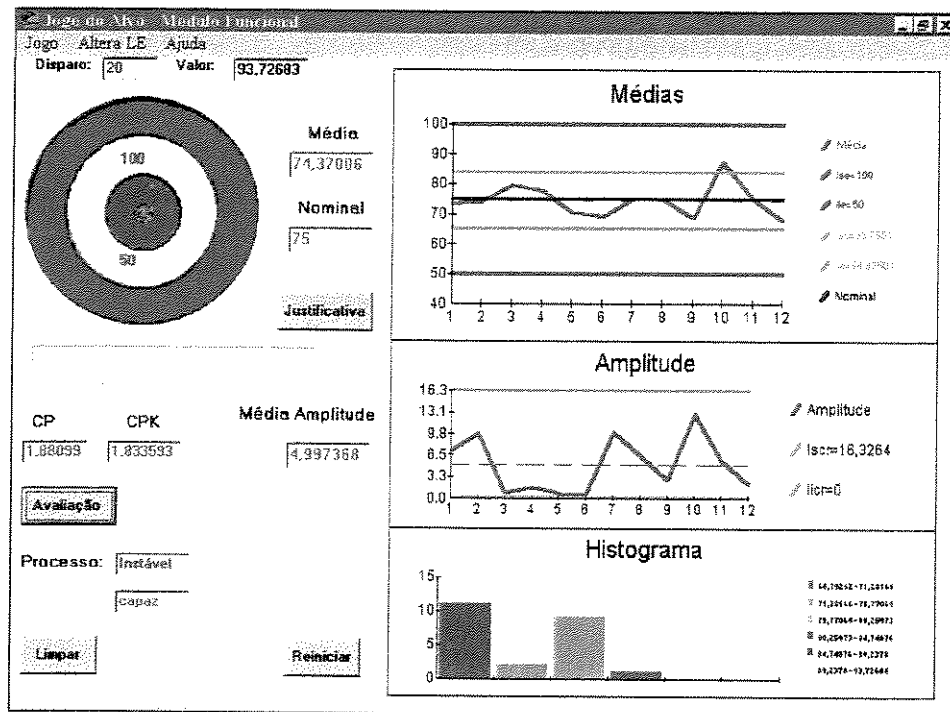


Figura 5 – Processo Instável e Capaz

Por fim, a Figura 6 apresenta uma configuração no alvo que define um procedimento instável e incapaz com um conjunto de dados espalhados aleatoriamente no alvo. Os índices CP e CPK também estão indicando esta classificação através dos valores 0,52286 e 0,501048, respectivamente.

havendo uma dispersão muito grande na distribuição dos mesmos.

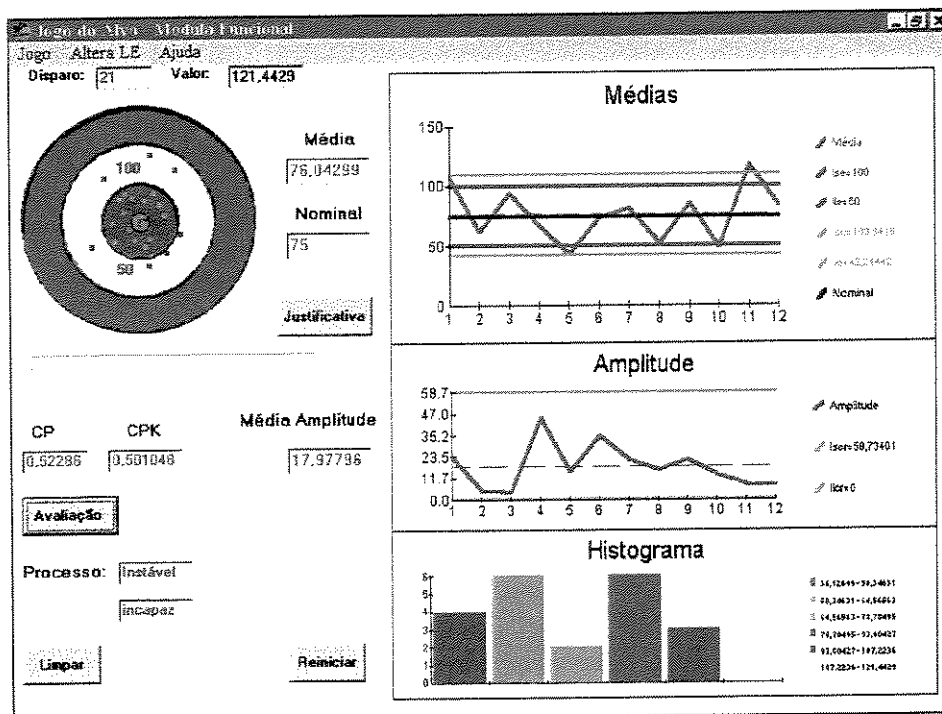


Figura 6 – Processo Instável e Incapaz

Após a classificação do usuário, o jogo indica se a resposta está correta ou não, mantendo-se no mesmo exercício até que o usuário responda corretamente.

Com a conclusão dos vinte e quatro (24) tiros, ainda é possível movimentar os pontos no alvo, arrastando-os com o mouse, de forma a colocá-los em uma nova posição. Além disso, os limites de especificação também podem ser alterados. Nestas operações são recalculados os índices e atualizados os gráficos imediatamente.

Além disso, o usuário pode justificar cada tiro considerando situações que podem ocorrer no ambiente de fábrica, como ilustrado na Figura 7.

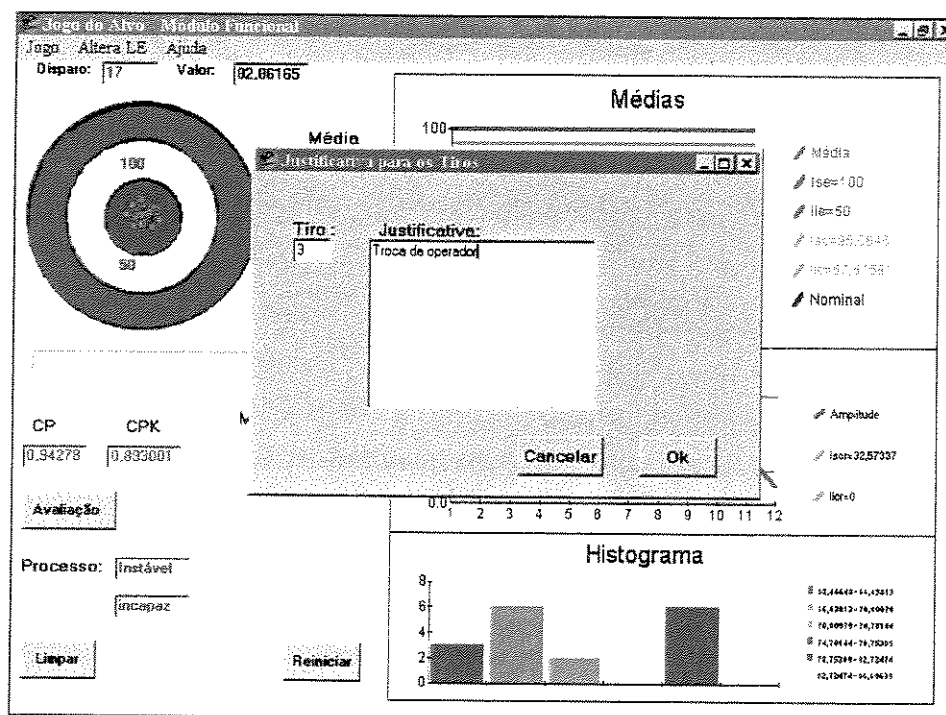


Figura 7 – Janela para Justificar os Tiros

Ao final de cada sessão, existe um registro das repostas do usuário, armazenadas em um arquivo, que pode ser um importante meio de diagnóstico dos modelos mentais, servindo para avaliações e observações futuras.

2. Módulo Farol

O Gráfico do Farol é o procedimento de controle da qualidade que utilizado na fábrica, quando um determinado processo já alcançou níveis de estabilidade e capacidade. Trata-se de uma ferramenta gráfica, que permite ao próprio operador tomar decisões em função dos resultados de controle que vão sendo obtidos ao longo de um processo. O gráfico é dividido em 3 regiões básicas: vermelha, amarela e verde, em analogia às cores do farol de trânsito. Se ocorre de uma amostra resultar em um ponto na região vermelha, o operador deve "parar a produção", uma medida na região verde significa "seguir

normalmente a produção" e uma medida na região amarela significa "atenção às próximas medidas, para tomada de decisão.

O *Jogo do Farol* é uma continuidade natural do *Jogo do Alvo* e o objetivo é trabalhar o processo de tomada de decisão em função dos resultados de um processo que é continuamente avaliado. O tipo de interação e de interface são semelhantes às do Jogo do Alvo. A cada dois tiros ao alvo, o usuário deve realizar procedimentos específicos dependendo da situação dos pontos no alvo.



Figura 8 - Jogo do Farol – Tela Inicial

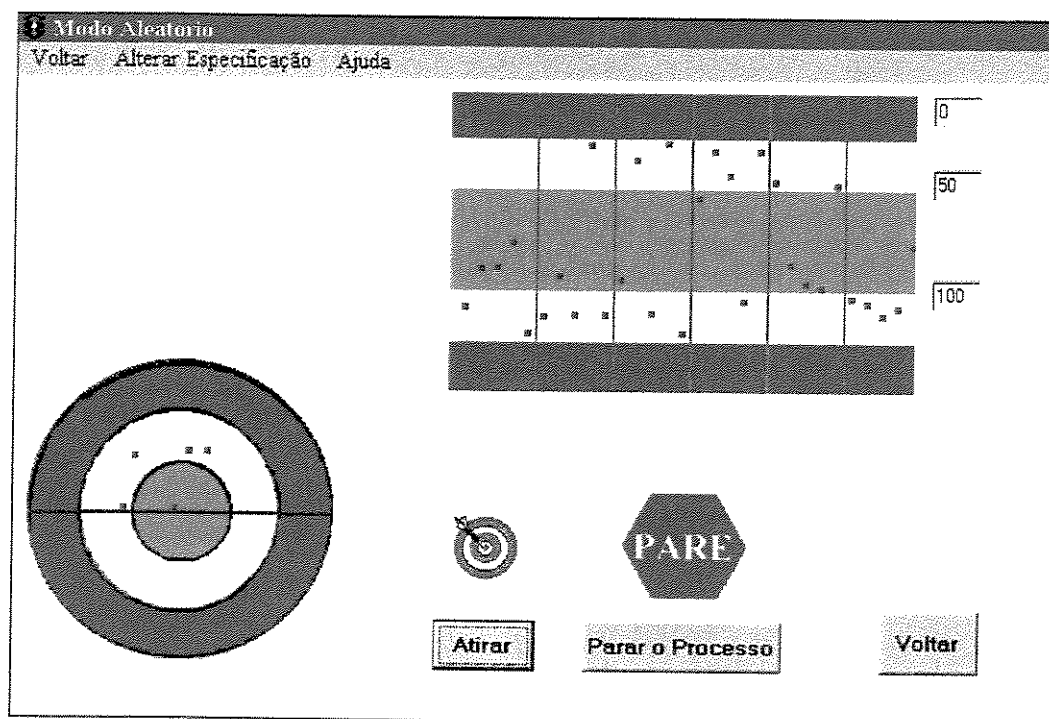


Figura 9 - Jogo do Farol – Modo Aleatório

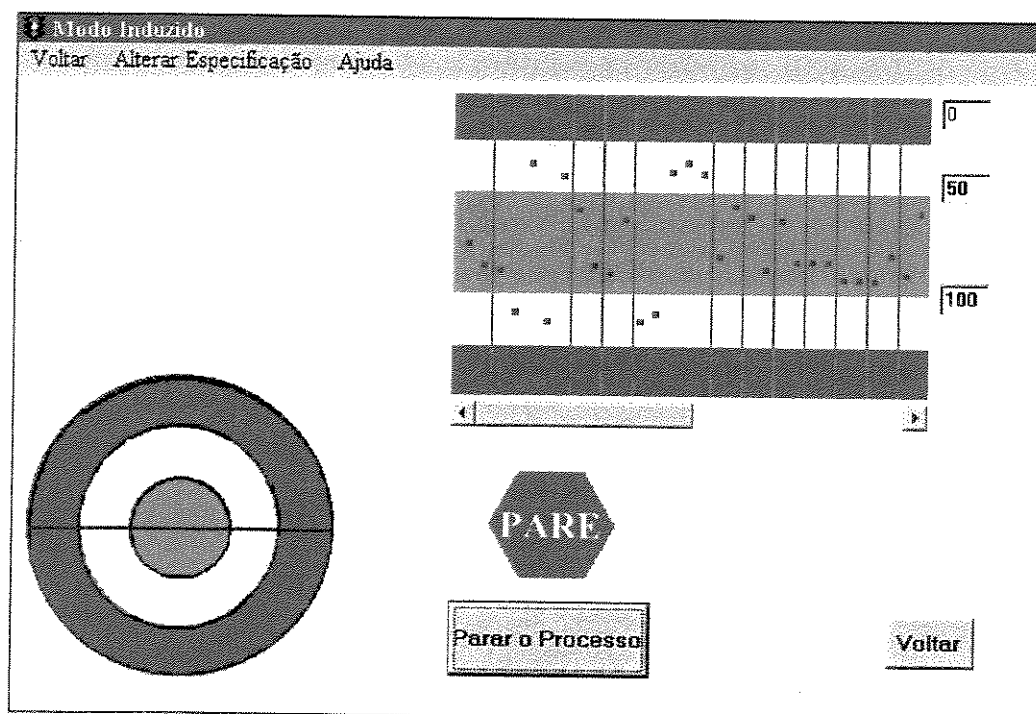


Figura 10 - Jogo do Farol – Modo Induzido

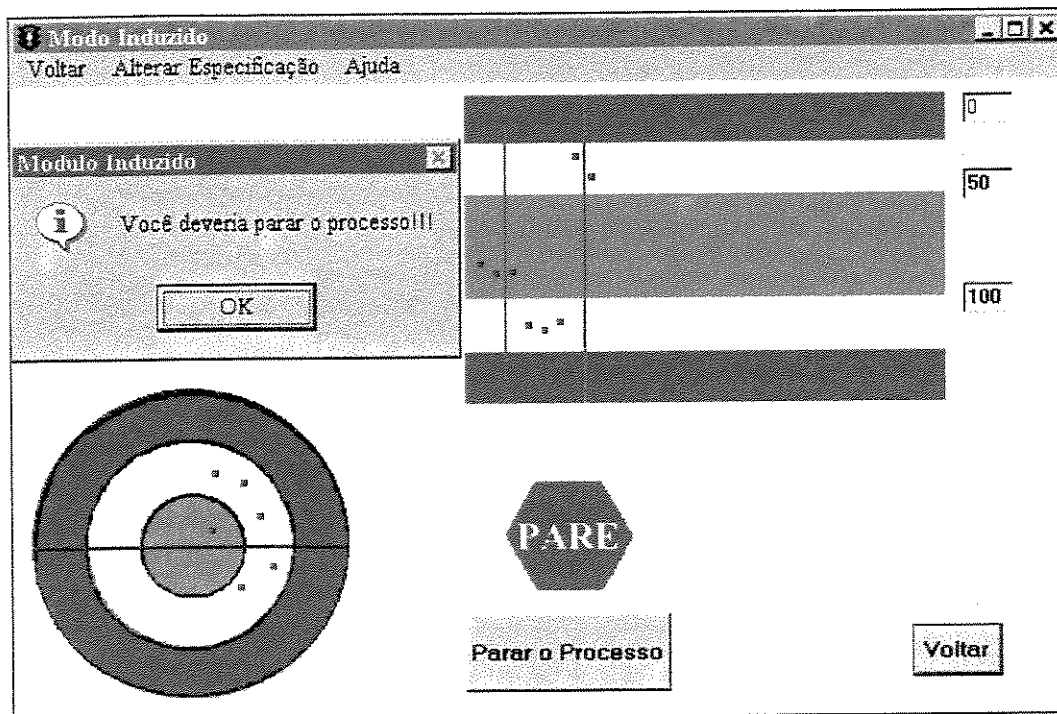


Figura 11 - Situação onde o Usuário deveria parar o Processo

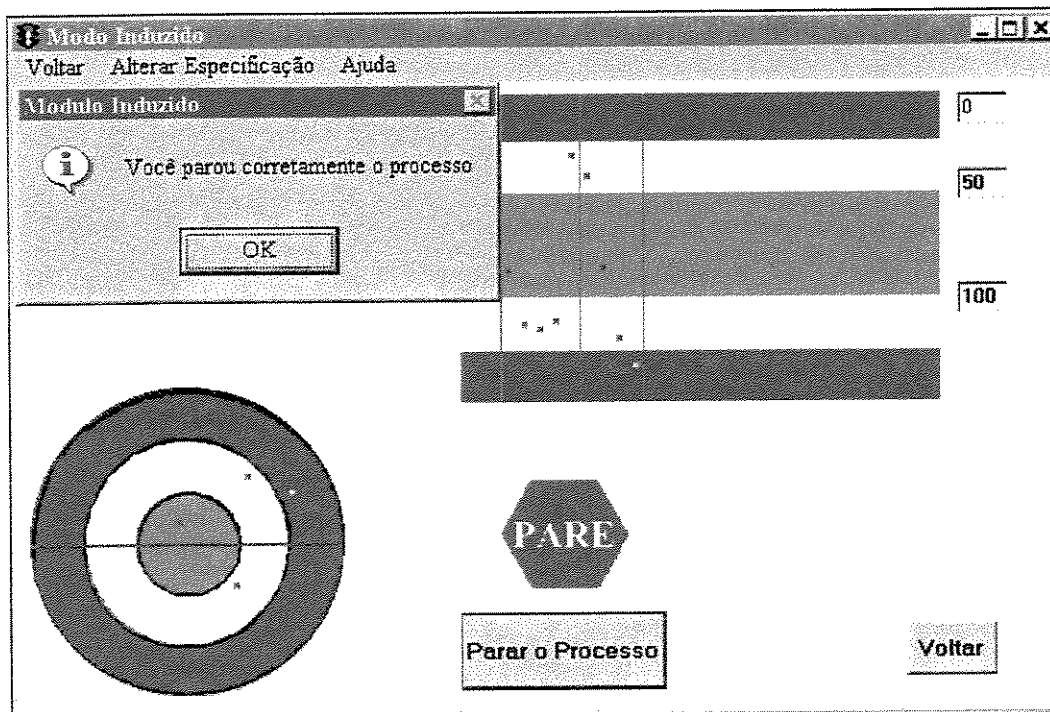


Figura 12 - Situação onde o Usuário parou corretamente o Processo

2.1 - Procedimentos

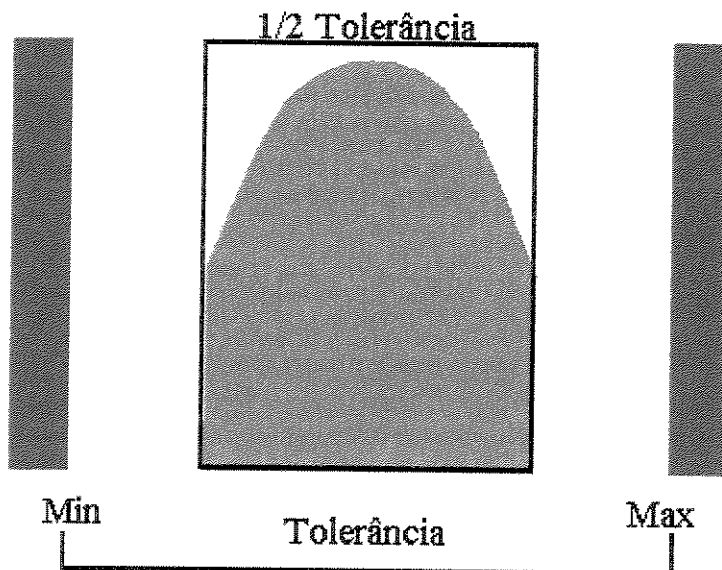
Para aplicação do gráfico do farol, procede-se da seguinte maneira:

a) ajuste da máquina (set-up)

Verifique todas as peças. A ajustagem estará correta quando 5 peças seguidas estiverem na região verde (vide gráfico abaixo);

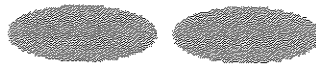
b) produção

Medir 2 peças consecutivas e seguir as instruções do gráfico do farol".

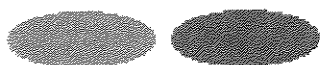


Passos:

1- Verifique 2 produtos. Se ambos estiverem na região verde, continue normalmente a produção.



2- Se 1 ou 2 produtos estiverem na região vermelha, avise o responsável para as providências corretivas e selecione o material existente. Quando os reajustes forem feitos, volte ao passo 1.



3- Se 1 ou 2 produtos estiverem na região amarela, verifique mais 3 produtos.



A- Se 3 ou mais produtos estiverem na região verde, continue normalmente a produção.



B- Se 3 ou mais produtos estiverem na região amarela, avise o responsável para as providências corretivas. Quando os ajustes forem feitos, volte ao passo 1.



C- Se qualquer produto estiver na região vermelha, avise o responsável para as providências corretivas e selecione o material. Após os necessários ajustes, volte ao passo 1.



ANEXO F

Procedimento para Formação de Recursos Humanos utilizando o Jogo do Alvo

Nº.: PMAT--

Interno

Revisão: 1

09/06/99

Nível III



Procedimento: Formação de Recursos Humanos com o Jogo do Alvo

Nº.: PMAT - INTERNO

Revisão: 09/06/99 Nível III

I OBJETIVO

1. Promover a aprendizagem de conceitos e técnicas de Controle Estatístico de Processo – CEP com a utilização do Jogo do Alvo que, por meio da metáfora de um tiro ao alvo, gera um conjunto de valores que são utilizados para se obter as Cartas de Controle, permitindo ao operador testar diferentes disposições, avaliá-las e associá-las com as situações de fábrica.

II DESCRIÇÃO

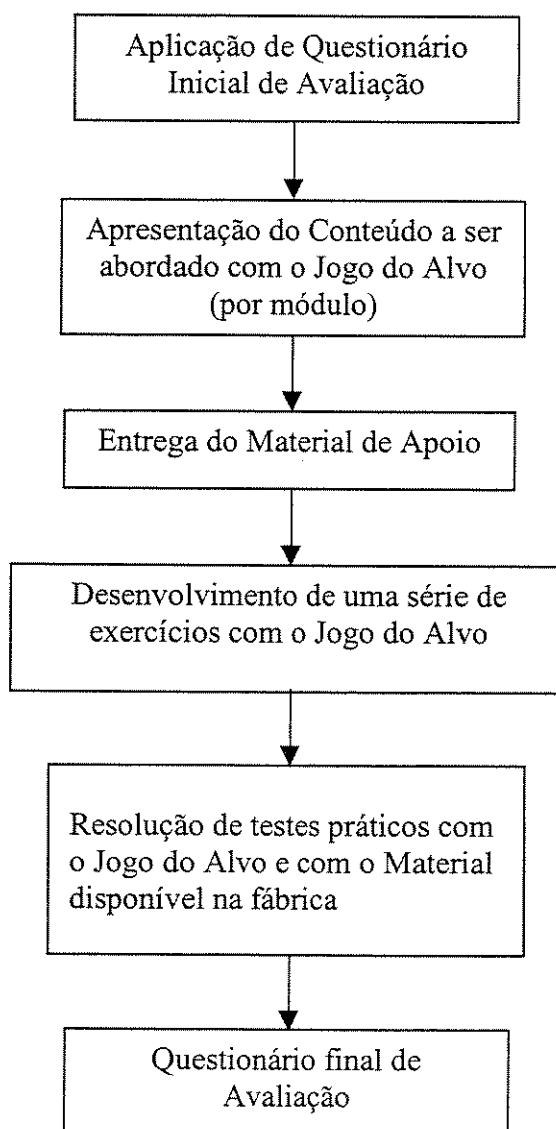
1. Conteúdo Programático - Controle Estatístico de Processo – CEP

- Finalidade
- O Conceito de Estabilidade e Capacidade
- Apresentação, interpretação e avaliação de dados com o Jogo do Alvo – Módulo Funcional
- Auto-Controle – Funcionamento e aplicações
- Condições para Aplicação de Auto-Controle
- Procedimentos para Tomada de Decisão
- Apresentação, interpretação e avaliação de dados com o Jogo do Alvo – Módulo Farol

2. Duração: Três horas.

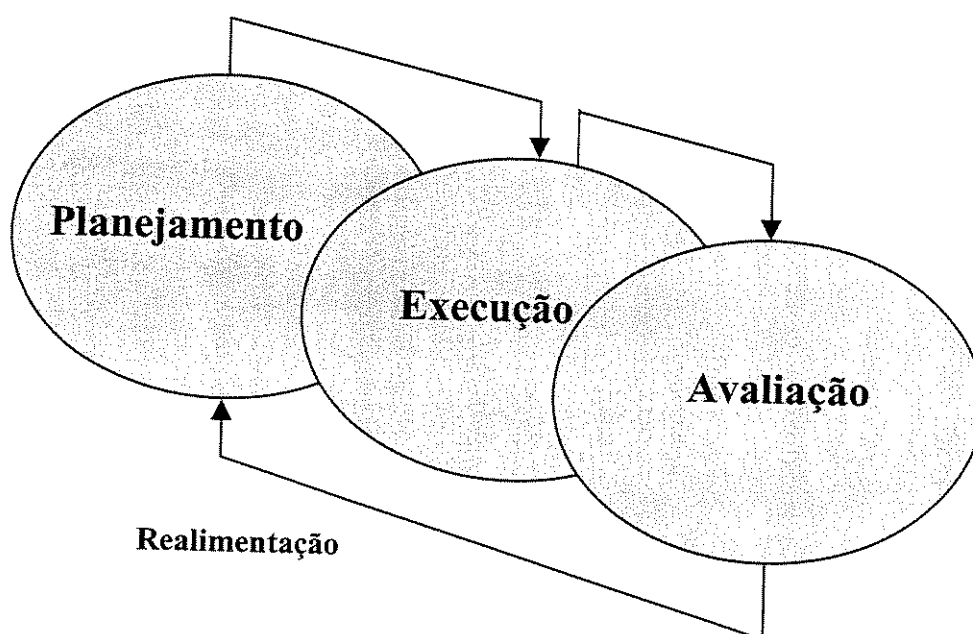
3. Público: Operadores da fábrica

4. Instrutores: Operadores/Multiplicadores de conhecimento na fábrica e estagiário do Departamento de Qualidade.

5. Atividades:

6. Mecanismo de Integração Organizacional:

Este mecanismo está fundamentado em definir, na estrutura organizacional, um ciclo que compreende o planejamento, a execução e a avaliação do processo de formação na empresa conforme mostra a figura a seguir.



O Mecanismo de Integração Organizacional para a Formação de Recursos Humanos

Fonte: Adaptado de Moraes, 1999.

Com a utilização da abordagem com os agentes multiplicadores, o planejamento deve ser feito pelos coordenadores da fábrica que definem o calendário de capacitações, escolhem os trabalhadores que serão capacitados e acompanham o desempenho dos operadores nas linhas de produção.

A execução fica por conta dos trabalhadores/multiplicadores que são acompanhados por um

Nº.: PMAT–

Interno

Revisão: 1

09/06/99

Nível III

funcionário da qualidade que é responsável pela avaliação da formação. A função de avaliação fica então sob responsabilidade do departamento de qualidade que observa e avalia a qualidade dos processos.

Assim sendo, o ciclo é realimentado com as observações de quem avalia, de maneira a fornecer a quem planeja subsídios para a definição das novas ações de capacitação. Esta realimentação, fornecida pelo pessoal da qualidade que acompanha diariamente a produção, é o controle do processo de formação e garante que ele tem como base o desempenho efetivo, observado na prática e não pautado em algo previsto ou planejado.

7. Avaliação: Será realizada com base no mecanismo cíclico definido no item anterior e finalizada com uma reunião de avaliação na última segunda-feira de cada mês. Nesta reunião serão definidas as metas para o mês seguinte.

III RESPONSABILIDADE

1. Coordenação da Fábrica
2. Operadores/multiplicadores
3. Departamento de Qualidade

IV ÁREAS DE UTILIZAÇÃO

1. Fabricação de condensadores, Fabricação de radiadores e Montagem de módulos.

V APROVAÇÕES

Emitido por:

Data: 09/06/99

Revisado por:

André P. Rodrigues

Data: 09/06/99

Aprovado por:

Renato Chagas

Data: 09/06/99

Nº.: PMAT-

Interno

Revisão: 1

09/06/99

Nível III

VI DISTRIBUIÇÃO

☒ Administração Geral
☐ Compras
☒ Controle de Materiais
☒ Controle de Qualidade
☐ Engenharia de Produto
☒ Fabricação Condensador
☒ Fabricação Radiador

☐ Finanças
☐ Engenharia
☒ Manutenção Elétrica/Mecânica
☒ Montagem de Módulos
☐ Marketing/Vendas
☐ Cliente

VII REGISTROS

Identificação	
Coleta	
Indexação	
Acesso	
Arquivo	
Armazenamento	
Manutenção	
Disposição	

VIII ANEXOS

Nenhum

Revisão	Histórico	Revisado por	Data

Emissão inicial 09/06/99

Anexo G – Exemplo de Relatório de Ocorrências na Delphi - Harrison

Ocorrências Relacionadas com C.E.P. / Registros Dimencionais		
Legendas da Fonte: Azul (cartas que já foram justificadas) e Vermelho (cartas que precisam ser justificadas)		
Semana	Descrição	Observações
19	- Carta 82/05 Rad. 1800 - Alt. do Center no dia 03/05/99 precisa ser justificada.	
	- Carta 86/03 Rad. 1800 - Cab. à Cab. no dia 03/05/99 precisa ser justificada.	- O funcionário Reg. 878 (2º turno), plotou apenas 02 pontos no dia 03/05/99
	- Carta 87/03 Rad. 1800 - Ref. à Ref. no dia 03/05/99 precisa ser justificada.	- O funcionário Reg. 878 (2º turno), plotou apenas 02 pontos no dia 03/05/99
	- Carta 98/02 Rad. S10-16mm (Reto) - Reforço à Reforço	- O funcionário Reg. 878 (2º turno), plotou apenas 03 pontos no dia 05/05/99
	- Carta 121/01 Rad. S10-24mm (Reto) - Reforço à Reforço	- O funcionário Reg. 878 (2º turno), plotou apenas 02 pontos no dia 05/05/99
	- Carta 122/08 Rad. S10-24mm (curvo) - Cab. à Cab. com Barra	- O funcionário Reg. 878 (2º turno), plotou apenas 02 pontos no dia 07/05/99
	- Carta 108/07 Rad. S10 24mm-Alt.Center no dia 04/05/99 precisa ser justificada	- O func. Reg. 410 (1º turno) não plotou pontos na carta no dia 05/05/99
	- Carta 108/07 Rad. S10 24mm-Alt.Center no dia 05/05/99 precisa ser justificada	
	- Carta 108/07 Rad. S10 24mm-Alt.Center no dia 09/05/99 precisa ser justificada	
	- Carta 86/03 Rad. 1800 - Cab. à Cab. no dia 10/05/99 precisa ser justificada.	
20	- Carta 86/04 Radiador 1800 - Cabeceira	
	- Carta 86/04 Radiador 1800-Cab. à Cab. no dia 12/05/99 precisa ser justificada	- O funcionário Reg. 897 (2º turno), plotou apenas 02 pontos no dia 12/05/99
	- Carta 98/02 Rad. S10-16mm (Reto) - Reforço à Reforço	
	- Carta 122/08 Rad. S10-24mm (curvo) - Cab. à Cab. com Barra	- O funcionário Reg. 878 (2º turno), plotou apenas 02 pontos no dia 11/05/99
	- Carta 121/01 Rad. S10-24mm (Reto) - Reforço à Reforço	- O funcionário Reg. 410 (1º turno) plotou pto. ilegíveis no dia 13/05/99
21	- Carta 27/01 Rad. V' car - Largura do reforço	- O funcionário Reg. 878 (2º turno), plotou apenas 02 pontos no dia 16/05/99
	- Carta 86/04 Rad. 1800 Cab. à Cab. no dia 22/05/99 precisa ser justificada	- No dia 18/05/99, o func. Reg. 810 (2º turno), está fazendo marcações na carta muito superficial, ou seja, praticamente não se percebe onde está os pontos.
22	- Carta 119/01 Radiador S10 24mm Reto - Tamanho do pacote s/ barra no dia 23/05/99 precisa ser justificada	
	- Carta 111/06 Rad. S10 24mm curvo - Ref. à Ref. nos dias 27/05/99 e 28/05/99 precisa ser justificada.	
	- Carta 86/04 Rad. 1800 Cab. à Cab. no dia 25/05/99 e 26/05/99 precisa ser justificada	
	- Carta 108/08 Rad. S10 24mm - Alt. do Center no dia 27/05/99 precisa ser justificado.	
	- Carta 120/01 Rad. S10 24mm Reto - Cab. à Cab. com barra	- O funcionário Reg. 858 (2º turno), no dia 28/05/99 fez apenas um traço no registro de medição.

23	- Carta 27/01 Rad. V' car - Largura do reforço	- No dia 04/06/99, o func. Reg. 810 (2º turno), está fazendo marcações na carta muito superficial, ou seja, praticamente não se percebe onde está os pontos.
	- Carta 108/08 Rad. S10 24mm - Alt. do Center no dia 02/06/99 precisa ser justificada.	
	- Carta 110/02 Rad. S10 24mm - Altura do center	- O funcionário Reg. (410), no dia 03/06/99, razuou a marcação (ilegível).
24	- Carta 82/07 Rad. 1800 - Alt. do center, no dia 11/06/99, precisa ser justificada Obs.: Esta carta está com o Alexandre Pataias.	
	- Carta 110/03 Rad. S10 24mm - Alt. do Center no dia 10/06/99 precisa ser justificada	
	- Carta 86/04 Rad. 1800 - Cab. à Cab. no dia 09/06/99 precisa ser justificada	
25	- Carta 111/06 Rad. S10 24mm curvo - Ref. à Ref. no dia 16/06/99 precisa ser justificada.	
	- Carta 61/01 Rad. V' car - Ref. à Ref. no dia 19/06/99 precisa ser justificada	- O funcionário Reg. 1259 plotou apenas 02 pontos no dia 19/06/99
	- Carta 62/01 Rad. V' car - Cab. à Cab. no dia 19/06/99 precisa ser justificada	- O funcionário Reg. 1259 plotou apenas 02 pontos no dia 19/06/99
	- Carta 108/09 Rad. S10 24mm - Altura do Center no dia 19/06/99 precisa ser justificada	- O funcionário Reg. 878 plotou apenas 03 pontos no dia 19/06/99
	- Carta 27/01 Rad. V' car - Largura do reforço	- No dia 16/06/99, o func. Reg. 810 (2º turno), está fazendo marcações na carta muito superficial, ou seja, praticamente não se percebe onde está os pontos.
	- Carta 86/04 Rad. 1800 - Cabeceira à Cabeceira	- O func. Reg. 878 (3º turno), plotou apenas 03 pontos e não marcou a data no registro. Esta evidência ocorreu entre os dias 14/06/99 e 15/06/99
	- Carta 87/04 Radiador 1800 - Reforço à Reforço	- O funcionário Reg. 878 (3º turno) plotou apenas 02 pontos no dia 15/06/99
	- Carta 138/01 Rad. S10 24mm reto - Cab. à cab. com barra	- O funcionário Reg. 1259 (3º turno) plotou apenas 02 pontos no dia 16/06/99
	- Carta 137/02 está com espaços em branco entre os dias 22/06/99 e 24/06/99	- O funcionário Reg. 878 (3º turno) plotou apenas 03 pontos no dia 19/06/99
26	- Carta 138/02 está com espaços em branco entre os dias 22/06/99 e 24/06/99	
27	- Carta 132/01 precisa ser justificada no dia 28/06/99	
28	- Carta 108/09 Rad. S10 24mm - Altura do Center no dia 06/07/99 precisa ser justificada	
29	- Carta 120/04 Rad. S10 24mm reto - Cab. à Cab. com barra	- O func. Reg. 560 (1º turno) não fez marcações dos pontos no dia 06/07/99
	- Carta 32/05 Condensador 1800 - Reforço à Reforço	- Está com espaço em branco entre os dias 13/07/99 e 15/07/99

[illegible]

ANEXO H
ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO JOGO
DO ALVO

H.1 - Requisitos Mínimos

Os requisitos mínimos para se instalar o SICRE são:

- um computador pessoal com um processador 80486, ou superior, com pelo menos 4 megabytes (MB) de memória;
- um monitor VGA colorido de resolução superior;
- aproximadamente 20MB de espaço livre em seu disco rígido;
- uma unidade de disco de 3,5 polegadas, de alta densidade (1,44MB);
- o sistema operacional Microsoft Windows 95, ou posterior;
- um mouse;

H2 – Arquivos de Dados Gerados pelo Jogo do Alvo

O Jogo do Alvo, em cada um de seus módulos, registra em arquivo formato texto, as principais informações da interação do trabalhador com o software como:

- o nome e número de registro do trabalhador;
- o conjunto de tiros dados pelo trabalhador por exercício;
- as respostas dadas pelo trabalhador e o resultado da avaliação desta resposta pelo software;
- as mensagens do sistema;
- os cenários definidos pelo trabalhador;
- as justificativas (módulo Fábrica/Alvo e Farol);
- e o *score* final de pontos acumulados pelo trabalhador quando da sessão de capacitação.

Para cada módulo é gerado um arquivo com as seguintes extensões:

- Módulo Funcional: extensão .fun;
- Módulo Fábrica/Alvo: extensão .fun;
- Módulo Farol: extensão .far;
- Módulo Tendências: extensão .ten.

O conjunto de dados a seguir é um exemplo de um arquivo gerado pelo Jogo do Alvo no módulo Funcional:

Nome: Roberto
Registro: 882
Pontuação: 10
Tiros (Valor e posição):

```
7.94876373392763E+0001
95
98
7.38214886980131E+0001
101
101
7.07508170719957E+0001
101
105
7.58333333333721E+0001
101
100
7.98591265790164E+0001
103
95
7.31366100187879E+0001
98
101
7.26429773960263E+0001
98
102
6.75000000000000E+0001
100
109
6.82814518763917E+0001
107
104
7.91666666666279E+0001
104
97
7.26429773960263E+0001
102
```

102

7.14644660940394E+0001

97

103

7.19953739370685E+0001

98

103

1.03012893856619E+0002

113

69

6.97295372330118E+0001

98

106

7.25000000000000E+0001

100

103

7.38214886980131E+0001

101

101

7.58333333333721E+0001

101

100

7.58333333333721E+0001

101

100

7.02859547920525E+0001

104

104

7.12732200374594E+0001

102

104

7.31366100187879E+0001

101

102

7.31366100187879E+0001

101

102

7.31366100187879E+0001

101

102

PRIMEIRA RESPOSTA:

instável

capaz

RESPOSTA FINAL:

instável

capaz

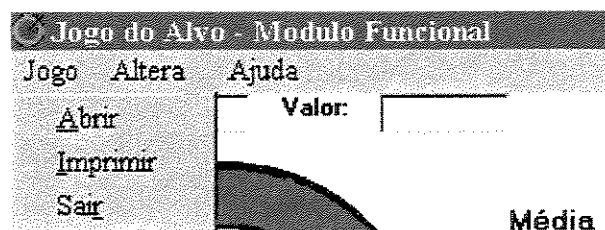
Correta a resposta inicial

CENÁRIO:

Ponto de instabilidade causado por troca de operador

H3 – Recuperação de Dados

Os dados armazenados nos arquivos gerados podem ser recuperados em outras sessões com o Jogo do Alvo. Para tanto, o trabalhador pode escolher a opção abrir do menu de opções e escolher um arquivo, conforme ilustra a Figura H.1.



H1 – Opção Jogo/Abrir para Selecionar um Arquivo com uma Disposição de Tiros e um Cenário Associado

A recuperação dos dados permite o trabalhador analisar uma disposição de tiros definida por um colega ou por ele próprio, bem como, estudar os procedimentos adotados e os cenários definidos.

H4 – Bibliotecas Gráficas

O Jogo do Alvo utiliza algumas bibliotecas gráficas da linguagem de programação Delphi, versão 3.0 para gerar os gráficos nos módulos Funcional e Fábrica/Alvo. São elas:

Graph32.ocx;

Gswag32.dll;

Gsw32.exe;

Gswdl32.dll;

Oc30.dll.

Para instalar estas bibliotecas, existe um arquivo *batch* chamado *instala.bat* que, quando executado, copia os arquivos e registra-os no Windows.

H5 – Estrutura de Arquivos do Jogo do Alvo

A estrutura de arquivos do Jogo do Alvo é formada por quatro arquivos executáveis, correspondendo aos quatro módulos implementados, os arquivos das bibliotecas gráficas e os arquivos de dados gerados em cada sessão do trabalhador com o software, conforme ilustrada na Figura H.2.

O código gerado para cada módulo visava implementar a interface com base na metáfora do “Tiro ao Alvo” e todos os resultados oferecidos pelo software foram baseados nas fórmulas e parâmetros estatísticos descritos no Anexo A.

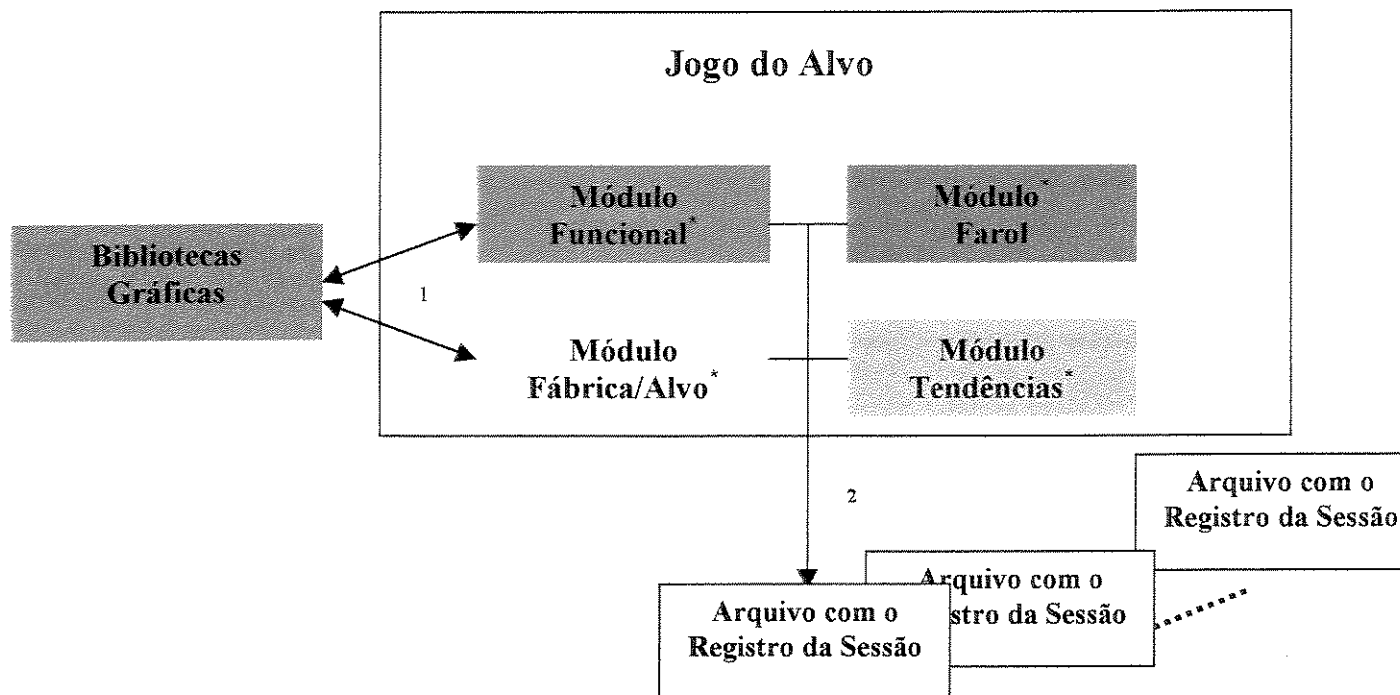


Figura H.2 – Arquivos do Jogo do Alvo e seus Relacionamentos

* Arquivos Executáveis de cada Módulo

¹ Utilizam as rotinas das Bibliotecas Gráficas da Linguagem de Programação

Delphi, versão 3.0

² Geram os arquivos de cada sessão do trabalhador com o jogo

ANEXO I

PUBLICAÇÕES

Comunicação

CAPACITAÇÃO E APRENDIZAGEM EM EMPRESAS UTILIZANDO SOFTWARE COM ESTÉTICA LOGO: A FORMAÇÃO DO FACILITADOR

Klaus Schlünzen Junior

e-mail: klaus@densis.fee.unicamp.br

Fax: (019) - 7887350

O novo paradigma de produção, conhecido como produção enxuta, exige um novo perfil de profissional, onde características intelectuais, através da capacidade de resolver problemas, da criatividade, da participação efetiva, coletiva, responsável e colaborativa são exigidas. Neste contexto, as empresas estão a procura de meios para formar o profissional com este perfil, uma vez que as instituições de ensino não estão conseguindo. Este trabalho apresenta uma experiência de formação de um facilitador para implantar uma proposta de utilização efetiva de softwares com estética Logo na formação de recursos humanos na indústria.

Introdução

A indústria mundial passou neste século por uma série de transformações envolvendo todo o seu processo de produção e de administração.

Por volta de 1915, passou-se de um sistema artesanal de manufatura a um sistema de produção em massa ou também denominado sistema Ford, em homenagem ao seu proponente, Henry Ford. Este sistema vinha a solucionar uma série de problemas da produção artesanal, entre eles: custos altos, volume de produção baixíssimos, problemas de confiabilidade e durabilidade.

A indústria baseada em um sistema de produção em massa tomava forma no início do século e revolucionava a forma de produzir, apresentando como características: custos menores, variedade de modelos produzidos, durabilidade de projetos e materiais, maquinário preciso e dedicado, uma incrível organização da força de trabalho.

Ao contrário do que se pensa, o sistema de produção em massa não se caracteriza apenas pela linha de produção em contínuo movimento, mas também em decompor o processo de produção em um completo e intercambiável conjunto de partes que, quando montadas, formam o produto. Com isso, apresentava uma incrível divisão de trabalho sendo levada as últimas conseqüências, com intuito de reduzir esforço físico e mental do trabalhador. Assim, o montador de uma linha de produção em massa tinha apenas uma tarefa, por exemplo, ajustar um ou dois parafusos ou, talvez, colocar uma roda em cada carro. Não era sua função ajustar ferramentas, reparar equipamentos, solicitar peças, inspecionar a qualidade ou mesmo entender do que realmente estava fazendo e o que isto significava para o processo industrial. Muito pelo contrário, mantinha a sua cabeça baixa, criando-se o conceito de trabalhador não habilitado, que não necessita entender do processo de produção (Womack, 1990).

Com tal concepção de trabalho, um operário precisava de poucos minutos de treinamento, uma vez que a tarefa a ser realizada era muito simples e não havia compromisso algum em detectar e passar informações sobre as condições operacionais, quer com relação ao ferramental utilizado, quer com o processo de produção.

Certamente alguém precisava pensar neste ambiente e como encaixar cada uma das peças da linha de montagem. Assim, esta tarefa passou a ser exercida por uma profissão recém-criada, a de engenheiro de produção ou engenheiro industrial. Além deste profissional, havia a necessidade de um outro para verificar a qualidade do que foi produzido. No entanto, um trabalho mal feito, com esta estrutura, só era descoberto no final da linha de montagem, onde um grupo de trabalhadores realizava os reparos.

Neste sistema, enquanto um engenheiro poderia seguir carreira na empresa, o trabalhador de chão de fábrica poderia chegar no máximo a supervisor, o que caracterizava ainda mais o ambiente nada motivador.

A partir da metade do século, desenvolveu-se uma nova forma de produção de bens, originalmente implantada na *Toyota Motor Company*, e que evidentemente está revolucionando novamente a indústria mundial. A base do Sistema de Produção da Toyota é a absoluta eliminação do desperdício (Ohno, 1978), por isso é conhecido como Produção Enxuta ou *Lean Production*.

Dentro de uma empresa enxuta, a origem de tudo compreende o entendimento e a aplicação de alguns elementos como: *Kaizen* (Imai, 1990), *Just-in-Time* (Womack, 1990, Imai, 1990), Controle Total de Qualidade CTQ (Womack, 1990, Imai, 1990) e *Kanban* (Moura, 1989). Todo este conjunto faz parte do novo conceito que se tem de administração e produção industrial e que é sucesso na Toyota Motor Company, e em muitas outras empresas. Não há dúvidas que as empresas que adotam alguns dos princípios e técnicas do sistema enxuto tem se tornado mais competitivas em relação às demais (Ruas, 1993).

Kaizen é uma das palavras mais comumente usadas no Japão e é um conceito importante da administração japonesa. Ela significa melhoramento contínuo, envolvendo todas as pessoas em uma empresa, desde a alta administração até os operários. O termo melhoramento nas indústrias ocidentais normalmente se referem a equipamentos e não a elementos humanos. No entanto, investir no *Kaizen* significa investir nas pessoas, exigindo muito esforço e compromissos contínuos. *Kaizen* é genérico e pode ser aplicado em todos os aspectos das atividades.

Em um contexto de empresa, *Kaizen* gera um pensamento orientado para os processos, já que estes devem ser melhorados para que se alcance os resultados almejados. Não são os produtos, mas os processos criadores dos produtos que trazem sucesso às empresas a longo prazo (Hammer, 1994). Dentro deste novo paradigma de produção, a capacitação e a avaliação, envolvendo habilidades interpessoais, capacidade de resolver problemas e o desempenho em *Kaizen*, são de extrema importância para o sucesso da produção enxuta (Wood, 1993).

Na indústria, o caminho mais fácil para o *Kaizen* é a prática do Controle Total de Qualidade (CTQ). A incorporação da qualidade nas pessoas significa ajudá-las a se tornarem cientes do *Kaizen* (Imai, 1990).

No Controle Total de Qualidade a preocupação básica é a qualidade das pessoas e não apenas a análise de estatística de dados. O pensamento orientado ao processo

indica que se deve fazer verificações com os resultados e não somente através deles. Assim, grupos dentro da empresa se envolvem no controle da qualidade e um fortíssimo sistema de sugestões é implantado, obtendo-se inúmeras contribuições.

As atividades dos grupos de controle de qualidade que são implementados na empresa levam seus membros a estarem envolvidos constantemente com o processo de resolução de problemas e de tomada de decisões.

Just-in-Time e *Kanban* representam os melhoramentos advindos do *Kaizen*. O conceito de *Just-in-Time* significa que o número exato de unidades necessárias é levado a cada estágio sucessivo de produção, no momento apropriado (Imai, 1990).

Um dos instrumentos essenciais para a implantação do *Just-in-Time* é o sistema *Kanban* que é uma estratégia completa de produção com o objetivo de reduzir os custos totais e melhorar a qualidade dos produtos. Este sistema é baseado em três aspectos principais (Moura, 1989):

- uma guerra contra as perdas;
- um compromisso de fabricar produtos de qualidade perfeita;
- um nível sem precedente de envolvimento de todas as pessoas em todos os níveis de decisão.

Kaban é um sistema, não computadorizado, de controle de piso de fábrica que transmite informações da produção aos postos de trabalho interligados. Isto é feito através de recursos visuais (cartões ou etiquetas), reduzindo o tempo de espera, diminuindo o estoque, melhorando a produtividade e interligando todas as operações em um fluxo uniforme e ininterrupto (Moura, 1989).

Desta idéia surgiu uma nova maneira de processar a produção. Do antigo sistema de “empurrar”, que significa processar antes do pedido, ocorrendo uma antecipação a uma necessidade, criou-se um sistema onde a produção é “puxada”, isto é, nada é processado até que seja feita uma solicitação ou pedido através de um *Kanban*.

Consegue-se com este sistema não apenas produtos com custos baixos mas também com impressionáveis índices de qualidade. A palavra Enxuto, traduzida do termo inglês “*Lean*”, significa acabar com o desperdício de trabalho, energia, tempo, dinheiro e materiais em empresas (Mazzone, 1995), originando uma guerra contra perdas, um compromisso de fabricar produtos de qualidade perfeita e um nível sem precedentes de envolvimento de todas as pessoas em todos os níveis de decisão.

Na *Toyota*, os dados sobre a produção de automóveis mostram que ela leva a metade do tempo para montá-los em comparação às empresas que não utilizam a produção enxuta. O número de defeitos é um terço inferior e o espaço de montagem por carro significativamente inferior. Além disso, o estoque de peças é, em média, de duas horas, em contrapartida às duas semanas em empresas de produção em massa. As diferenças no desenvolvimento de produtos também são grandes: consome-se apenas a metade do tempo gasto no trabalho de engenharia e um terço no tempo de desenvolvimento.

Em uma entrevista, um dos presidentes da *Toyota*, disse:

“Uma das características dos operários japoneses é que eles usam o cérebro, bem como as mãos. Os nossos operários oferecem 1,5 milhões de sugestões por ano e 95% delas são

colocadas em prática. Existe um interesse quase tangível pelo melhoramento contínuo no ar na Toyota” (Imai, 1990).

Assim, todo este sistema está baseado em dez características fundamentais (Mazzone, 1993):

- Estabilidade e comprometimento com o emprego;
- Poder de decisão distribuído;
- Achatamento da hierarquia;
- Ação Cooperativa (trabalho em equipe);
- Ferramentas flexíveis nas linhas de produção;
- Sistema orientado para o cliente;
- Garantias para o fornecedor;
- Fragilidade;
- Operários dinâmicos;
- Fim da economia de escala.

Os resultados obtidos com este sistema inegavelmente superam todos os alcançados com o sistema de produção em massa que atualmente se encontra em colapso, com operários desmotivados, linhas de produção inflexíveis, estrutura administrativa extremamente carregada e desarticulada, elevados custos de produção e desenvolvimento.

Entretanto, a implantação de um sistema enxuto em uma empresa requer uma série de transformações que não apenas envolvem modificações estruturais, organizacionais e de relacionamento externo, mas também a forma de pensamento e de comportamento de todos os funcionários. Neste sistema, os trabalhadores assumem a responsabilidade sobre a produção, participando ativamente e coletivamente do processo, buscando o aperfeiçoamento constante. Implanta-se a figura do operário dinâmico, criativo e inteligente que não é apenas mais um elemento do sistema de produção. A sensação de finalidade no trabalho é implantada em contraposição a um grande contingente de operários em linhas de produção em massa vagando com suas mentes distantes da real função que ocupam.

A grande questão a ser colocada é: Como formar esse trabalhador para participar de uma empresa enxuta?

As empresas, assim como algumas instituições de ensino, procuram meios para capacitar o operário a essa nova realidade e responder a esta pergunta. Existem atualmente algumas tentativas de se resolver os problemas de capacitação de pessoal em empresas brasileiras. O trabalho desenvolvido por pesquisadores do Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED da Unicamp é uma delas e está pautado no desenvolvimento e na avaliação de softwares com estética Logo em programas de capacitação de trabalhadores de empresas enxutas (Valente, 1997; Fernandes, 1996). Todo este trabalho tem como campo de teste a empresa Delphi-Harrison, uma subsidiária da General Motors Corp., situada na cidade de Piracicaba - SP, que produz radiadores e ar-condicionados para os carros da GM e que funciona de acordo com as idéias da produção enxuta.

Alguns softwares desenvolvidos pelo Nied já foram utilizados por trabalhadores da Delphi-Harrison em projetos pilotos que consistiam basicamente de alguns encontros onde um grupo de funcionários aprendiam a utilizar o software.

O desafio agora é preparar o elemento facilitador na Delphi-Harrison, que deve pertencer aos quadros da empresa, e que será responsável pelo processo de formação de seus colegas utilizando os softwares desenvolvidos pelo Nied.

Programas de Formação de Pessoal nas Empresas

a) Um Panorama da década de 50

O panorama descrito por Clark e Sloan (Clark, 1956) sobre o trabalho de formação desenvolvido nas fábricas da época pode ser resumido como um conjunto de programas de orientação profissional que envolviam trabalhadores iniciantes e antigos.

Para os trabalhadores iniciantes eram oferecidos cursos ou palestras sobre questões organizacionais, de segurança, de comunicação, entre outros. Para os antigos, cursos de orientações técnicas e de engenharia faziam parte das atividades de formação desenvolvidas.

Os métodos de ensino utilizados consistiam de demonstrações em classe, visitas à fábrica, discussão e seminários sobre problemas práticos e cursos teórico-práticos. Cada aluno era avaliado por suas habilidades, por suas características pessoais e por sua performance. Isto era feito através de avaliações escritas, entrevistas, questionamento oral, e observação dos participantes em atividades em classe. Ao final de cada programa, era distribuído certificados de participação e aproveitamento.

As orientações dos cursos eram muito variadas, mas de maneira geral tinham como objetivo comum dar aos trabalhadores ou uma visão geral da empresa, ou voltados basicamente para aspectos técnicos.

Além disso, as pessoas responsáveis pelos cursos eram gerentes de departamentos, instrutores de trabalho, pessoas com experiência selecionada pelos próprios gerentes, ou companhias especializadas em treinamento profissional.

Por fim, muitas companhias da época já ofereciam a seus empregados oportunidades para continuarem seus estudos em escolas ou universidades.

b) O Panorama Atual

O que encontramos hoje é uma realidade não muito diferente dessa descrita a praticamente quarenta anos atrás. As empresas infelizmente continuam a utilizar-se dos mesmos métodos e pouco tem mudado com relação a seus programas de formação.

Isto pode ser observado através de visitas realizadas a empresas, onde a estrutura atual de formação é muito similar àquela descrita por Clark e Sloan (Clark, 1956), mesmo considerando empresas já funcionando nos moldes da produção enxuta.

Entretanto, esta estrutura não mais se adequa ao momento em que vive a indústria e isto já não é mais apenas a questão pedagógica ou metodológica dos trabalhos de formação. A questão se torna muito mais complexa considerando-se que uma empresa enxuta mal pode dispor de um funcionário da linha de produção para assistir um curso ou participar de qualquer atividade de formação. O que se pode dizer então de um grupo de

funcionários? As conseqüências para a produção poderiam ser muito significativas, uma vez que o termo enxuto se refere também ao número de trabalhadores em uma linha de produção.

Além disso, é praticamente impossível definir com exatidão qualquer plano e cronograma de formação pelo fato da fábrica funcionar *Just in Time*, uma vez que a programação da produção deve ser cumprida impreterivelmente com o risco de prejuízo para o seu cliente, inviabilizando qualquer trabalho de formação quando ocorre algum problema na produção.

Lamentavelmente as escolas e as universidades não oferecem soluções e não preparam o profissional para atuar em empresas onde um novo conceito de trabalho exige características intelectuais, através da capacidade de se resolver problemas, da criatividade, do senso crítico e da participação efetiva e responsável.

Soluções para os problemas de capacitação de pessoal estão sendo procuradas cada vez mais pelas empresas e surge uma enorme necessidade de desenvolvimento de metodologias e ferramentas de aprendizagem para atender as profundas modificações pelas quais as empresas estão enfrentando em decorrência do novo paradigma de produção enxuta, requerendo profundas mudanças no ambiente de trabalho, nas políticas e procedimentos da empresa como um todo.

A Estética Logo na Formação de Recursos Humanos em Empresas Enxutas

O trabalho dos pesquisadores do Nied no intuito de resolver os problemas de capacitação e de aprendizagem em empresas está pautado no desenvolvimento e na avaliação de softwares com estética Logo em programas de capacitação de trabalhadores de empresas enxutas (Valente, 1997).

Os softwares com estética Logo são extremamente adequados a este paradigma pois envolvem o usuário diretamente na tarefa de programação do computador, onde ele “ensina” a máquina a resolver um determinado problema. Isto requer a descrição da solução do problema, através de uma linguagem de programação, uma reflexão sobre os resultados obtidos e uma depuração dos erros cometidos. A aprendizagem então ocorre neste processo de descrição-execução-reflexão-depuração-descrição. (Valente, 1993).

Nesta abordagem, LEGO-LOGO¹, jogos computacionais, simuladores e sistemas especialistas estão sendo desenvolvidos e utilizados como ferramentas importantes para descrição de problemas, aquisição de conceitos e exploração de outros, visando preparar o profissional para enfrentar situações de fábrica e entender este novo paradigma de produção (Valente, 1997). O entendimento do que se está fazendo, melhora a sua comunicação com os demais funcionários da fábrica no sentido de discutir melhorias em equipamentos e processos.

O modelo de construção de um ambiente onde se promova o que alguns pesquisadores chamam de “Aprendizagem Organizacional”, baseado na formação de trabalhadores com este perfil que interessa às empresas, deve consistir de um conjunto de

¹ Utilização de dispositivos como tijolinhos, motores, engrenagens, polias e sensores, para construção de máquinas que, conectadas ao computador, são comandadas por programas escritos na linguagem LOGO.

práticas que definem três dimensões distintas mas inter-relacionadas: *teamwork*, *Empowerment* e *Skill development* (Jenkins, 1995).

A idéia de *Teamwork* define a organização de trabalhadores em equipes que executam uma determinada tarefa na produção, motivando-os uns aos outros, e acompanham o desenvolvimento e o desempenho de cada um. A formação de equipes ainda promove facilidades de aprendizagem através do exemplo, onde um aprende ensinando o outro. Além disso, promove a formação de grupos para resolução de problemas ou círculos de qualidade, discutindo problemas com a produção e com o ambiente de trabalho.

A segunda dimensão, *Empowerment*, consiste em dar poderes ao trabalhador para controlar e ser responsável pela produção, pelo controle da qualidade e por outras funções que seriam tradicionalmente executadas por gerentes ou superiores. Algumas pesquisas mostram que, onde trabalhadores tem mais controle sobre o seu trabalho e são capazes de desenvolver um conhecimento profundo sobre o sistema de produção, eles tem contribuído para a melhoria do processo e estão empenhados nisto, desejando que a mudança ocorra (Jenkins, 1995).

A terceira e última dimensão citada, *Skill Development*, diz respeito ao desenvolvimento de habilidades através de um conjunto de atividades de aprendizagem estruturadas em um ambiente de trabalho contextualizado, desenvolvendo conhecimento específico sobre o que, e como se produz.

Tomando por base as três dimensões citadas e as características dos softwares com estética Logo, não é difícil encontrar uma relação entre estes elementos. O trabalho em equipe é evidenciado no desenvolvimento de projetos coletivos e colaborativos entre grupos de aprendizes. Por ser baseada na proposta de resolução de problemas, o aprendiz utilizando um software com estética Logo tem a sensação de *empowerment*, uma vez que é responsável pela apresentação de uma solução ao problema. O desenvolvimento das habilidades se dá exatamente no momento em que o aprendiz tem que resolver o problema sem ser direcionado ou instruído e o faz de forma livre, buscando em suas experiências, refletindo e pensando em uma forma de solucionar o problema, executando todo o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição. A partir daí, o facilitador tem um registro fiel do pensamento do aprendiz, podendo avaliar em que momento ele necessita ajudá-lo a depurar o erro.

A Formação do Facilitador

Todo o trabalho de formação começa exatamente com a contratação do facilitador, que deve ser um funcionário da empresa, vivenciando o dia a dia e o funcionamento da fábrica e dedicando algumas horas semanais ao processo de formação que se pretende implantar na empresa. A contratação é importante porque toda a metodologia e a experiência de aprendizagem adquirida deve ser obtida em serviço e ficar na empresa, o que garantirá a contextualização e a continuidade do trabalho.

O segundo passo é conscientizar o facilitador de que a utilização de uma ferramenta com estética Logo pode resolver uma série de problemas de aprendizagem. Este trabalho de conscientização deve ser baseado em um conjunto de atividades que visam

fazer um diagnóstico do programa de formação vigente na empresa. Estas atividades constituem-se de:

- Visitas às instalações da fábrica: o facilitador deve ser capaz de apresentar a fábrica e o seu funcionamento. Esta atividade servirá para verificar os seus conhecimentos sobre a fábrica, incluindo os processos industriais envolvidos, aspectos organizacionais, comportamentais e de segurança. Este conhecimento é importante uma vez que ele precisa entender como a fábrica funciona, para depois conseguir fazer a ligação dos ambientes de aprendizagem implementados com as situações de fábrica.

- Reuniões com os funcionários do Departamento de Recursos Humanos: são importantes uma vez que este Departamento é responsável, teoricamente, pelo trabalho de formação. Ele é quem define os critérios e técnicas de avaliação, planos e as respectivas políticas de formação. Destes encontros é possível perceber que a grande maioria dos treinamentos são feitos em serviço (*in job*) e as avaliações realizadas internamente sem a intervenção do Departamento de Recursos Humanos, cabendo a ele manter apenas a ficha de controle de cada funcionário.

- Participação em alguns cursos de treinamento oferecidos pela empresa: o objetivo principal desta atividade é fazer uma radiografia do programa de treinamento da empresa, onde o facilitador poderá identificar alguns pontos:

- O Departamento de Recursos Humanos é o centralizador das informações sobre os cursos de formação. No entanto, a impressão que se tem é que sua função se resume nisto, uma vez que os cursos são todos programados pela fábrica sem a sua interferência quanto a conteúdos, datas, avaliações.

- A avaliação normalmente é feita em cima de provas teóricas que o funcionário responde em momentos não bem definidos e que podem não ser significativas para medir o seu desempenho na fábrica. Além disso, existe um acompanhamento na fábrica para medir os resultados provenientes do curso. No entanto, percebe-se que isto é difícil de ser realizado plenamente. Por fim, excetuando-se as avaliações escritas, nenhum outro registro fica sobre o desempenho do funcionário indicando a evolução do processo ensino-aprendizagem.

- Os cursos geralmente são de curtíssima duração o que dificulta qualquer trabalho mais sério com os temas. O aspecto tempo parece ser um comprometedor do processo de formação uma vez que os funcionários participam dos cursos em hora-extra, levando-se em consideração que a presença do grupo na linha de produção é muito importante nos horários de trabalho.

Baseado nas atividades descritas, o facilitador deverá ter, como passo seguinte, o desenvolvimento de um projeto pedagógico que permita formar um trabalhador dentro do perfil que se deseja com a produção enxuta.

Neste projeto, a ferramenta utilizada para auxiliá-lo a desenvolver e avaliar todo o processo ensino-aprendizagem é o computador, através de metodologias e softwares com estética Logo desenvolvidos pelos pesquisadores do Nied. Para tanto, faz-se necessário a capacitação do facilitador para utilizar estes recursos através de algumas sessões, onde primeiramente é apresentado o ambiente computacional e em seguida

discutido suas aplicações com o estabelecimento das relações do ambiente implementado com os elementos da fábrica.

Este projeto, além dos aspectos pedagógicos, deverá contemplar uma formação incluindo um grupo pequeno de trabalhadores (dois de cada vez), sem retirar um grupo maior da linha de produção; uma flexibilidade de horários em decorrência do grupo pequeno de trabalhadores; um registro automático das atividades do aprendiz para uma avaliação posterior utilizando o sistema computacional; os estilos de aprendizagem de cada um, bem como, suas experiências.

Implementação do Programa de Capacitação na Fábrica

Tendo como base o projeto pedagógico obtido dessa primeira fase, que envolvia a formação do facilitador da empresa, será estabelecido um programa de formação de pessoal na fábrica considerando inicialmente a utilização do “Jogo do Alvo”, desenvolvido no NIED e que utiliza um alvo como metáfora e possibilita ao usuário aprender conceitos de Controle Estatístico de Processos - CEP (Fernandes, 1996).

O facilitador atuará como mediador neste programa, ou seja, como uma ponte entre o ambiente de aprendizagem oferecido pelo software e as correspondentes situações de fábrica.

O objetivo final é avaliar o impacto da metodologia adotada com relação a aspectos como: produtividade, desenvolvimento de habilidades, motivação, trabalho em grupo, inovações, entre outros.

Referências

- CLARK, H.F. & SLOAN, H.S. (1956). *Classrooms in the Factories*. New York: Institute of Research - Fairleigh Dickinson University.
- FERNANDES, L.D., FURQUIM, A.A. & BARANAUSKAS, M.C.C. (1996). “Jogos no Computador e a Formação de Recursos Humanos na Indústria”. *Anais do 3º Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*. RIBIE Barranquilla - Colombia. pp 513-525.
- HAMMER, M. & CHAMPY, J. (1994). *Reengenharia: Revolucionando a Empresa em Função dos Clientes, da Concorrência e das Grandes Mudanças da Gerência*. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- IMAI, M. (1990). *Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo*. 3ª Edição, São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM.
- JENKINS, D., FLORIDA, R. (1995). *Modelling Structures for Learning within Factories and between Them*. H. John Heinz III School of Public Policy and Management, Carnegie Mellon University, Working Paper Series.
- MAZZONE, J. S. (1993). “O Sistema Enxuto e a Educação no Brasil”. Em J.A. Valente (org) *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP. pp. 274-312.
- MAZZONE, J. S. (1995). *2012: Educação na Sociedade Enxuta*. NIED - MEMO nº33.
- MOURA, R. A. (1989). *Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção*. 4ª Edição, São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAM.

- OHNO, T. (1978). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland-Oregon: Productiv Press.
- RUAS, R. , ANTUNES, J. A. & ROESE, M. (1993). "Avanços e Impasses do Modelo Japonês no Brasil: Observações acerca de Casos Empíricos". Em Helena Hirata (org.) *Sobre o Modelo Japonês: Automatização, Novas Formas de Organização e de Relações de Trabalho*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. pp 103-122.
- VALENTE, J.A. (1993). Por Quê o Computador na Educação? Em J.A. Valente (org) *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP. pp. 24-44.
- _____, J.A. (1997). *LEGO-LOGO in a Lean Factory*. Logo Update, (5) 2 , pp 1-8.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T. & ROOS, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: MacMillan Publishing Co.
- WOOD, S. J. (1993). "Toyotismo e/ou Japonização". Em Helena Hirata (org.) *Sobre o Modelo Japonês: Automatização, Novas Formas de Organização e de Relações de Trabalho*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. pp 49-78.

LOGO GOES TO WORK

José Armando Valente

Klaus Schlünzen Junior

NIED-UNICAMP -- Prédio V da Reitoria

CEP 13083-970 - Campinas, SP

jvalente@turing.unicamp.br

ABSTRACT

Lean factories have made possible higher quality products, with less cost and minimal waste of material and worker's time. Better and lower cost products have attracted new customers and factories are expanding the variety of products on the market. The problem with this new production approach is that the workers have not kept pace with these changes and they do not have the right mix of skills. The solution is training, training, training. However, training in this context does not mean only learn how to do things but to comprehend what is done. In this sense, the Logo learning approach has all the ingredients to help learners to develop skills such as reflecting upon results and debugging ideas, which are very important in the lean factory. Researchers from the Center of Informatics Applied to Education of the State University of Campinas - NIED/UNICAMP have developed new software, using the Logo aesthetic, as part of a training program being implemented at Delphi-Harrison, a GM subsidiary in Brazil. The objective is to help the workers to acquire new skills, identify problems, change working habits and motivate comprehension and assimilation of specific concepts and lean thinking strategies. These software are being used by the factory workers and preliminary results show progress in terms of individuals and factory productivity.

KEYWORDS

Computer system, Lean production, Learning, Training, Logo

INTRODUCTION

In 1983 Artificial Intelligence (AI), one of the foundations of Logo, went through a major change: it went to business. Up to then, AI was confined to the university laboratories and there were practically no commercial or industrial applications of AI theories, products or ideas. There was a fantastic and exciting accumulation of scientific knowledge and researchers working in this area were enjoying the prospect of expanding their frontiers by generating more knowledge, as in a typical academic exercise. People outside of this environment had a hard time understanding the excitement and, quite naturally, posed questions like "if AI is so great, why it doesn't sell?" "Why don't we have commercial or industrial applications of it?"

The course of AI started to change when in March of 1983, a workshop, known as "AI meets Wall Street", was organized with the purpose of making the AI ideas available to the outside world. The idea of organizing this workshop was proposed by Howard Austin, an old friend of Logo, who had become "the field's Wall Street ambassador" (Winston &

Prendergast, 1983). He was the first researcher to take Logo's powerful ideas outside of the school realm. As Papert's doctoral student, Austin applied Logo programming concepts to analyze juggling and to help people to debug their juggling skills by using appropriate descriptive language for this complex task. Throughout his career Austin has played an important role in breaking frontiers and bringing AI to the industrial and commercial world. I had the privilege to become his friend and to discuss how to bring Logo ideas to business. The argument and the challenge were similar to those used in relation to AI: "if Logo has powerful learning ideas, why aren't they applied to situations outside of schools?"

We did not have a major event to establish the *début* of Logo in the commercial or industrial world. The process of transferring Logo ideas to other organizations has been slow, but today we have several situations where Logo has been applied outside of schools – evidence that shows that Logo has gone to work.

The challenge of using Logo outside of schools can be immense if we think about Logo in terms of programming or, even narrower, in terms of doing squares and houses. However, if we concentrate on the Logo aesthetics – powerful learning ideas, comprehension of what we do, or about construction of knowledge – there is a very close relationship between learning in a computer-based Logo environment and learning in the work place or in business. As we move into the knowledge society, learning has become the most important activity and Logo has a lot to contribute.

An important contribution comes from Celia Hoyles and Richard Noss who used Logo in a learning situation, different than schools. They created a business mathematical learning environment using the Logo programming language and used this environment with banking professionals. In this situation these professionals developed a series of activities such as building representations of mathematical relationships symbolically and graphically. The idea was to provide these professionals with an environment in which they could apply and see concretely basic intuitive math concepts they used but did not have a good understanding of them, such as compounding inflation and interest rates, relationship between inflation and interest rates, etc. Hoyles and Noss found that by playing with this system these professionals were able to use mathematical analysis to treat a series of financial concepts such prices, interest rates, etc, which were seen solely as banking entities. The modeling approach facilitated the interconnectivity between the financial and mathematical worlds and helped these professionals to "take control of the investigations and shape them according to their banking experiences" (Noss & Hoyles, 1996, p.250).

In our case, we saw two different ways Logo could contribute to learning situations that take place in a factory. First, there is a very close relationship between concepts about learning used in a learning organization and Logo aesthetics. Most of the learning ideas that we foster in Logo such as description of processes and debugging, used to train teachers and to work with students, are also present in organizations that cultivate continuous improvement of processes and workers capabilities. Second, there is a close relationship between automation concepts used in LEGO-Logo activities and automated process in a factory assembly line. Thus, we used LEGO-Logo and created several software that allow workers in a factory assembly line to exercise and understand about certain concepts they use but do not understand clearly. Thus, our interest in using Logo in this factory was

twofold: to create a learning situation in which the workers could comprehend what they already know and use intuitively and, at the same time, to appropriate from the practical implementation in the factory of lean production ideas those principles which should be incorporated into the "lean school" of the future.

CHANGES IN SOCIETY AND THE EMPHASIS ON COMPREHENSION

Production and service are going through profound changes, implying deep alterations in practically all segments of our society, effecting the way we behave and think. They demarcate the passage from mass production to the knowledge society. Now traditional factors of production such as raw materials, labor and capital will have a secondary role (Drucker, 1993; Naisbitt & Aburdene, 1990; Toffler, 1990) and knowledge and, therefore, the process of knowledge acquisition, will assume a most prominent role. This increasing value of knowledge demands a new stance on the part of professionals in general.

Up to now standardizing products and production processes, and cheap labor contributed to the success of mass production. Workers on the assembly line had to execute what was ordered, without questioning or even conversing with their colleague besides them. The operations to be executed were simple and required little ability. It was impossible to demand that these workers organize themselves and take responsibility for the execution of a complex object, such as a car. Also, mass production became too costly and inefficient since the production process generates enormous waste of raw materials, time and labor. A great amount of time is spent in correcting defects, many finished products are discarded and each product which is not consumed implies financial loss.

In an attempt to eliminate these wastes, the Japanese devised a system called "lean production" (Schonberger, 1982; Womack, Jones & Roos, 1990). It combines the advantages of craft production – great variety and high quality – with the advantages of mass production – large quantity and low cost. The production chain begins with the customers. They "pull" the production when they demand a certain product. This demand "pulls" the entire production chain, which is still executed in mass. The pulling of production is done through the "kanban" (card), that indicates to the preceding worker in the line, which item should be produced and delivered. With this, we eliminate stocks and production takes place only at the moment that it is needed – "just in time". Another major change introduced by this new production approach is that the customer's demand, to a certain extent, fixes the product's price. In mass production prices are calculated as a summation of different costs such as cost of material, cost of production and profit. In the lean production approach, the final cost been already determined, profit becomes a direct function of constant improvement of production processes – known as "kaizen".

The challenge of constantly improving production processes demands trained and qualified workers. The workers and executives of the lean factory need to be critical and creative individuals with the capacity to think and to learn how to learn. They need to be able to work in groups, to assume responsibility, and to know their own cognitive, affective and social potentials. Certainly, this new attitude is fruit of an educational process, whose objective is the creation of learning environments where learners experience these abilities. They cannot be transmitted, but they must be constructed and developed by each individual.

According to Piaget's theory, the process of knowledge construction can happen when the learner comprehends what s/he is doing instead of merely executing tasks which are assigned to her/him. What matters is the ability to understand a given situation and to be able to make decisions and to create new solutions. Without comprehending the notions and operations, which can be applied to various situations, the decisions and actions made become random and inconsequential. However, how does one make the shift from action to comprehension? How can educational measures leading to comprehension be incorporated into the process of training the factory workers?

In 1974, Piaget published two books, *La Prise of Conscience* (translated into English as *The Grasp of Consciousness*, 1976) and *Réussir et Comprendre*. Piaget describes the process by which children and adolescents develop what he called "conceptual understanding" of the concepts involved in a series of tasks which were executed by the subjects in his research.

In these studies, Piaget observed that the children can use complex actions to reach premature success, that represents all of the characteristics of "knowing how to do" (*savoir faire*). The child can do a given task without understanding how it was done, or even aware of the concepts involved in the task. Piaget also observed that the passage from this form of practical knowledge to understanding takes place through the grasp of consciousness. This is not a type of illumination, but rather a level of knowledge. This level of thinking is reached thanks to a process of the transformation of action schemes into notions and operations. In this way, through a series of coordinations of complex concepts, the child can pass from the level of premature success to a level of conceptual understanding.

Piaget showed that the passage from premature success to understanding is achieved in three stages. In the first stage the child ignores all of the elements involved in the task; in the second, s/he coordinates some of the elements; and in the third, s/he coordinates all of the elements in the task. Piaget revealed these stages using various tasks such as constructing objects out of playing cards, knocking down lined up dominos, playing with balances, etc. In addition to the sequence of stages, Piaget observed also that the object does not bring the child to the stage of comprehension. For example, understanding how the dominos work does not necessarily imply comprehension of how to make a castle of cards. In each situation the child must transform action schemes into the notions and operations which are involved in the given task. Second, Piaget noted that comprehension is fruit of the quality of interaction between the child and the object. If the child has the opportunity to play with the objects, to reflect on the results obtained, and to be challenged with new situations, the greater the chance that s/he will attend to the concepts involved, and thereby, reach the level of conceptualized understanding.

These last two observations are fundamental to the understanding of the new relations which should take place between learners and the materials, and to the characterization of situations which should be part of the learning environment. These new relations should determine new roles for the various professionals who function in learning environments. Achievement, getting an answer, is not enough. The interaction with what is being done must permit the transformation of mental schemes, as observed by Piaget. On the other hand, the objects and activities should be stimulating so that the learner can be involved in what s/he is doing. They should be rich in opportunities for exploration, and should

facilitate openings so learners can be challenged, and with this, improve the quality of interaction which is taking place. In this way, preparation of workers, allowing them to understand what they do and what is happening in the world, will demand profound change in the role and behavior which take place in education.

Right now, and for the foreseeable future, the Brazilian educational system cannot fill this need. It has demonstrated that it is not able nor willing to keep up with the technological changes taking place around it. It is especially deaf to the need to prepare young people for changes in thinking and attitudes that are going on in the industrial sector in Brazil. This is one of the reasons why, out of pure necessity, the factory in Brazil is increasingly becoming a school in itself and we can foresee a significant increase in the responsibility of Brazilian companies for the educational development of their employees (Mazzone, 1993).

With this scenario in mind, in 1991, the Center of Informatics Applied to Education of the State University of Campinas - NIED/UNICAMP began to investigate the new industrial processes and the state of learning in industry. One of the subjects under discussion was the possibility of developing software with the "Logo aesthetic" in the training of industrial personnel.

THE USE OF LOGO AESTHETIC IN INDUSTRIES

The Logo aesthetic consists of learning through the process of "teaching" the computer how to solve a particular problem. This activity requires the user to describe a problem solution (through a computer programming language, in this case, the Logo language), reflect upon the results presented by the computer and to debug her/his original ideas (Valente, 1993a; Valente, 1994). Thus, construction of knowledge occurs during the reflective and debugging processes when the learner can improve concepts or strategies s/he already has or acquire new ones.

Also, the Logo aesthetic applied to education allows the user to experience and, thus, acquire lean production concepts. In the process of describing-reflecting-debugging the learner can exercise her/his creativity (selecting problems and problem solutions), pull out the information needed (just-in-time knowledge), be critical about the results presented by the computer and develop debugging strategies for improving her/his ideas and actions ("kaizen"). Thus, in the Logo computer-based learning environment the learner acquires lean production ideas because s/he has a chance to experience them rather than be instructed about lean production techniques.

The Logo aesthetic has been used in several educational research projects and with several school populations (Valente, 1991; Valente, 1993b). However, our interaction with local industries that were using the new lean processes, and discussion with executives and businessmen who used these processes, alerted us to the fact that there was a need for learning methods that could motivate comprehension and assimilation of know-how by employees on all levels. We also noticed that there was a need for new materials and instruments for employees, workers as well as executives, to simulate problems, new situations and processes so to facilitate the process of construction of knowledge.

At the same time, it was considered that the creation of learning environments in the factory using the Logo aesthetic should not require the use of the Logo language as it is used in schools today. We decided to propose learning activities more closely related to the activities in industry and to develop software that has the characteristics which facilitate Logo aesthetics' cycle of description, reflection and debugging. Thus, we used LEGO-Logo and developed several simulation and modeling software such as *The Target Game*, to explore concepts about statistical control process (Fernandes *et al*, 1996); *Enxuto*, which is a manufacturing modeling and simulation software (Borges *et al*, 1995); and *Jonas*, an expert system not to teach anything but to be used in conjunction with the *Enxuto* software. for supporting training in the manufacturing process (Borges *et al*, 1995).

In order to develop these software and to test these ideas we have been working with Delphi-Harrison Thermal Systems, that produces radiators and air conditioners for GM cars and other car manufactures. It is a small factory, 120 workers, located in Piracicaba, São Paulo. This company was set up using the lean production approach and managers and workers have been very involved and receptive to the research being developed. Thus LEGO-Logo was used with several workers (Valente, 1997), *The Target Game* is currently being used, and *Enxuto* and *Jonas* are in the process of being adapted to real factory situations.

The aim of these software is to help the factory workers comprehend concepts they already use. With the software they can build a model for a phenomenon, propose an experiment (based on initial hypotheses), execute the experiment and observe/analyze the result. Based on the observed results, they can make adjustments in the model created in the experiment and re-execute it, continuing the cycle of actions until they comprehend the concept involved in the activity being developed. The use of the software also can help to emphasize the development of "lean production" concepts, such as: pull production, zero defects, continual improvement, waste elimination, etc.

In this article we describe some of the results of the study done with *The Target Game*.

THE TARGET GAME

This software was implemented using the shooting at a target metaphor in order to explore concepts about statistical control process (Fernandes *et al*, 1996). The software has five modules. In the first, the user registers marks on the target by using the computer mouse. The center of the target represents the average between the inferior and superior limits of tolerance in the productive process (LIE and LSE, respectively). The distance between a shoot and the target center defines a sample value. By shooting several times, the user can generate a set of values which is very similar to samples obtained in the factory production line. The concept of quality is represented by the uniformity of shots around the target center.

The system requires the user to shoot 24 times. The values of two shots are averaged, the result plotted on the target and analyzed statistically by the system. The analysis is presented in terms of three graphs including the distribution of the shoots, the average deviation from the center of the target, and histogram. After the 24 shots are complete the system calculates two statistical indices, CP and CPK, which compares the natural variation

of the production process with the variation allowed by the specification. The natural variation is defined as 6 times the sample standard deviation. The target game interface is shown in figure 1.

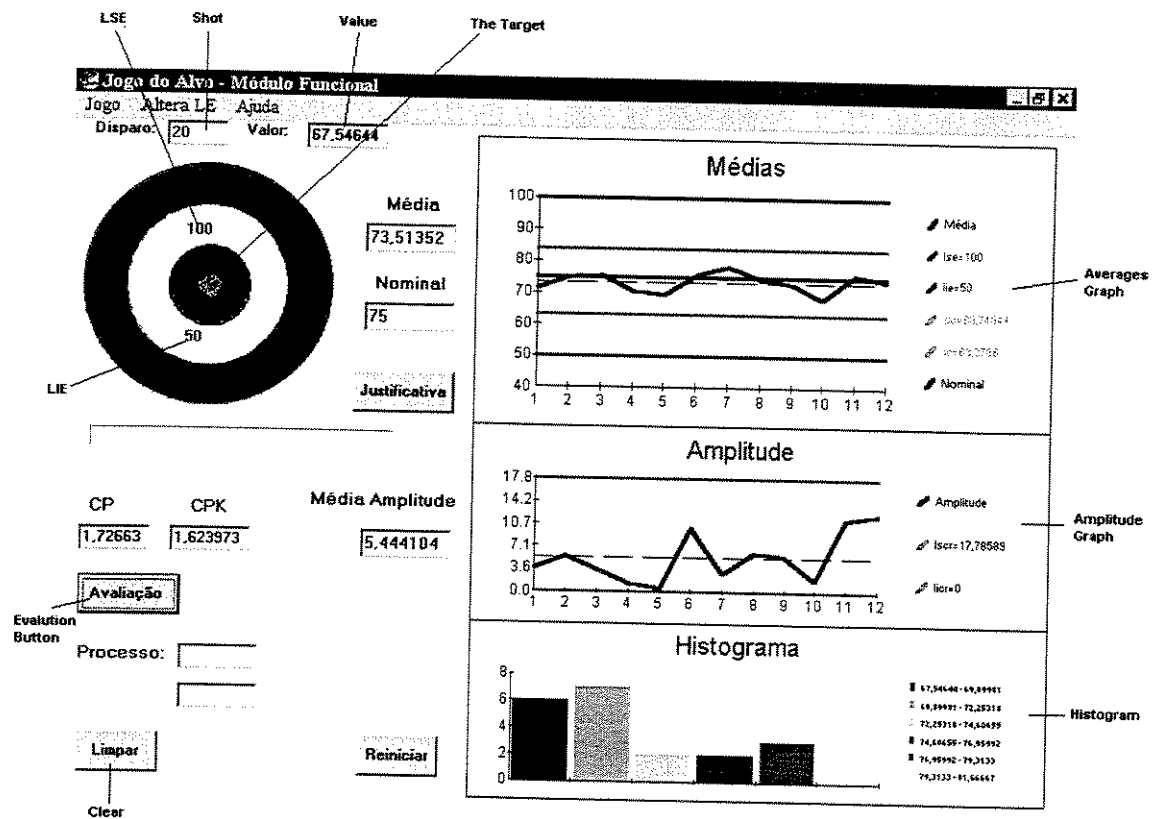


Figure 1 – The target game interface

Once the indices CP and CPK are shown, the user can use these indices plus all the information presented to make predictions about whether the production process is stable and capable of producing within specification. If not, the user can drag a specific shot by clicking the mouse on top of it and moving it to another position. The system re-calculates all the values, plots the three graphics and shows the new CP and CPK indices. New prediction about the stability and capability of the production process can be made, repeating the cycle of description-execution-reflection-debugging-description. Also new specification limits can be re-defined. In this case, all the values and statistical analysis are re-done and plotted so the user can engage in the description-execution-reflection-debugging-description cycle.

Thus, the target game was developed with the objective of creating a virtual world to acquire concepts about statistical control processes without incurring serious consequences in the manufacturing line. The game does not have the function to transmit information about this concept but to present the information so the workers can construct hypothesis, test and debug them based upon knowledge they are constructing about this concept.

This knowledge construction process is possible because the user is engaged in the description-execution-reflection-debugging-description cycle. In this cycle, description means the user relying on her/his knowledge about what constitutes a stable and capable process as s/he places marks on the target; execution is the computer calculating statistical indices and plotting them; reflection is the user reflecting upon the results presented and determining new hypothesis about what to do to make the system stable and capable; and debugging means re-describing new positions on the target. By experimenting with various problem situations defined by the workers, the target game creates a learning environment to help them to comprehend statistical concepts they use in practice but do not understand.

However, this transformation of practical knowledge into comprehension does not occur simply by just letting users play with the game, without guidance. This means that someone needs to help the user as s/he is interacting with the game in order to point out what is happening and facilitating the process of knowledge construction. The target game uses the Logo aesthetics cycle and, similarly to what happens in the Logo learning environment, help from an expert who knows about learning is extremely important in order to effectively facilitate this interaction.

IMPLEMENTATION OF THE TARGET GAME IN THE FACTORY

The implementation of the training program in the factory was also done according to the Logo aesthetic approach. The software is used in the factory by the workers themselves. A team of six facilitators was formed and they learned about the target game system and about how to use it with their colleagues. The facilitator team, knowing the software, the concept involved and the factory problems, are functioning as a bridge between the learning environment and the factory situation (Schlünzen, 1998). They are contextualizing the concepts being acquired, and helping their colleagues learn about the concept and how to apply it not only in the situation presented by the software but in situations that arise in the factory as well.

Each facilitator works with one or two colleagues and a typical sessions takes about 90 minutes. In the beginning of a session a worker has to answer a questionnaire presenting situations involving concepts related to statistical control process. To answer these questions the worker is requested to use what s/he already knows about this concept. Then, the worker is shown the game interface and s/he can play with it developing a series of exercises the facilitator proposes. Following these exercises the worker has to resolve a series of situations that are very similar to what happen in the manufacturing line. In both, the exercises and the situations, the worker is engaged in the description-execution-reflection-debugging-description cycle. After playing with the game s/he is requested to answer another questionnaire.

Both the pre and post questionnaires were demanded by the factory's personnel office to document workers' performances in the training process in order to fulfill a series of quality standards imposed by the International Standard Organization and by major car industries.

Up to now more than 50 workers have used this system and the results are being evaluated in terms of three levels, as proposed by Garvin (1993): cognitive, regarding each worker's

understanding of the control statistical concepts and indicated by the questionnaires; procedural, regarding each worker's performance in the manufacturing line and documented by observation of her/his performance and change in attitude; and factory productivity, regarding the performance of the factory as a whole, documented in terms of quality or quantity indices normally used by the factory.

The results of this training program using the Target Game has shown major impact in all three levels:

- Cognitively, the average percentage of correct answer in the pre questionnaire was 60%, well below the minimal of 80% required by the personnel office. Even the workers who had already gone through a statistical control training program stayed below the 80% index. The post questionnaire showed an average of 92% of correct answer. The pre and post questionnaire were proposed by us and corrected by the personnel office with no involvement of the facilitators or the researchers of this study.
- The procedural evaluation shows that the workers, after having gone through the training using the target game, were filling the charts with more precision and were much more interested in pursuing the production process, identifying and correcting problems they encountered in manufacturing. Although this has been observed by us and reported by the factory coordinator, we are in the process of collecting more data to support these observations.
- The factory productivity has also shown improvement. One of the criteria used by this factory to document performance is the First Time Quality (FTQ) index defined as the number of final products produced with defects or that had to be reworked or sent back by clients, in one million. Since the training program with the Target Game has started the FTQ index has improved 5%. This corresponds to approximately 5% of the factory's gross profits and the statistic control concept has a direct relation to the FTQ index since the quality of each product is base upon production with stable and capable processes.

CONCLUSION

The wave of new technologies and of work processes that have been sweeping across the world in these last decades of the 20th century has had a strong impact in countries experiencing rapid transformations in industrialization, such as Brazil. The new lean industries only have positions for highly qualified workers, and this demands higher quality education. However, the kind of education that is necessary has to emphasize the construction of knowledge and to help the learner to acquire concepts as well as strategies and skills involved in the process of knowledge construction – part of what the Logo community knows as the “powerful ideas”.

It is interesting that one of the major barriers preventing the use of Logo in schools is directly related to the fact that there is no room for exploring the “powerful ideas” in traditional education. Teachers and students are so busy dealing with facts and information that they do not have time to work out important concepts about learning, creating, reflecting, and debugging. On the other hand, the industries and business that are operating according to the lean approach, use these principles as part of their operation. They are

impregnated with concepts such as problem solving, reflecting upon results, constant improvement of processes, etc. This made very easy for us to partner with Delphi-Harrison factory and to start working with them. The working environment we found there was very congenial to our working approach and ideas about learning. If we did not have this common foundation it would be impossible to work with them and to implement a training program that instigates critical thinking in the factory workers.

Once we had our foot in the factory door the question became “what to do with them?” We had tools that we used in schools situations but had no clue about what were the issues and concerns of a lean factory. We went to a long process of getting to know them, interviewing workers, observing them working and talking to executives and engineers. We learned that their major difficulty was exactly the same as the one we encounter in a teacher-student interaction mediated by a Logo activity: how to intervene effectively so the student/worker can learn. In a traditional Logo environment the teacher has the student’s program to help her/him in this situation. It was clear to us that we had to create a similar situation so we would have concrete results produced by the workers to reflect upon and to talk about the powerful ideas.

The development of software to meet the needs of this company became an interesting challenge in terms of creating situations that use concepts that are important for the workers to learn and, at the same time, allowing the exploration of the Logo aesthetics. The different software we developed provide environments where the workers can act as “managers” of a simulated manufacturing process, specifying variables and defining “rules” for the production process. Based on the output results, s/he analyzes her/his initial hypothesis, compares them with previous results and can rethink the rules defined, continuing the interactive process. As was observed by Piaget, these workers get to comprehend what they do in the assembly line because, firstly, they have the opportunity to explore and to be challenged by situations that are rich with concepts used in their working place. Second, the transition from the learning environment to the working place is part of the training process. One of the facilitator’s function is to bridge these two worlds and to use the game as way to explore situations that are similar to what happens in the factory.

The results show that the use of the Target Game is making a big impact on the training process at Delphi-Harrison. We are able to see improvement in all three levels: cognitive, procedural and factory productivity. The factory workers are shown a more positive attitude towards production process and this has created a great opportunity for more improvement and higher quality products.

From our point of view, we have learned several principles used in the lean production factory that we think are very important to be used in schools. The intention is not to transform a school into a lean factory but rather to understand important ideas they use about learning, such as “kaizen”, and incorporate them into the education activities. Also, we have learned a great deal about development of software that use the Logo aesthetics and a training methodology using these software. Because the specificity of the software, it is not clear that they will be useful to another company. However, what is transferable is the training methodology based upon the Logo aesthetic and the software design capabilities that we have developed.

The experience with a lean factory has shown to us that is not very complicate to take Logo from the schools and put it to work. In fact, the lean factory is telling us how to create production process based upon the Logo powerful ideas. What people thought were only good to draw squares and houses are proven to be much more powerful indeed.

BIBLIOGRAPHY

- Borges, E.L.; Borges, M.A.F.; Baranauskas, M.C.C. (1995). "Da simulação à Criação de Modelos- Um Contexto para a Aprendizagem na Empresa". *Proceedings of the VI SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Florianópolis, SC, Brasil.
- Drucker, P.F. (1993). *Post-Capitalism Society*. New York: Harper Collins.
- Fernandes, L.D.; Furquim, A.A.; Baranauskas, M.C.C. (1996). "Jogos no Computador e a Formação de Recursos Humanos na Indústria". *Proceedings of 3er. Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*. RIBIE Barranquilla - Colombia.
- Garvin, D. A. (1993). "Building a learning organization". *Harvard Business Review*, July-August 1993, pp. 78-91.
- Mazzone, J. (1993). "O Sistema 'Enxuto' e a Educação no Brasil". In J.A. Valente (org.) *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP, pp. 274-312.
- Naisbitt, J. & Aburdene, P. (1990). *Megatrends 2000*. New York: Avon Books.
- Noss, R. & Hoyles, C. (1996). *Windows on Mathematical Meanings: learning cultures and computers*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Piaget, J. (1974) *Réussir et Comprendre*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Piaget, J. (1976). *The Grasp of Consciousness*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schlünzen, K., Jr. (1998). "Capacitação e aprendizagem em empresas utilizando software com estética Logo: A formação do facilitador". *Proceedings of 4er. Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*. RIBIE. Brasília – Brasil.
- Schonberger, R.J. (1982). *Japanese Manufacturing Techniques: nine hidden lessons in simplicity*. New York: The Free Press.
- Toffler, A. (1990). *Power Shift; Knowledge, Wealth and Violence at the Edge of the 21st Century*. New York: Bantam Books.
- Valente, J.A. (1991) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, Campinas, São Paulo.
- Valente, J. A. (1993a). "Por Que o Computador na Educação?". In J. A. Valente (org.) *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica da

UNICAMP, pp. 24-44.

Valente, J. A. (1993b). *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica da UNICAMP.

Valente, J.A. (1994) Computers in Education: Shifting the Pedagogical Paradigm from Instructionism to Constructionism". *Logo Exchange*, (12) 2, pp. 39-42.

Valente, J.A. (1997). LEGO-Logo in a Lean Factory. *Logo Update* (5) 2 pp. 1-8.

Winston, H.P. & Prendergast, K.A. (Ed.). (1995). *The AI Business: Commercial Uses of Artificial intelligence*. Cambridge: The MIT Press.

Womack, J.P., Jones, D.T. & Roos, D. (1990). *The Machine that Change the Word*. New York: MacMillan Publishing.

AUTHOR'S BRIEF CURRICULUM

*José Armando Valente has a PhD on the Use of Computers in Education from Massachusetts Institute of Technology (MIT), is the director of the Nucleus of Informatics Applied to Education (NIED) at the State University of Campinas (UNICAMP) and is interested in developing computer-based training methodology to be used in industries and in schools.

*Klaus Schlünzen Junior is a Ph.D. student at Faculty of Electrical Engineering at State University of Campinas - UNICAMP – Brazil, developing research in the Nucleus of Informatics Applied to Education (NIED) at the State University of Campinas - Nied/Unicamp.

The Target Game in a Lean Factory

Klaus Schlünzen Junior

State University of São Paulo - Unesp

Faculty of Sciences and Technology/ Department of Mathematics – P.O. Box 957

19060-900 Presidente Prudente, SP – Brazil

Tel: ++55(19) 7888136 E-mail: klaus@densis.fee.unicamp.br

1 Introduction

The production paradigm originated in Toyota Motor Company, known as Lean Production or Toyota Production System [5], demands a new type of worker with new intellectual characteristics and with a capacity to solve problems, with creativity, effective, collective, responsible participation and collaboration. Furthermore, the workers take on their hands the responsibility for the production. They need to be constantly thinking, involved and understanding what they are doing. Thus, learning is important and strategic in a company and knowledge is becoming the true capital of developed economies[1].

In this scenario, the Nucleus of Information Technology Applied to Education of the State University of Campinas - NIED/Unicamp is developing strategies to deal with training and learning of the company workers. The constructionist approach [3][4] is used to create a computer-based learning environments.

The software with a constructionist approach is extremely appropriate to this new situation because it involves the user directly in the construction of her/his knowledge, where the learning occurs through the process of “teaching” the computer how to solve a problem [4]. This activity requires someone to describe a problem solution, reflect upon the results presented by the computer and to debug the ideas. The learning occurs in the process of describing-reflecting-debugging [4].

Therefore, to evaluate the constructionist paradigm of learning, a program of personnel training [2] was established in the factory. It was considered the use of the Target Game, a computer-based learning environment that uses a target as metaphor facilitates learning Statistical Process Control –SPC concepts.

This work was developed in Delphi Automotive Systems – Harrison Thermal Systems, located in Piracicaba – SP, Brazil, that operates according to the Lean ideas. This article describes the Target Game and some of the results of the training in a Lean factory, considering the learning and experiences.

2 The Target Game

The Target Game is a software that explores concepts about Statistical Process Control (SPC) using shooting at the target metaphor to define values to generate graphs (Control Charts). The worker uses the mouse to position where s/he wants the shot to hit the target. The distance from the hit to the center of the target defines the value of the sample, considering the center as the average (Nominal) between the inferior and superior limits of tolerance in the productive process. Thus, a set of values can be generated that represents possible samples that are obtained in the factory.

The quality concept is understood as the uniformity of the shots around the target center, that characterizes a stable and capable process. Being a easy procedure, it is possible to create several situations where the results can be observed. These results are expressed with

the graphs of the average, amplitude, histogram, and also the calculation of the two statistical indexes CP and CPK, which compare the natural variation of the process with the variation allowed by the specification. Soon after, the user is invited to classify the process and the game indicates if the answer is correct or not. Finally, the exercise is stored in a file.

3 The Training Program with the Target Game

The Target Game was introduced to Delphi-Harrison workers through a training program where we worked with three people at a time in a three hours session.

At the beginning and at the end of each session, a test for a cognitive evaluation was applied, where the worker had to answer a questionnaire presenting situations involving concepts related to the statistical process control.

During the session, we showed the Target Game, the interface and its relationship with the factory. The workers developed a series of exercises using the Target Game defining a set of shots and evaluating the process. These exercises create a series of situations that are very similar to what happen in the manufacturing line, where the worker should interpret the results to take decisions and debugs her/him ideas. Thus, s/he is engaged in the description-execution-reflection-debugging-description cycle [4].

4 Conclusion

The Target Game has a friendly interface, the metaphor of the target is understood easily and it can be associated to the procedure of collection of samples. Moreover, it allows the simulation of several factory situations, many of them never experienced in the factory. The experiences using the Target Game are always associated with real situations.

The results of the tests were superior compared with others SPC training programs. The average percentage of correct answers improved from 60% to 92% in the pre and post questionnaire.

The procedural evaluation has shown the workers more committed to filling the charts with more precision and also with more interest in following the productive process. Consequently, the worker became more involved in the solution of problems, improving the quality indexes of the factory, resulting an expressive gain in the profits of the company.

References

- [1] Drucker, Peter F. "As novas realidades: no governo e na política, na economia e nas empresas, na sociedade e na visão do mundo". São Paulo: Livraria Pioneira Editora (1989).
- [2] Schlünzen, Klaus, Jr.. "Capacitação e Aprendizagem em Empresas utilizando Software com Estética Logo: A Formação do Facilitador". Proceedings of 4er. Congresso Iberoamericano de Informática Educativa-RIBIE. Brasília – Brasil, CD-ROM (1998).
- [3] Papert, Seymour (1986). "Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education". A Proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge, Massachusetts (1986).
- [4] Valente, José A.. "Por Quê o Computador na Educação?". In J.A. Valente (Org) Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação. Campinas: Gráfica da UNICAMP. pp. 24-44 (1993).
- [5] Womack, James P., Jones, Daniel T. & Roos, Daniel. "The machine that changed the world". New York: MacMillan Publishing Co (1990).

The Worker of the New Millennium: Learning, Culture and Technology

Klaus Schlünzen Junior¹

*State University of Sao Paulo–Unesp / State University of Campinas - Unicamp
19060-900 Presidente Prudente, SP–Brazil - P.O. Box 957 e-mail: klaus@prudente.unesp.br*

Abstract. The new scenario in the workplace demands a new professional profile. Many intellectual characteristics are demanded, such as: the capacity to solve problems, creativity, collaborative participation and learning capacity. In this context, companies have been trying to train professionals with this kind of profile. This paper presents an experience where the workers were trained with the objective of implanting effectively the use of new technology and consequently building up the company's human resources. The Nucleus of Information Technology Applied to Education (Nied/Unicamp) has developed software and methodologies on workers' education that showed important contributions in building the learning process. They also reflected expressively on the company's operational results and the creation of a learning culture where the workers are given a vote of confidence by the management in order to become knowledge multipliers. The evaluation of the results did not just consider the cognitive aspects but also the procedural aspects, the performance and the affective and emotional ones.

Keywords: Constructionism, Lean Production, Learning Culture, Training.

1. Introduction

Many changes have happened in the world lately indicating that from now on, the most successful people will be the most creative, without prejudices, and will look more at the present and to the future than to the past (Mazzone 1995). Today, the globalization process which radically modifies the social and economic characteristics of society is leading companies to fast transformations and adaptations in order to change the productive structures. In addition, the professional's profile that we look for has been changed, consequently changing the way we educate the new professional.

A deep change is necessary in the way we prepare this professional. Reconstructing and reevaluating our own knowledge in the sense of motivating the learning and the human values will result in the creation of a favorable environment where future workers can accomplish their activities and build up their knowledge in a harmonious, emotional, affective and social atmosphere of change and cognitive growth.

As a direct consequence, we must look at the company as a school (Womack and Jones 1994) that should dominate current knowledge, look for new knowledge and teach it to its members so they can finally put it to practice. The manufacturing production era is

¹ Professor at the State University of Sao Paulo – Unesp - Brazil and currently working on his Ph.D at the Faculty of Electrical Engineering at the State University of Campinas - Unicamp – Brazil, developing research in the Nucleus of Information Technology Applied to Education (Nied–Unicamp).

over; we should look at the worker as a human being that can be more valuable for his/her mental skills rather than manual skills.

The use of new technologies, especially the computer, is provoking substantial improvements in the teaching-learning process. Many schools and research projects that are involved in Education in general are presenting important results where the students' mental models and the way they solve the problems can be identified (Valente 1993).

However, even with the new technologies, the teaching methods are still similar to those that have been practiced for years (Bassi et al. 1997). Moreover, the challenge is not in the technology, but in the use that we make of it (Drucker 1993). The implantation of a learning culture is always disassociated from an education program that doesn't consider the environment, the people and the reality, which consequently results in a total lack of meaning for the workers.

The appropriate use of technologies and the computer must be approached in the way that promotes the creation of knowledge and the valorization of the human being, allied to educational and evaluation methodology. They can also contribute to the construction of an organization that learns and creates knowledge. In addition, one that prepares the worker for the new times, allowing them to contemplate, expose, test and improve the new mental models on which they are going to base their decisions when facing problems in the factory. Besides, it is possible to build a common language among the workers that will favor dialogue and communication based on a process of training of human resources that will use these technologies. In this way, technology becomes a catalyst that leads to important changes (E.T.M. Schlünzen 1998), and contributes to the citizen's education and, consequently, the worker's environment and to a learning culture.

Training programs should look for new tools and methodologies that can transform the workplace into a learning environment, in which the workers' jobs and the manager's job are reevaluated so they can become partners in knowledge creation. Furthermore, they can create incentives so that they can share in an inquiry and participative atmosphere. Consequently, many changes will happen not only in the workers qualification but also in their relationships in the work environment.

With this perspective, the Nucleus of Information Technology Applied to Education (Nied - Unicamp) is involved in a project based on the use of technology with the objective of developing programs that will train the company's workers (Valente and Schlünzen 1999; K. Schlünzen 1998). This work is being developed at the Delphi Automotive Systems Company –Harrison Thermal Systems Division, located in the city of Piracicaba–SP - Brazil, that produces radiators and air conditioning for cars.

2. Learning in Companies

The panorama described by Clark and Sloan (1956) on the way companies trained their workers in the middle of the century was based on methods of teaching that consisted of: class demonstrations, some visits to the factory, discussions and seminars on practical problems and theoretical-practical courses. Furthermore, each worker was evaluated for his/her own abilities, for personal characteristics and for performance.

These were made through written evaluations, interviews, oral tests, and by observing the worker's activities in class.

What we found is that today, even with the new technologies that are based on computers and with the automation of production that increases every day, the reality is not very different from the way described by Clark and Sloan (1956) more than forty years ago. Unfortunately, companies continue to use the same methods and little has been changed in relation to their educational programs. These programs just transform the workers into receivers of information, in which they are like machines without feelings and conscience.

Besides, the "technological training" offered by companies emphasizes the use of equipment where the workers learn how to press buttons, without having to take decisions and to solve problems (Schuck 1997). The learning process is in the field of objects and actions, consequently there must be conditions that enable them to understand what they are doing so they can develop their own intellectual ability.

However, organizational learning should be understood as the capacity of the organization to create, to acquire and to transfer knowledge and also modify its own behavior in order to reflect on this new knowledge and insights (Garvin 1993). This implements a mechanism in which the workers contribute to the growth of the company in such a way that their knowledge and abilities in solving problems can be applied and innovated constantly. Finally, it creates an organization that learns and generates knowledge.

In this environment, the main characteristic is humility, that will allow the creation of a change atmosphere, where each should teach what he/she knows to the other, being careful not to use the prototype teacher/student vision, but using a partnership relation and reciprocal learning. A place where we can obtain a rich source of experiences, an atmosphere in which there are intense interactions among the workers, where human knowledge is created, spread, expanded and used by all.

Like this, every one feels free to express his/her thoughts in order to contribute to the solution of problems. In that way, the company creates an organizational culture that promotes a learning culture that allows a new paradigm change, in other words, the transformation of a qualified organization to an organization that qualifies.

The concept of a qualified organization leads us to understand that the learning process is something static, that depends entirely on the profile of labor that works for the department of human resources². Although, the concept of an organization that qualifies already defines something dynamic where there is a transformation of the company into a "school" where learning is continuous. This can be compared with the definition by Womack and Jones (1994) of a company, in other words, that a company should serve as a school that summarizes knowledge, and looks for and creates new knowledge. Moreover, one that teaches its members, motivating the learning and the development of new competencies and skills.

² Big Brazilian and multinational companies are already demanding technicians with skills in order to work on their production lines. It was also noticed that many workers already possess college level skills.

3. The Computer and Organizational Learning

The computer must be an instrument that helps the worker to build his/her own knowledge. It should be a tool that gives this worker the opportunity to understand and to express their opinions, in other words, to solve a problem based on their own knowledge and understanding of the subject, making simulations, testing hypotheses, looking for information, describing and reflecting on the results, exercising creativity and improving actions.

The constructionist paradigm is defined by Papert (1986) as the construction of knowledge through the computer. The computer stops being a simple tool that transfers information to become a tool in which knowledge can be formalized and explained, where also the apprentice is developing and expressing his/her own understanding. This requests the description of the problem's solution, a reflection about the results obtained and above all clarification of the mistakes. Therefore, learning occurs when the student starts using the software to express his/her own understanding of the subject and this occurs in a cyclical process of description, execution, reflection and debugging (Valente 1993).

In this cycle, by using software the apprentice is capable of giving a necessary description of his/her ideas and after all, observes if these ideas are correct compared with the product presented by the computer, resulting in the execution of the apprentice's description. Hence, it is possible to reflect on the obtained results. If the results are not the ones expected, they must be identified and then corrected in order to clarify the knowledge process.

Considering that in the company context the worker should develop intellectual activities, can enable him/her it to participate actively in the formation process of the other workers. The goal is to qualify the worker so he/she can act as a multiplier and disseminator agent of knowledge in the work place. The multiplier agent is a facilitator³ of the learning that belongs to the context (E.T.M. Schlünzen 1998), in other words, he/she is part of the company work force and lives with the work place problems.

In this way, the educational process which uses the computer is left to the worker/multiplier, in an environment where most experts teach what they know to the ones that are less experienced. They should act also as consultants/investigators that use questions to open new possibilities. They rarely tell the workers what they want to know and concentrate and focus on the process of stimulating them to go after the solution of problems instead of supplying answers. The multiplier agent should not have the paternalist vision that goes back to a relationship type teacher/student, however he should be a partner and be equal in the learning process. In summary, some one that teaches and learns at the same time.

Since technology is bringing data and images in a fast and attractive way, the function of the multiplier should be to help the friend/worker to interpret those data, to relate them and put them in the context, creating connections with their daily problems. In addition, with the unexpected results the worker will produce an investigation atmosphere.

³ The facilitator is the one that can guide the workers in an investigating activity of knowledge and also in the exploration of the resources offered by the computational environment (Altoé, 1996).

4. Results

This work developed a new solution for the workers' education by using the constructionist and meaningful computational tools that are associated to the methodology that forms and evaluates based on multiplier agents. This solution, besides contributing to education also promotes learning inside the organization that creates results that will overcome all those reached by other methods and tools. It will allow the creation of a learning and cultural environment in the work place. The work was totally done inside of factory context, from the development of the computational tools until the definition and validation of the methodology.

The use of the knowledge multipliers in the factory allowed us, besides learning what to do with the development of abilities related to knowledge in how to help and how to teach. Consequently, they guaranteed a paradigm change, where a qualified company becomes a company that qualifies resulting in a process that is self-sufficient. This approach also allows implementing what Drucker (1989) defines as a *knowledge worker*, where the worker is not just involved in producing, but also involved in learning, exchanging and creating knowledge.

The consequence of the involvement of everyone in the education process is that it was possible to observe the organization change as a whole, and not based on instantaneous facts. Consequently, the results allowed a conclusion that the innovative methodology, with the knowledge multipliers, is the most appropriate. Furthermore, this innovation in the way we educate, brings important reflexes in the culture of learning and, consequently, in the company's operational results. Considering all the aspects of the evaluation, many significant results of improvement were achieved. For instance, one of the criteria used to measure the achievement of the factory is called "First Time Quality-FTQ index", defined as the number of pieces produced with defects or that demanded re-work besides the pieces returned by the customer in parts per million. Since the implementation of this formation work, we observe that the index has already improved 4%, which corresponds to an expressive direct increase of 4% in the company profits.

Moreover, organizational learning is not only a synonym of performance improvement. It is necessary to verify the vitality feeling and energy of the whole organization, the quality of the dialogues, the capacity to believe and to be believed, the feeling of integrity and authenticity, the feeling of being capable of finding solutions when difficult situations arrive and as a result, to make decisions (*empowerment*), because knowledge also embraces ideals, values and emotions.

The incorporation of quality in people means helping them to be aware of what we call *Kaizen*⁴. This will also contribute to changing the paradigm, in other words; the quality is no longer in the product but in the people. Therefore, the quality of the product we produce it is mere consequence. This paradigm change reinforces the need for constant growth and investment in the workers' education training of the new millennium and, consequently, in the promotion of learning.

⁴ *Kaizen* is a Japanese word that means continuous improvement. To invest in *Kaizen* means to invest in the people, demanding a lot of effort and continuous commitments. Besides, the continuous improvement requests a commitment with learning (Garvin, 1993).

Finally, considering the emotional aspect, it was verified that developed methodology brings up emotions that are not only expressed in the workers' behavior, but also in the vitality and energy feeling of all the organization. There is a commitment to something that they feel belongs to them, also that it is important for their development. From now on, their growth will be based on the way work is being done and developed. This is reflected in the workers' engagement in promoting training sessions, in being ready to collaborate in all senses, in exchanging experiences with friends. Consequently, it will contribute to the creation of an interdisciplinary environment, based on the change of the professional's posture, characterized by humility and generosity (Fazenda 1995). Humility in recognizing that there is much to learn, that they don't know everything, that they need to learn with their co-worker and that in the generosity of sharing and exchanging their knowledge will result the growth of the collectivity.

References

- Altoé A. (1996). O papel do facilitador no ambiente Logo. In J.A. Valente (org) O professor no ambiente Logo: Formação e atuação (pp 35-47). Campinas: Gráfica da Unicamp.
- Bassi L.J., Cheney S. & Buren M.V. (1997, november). Training industry trends 1997. Training & Development, 46-59.
- Clark H.F. & Sloan H.S. (1956). Classrooms in the factories. New York: Institute of Research - Fairleigh Dickinson University.
- Drucker P. F. (1989). As novas realidades: no governo e na política, na economia e nas empresas, na sociedade e na visão do mundo. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.
- Drucker P. F. (1993). Sociedade Pós-Capitalista. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.
- Fazenda I. (1995). Interdisciplinaridade: historia, teoria e pesquisa. Campinas: Papirus.
- Garvin D. A. (1993, july/August). Building a Learning Organization. Harvard Business Review, 78-91.
- Mazzone J. S. (1995). 2012: Educação na sociedade enxuta. (Tech. Rep. No. 33). Campinas, Brazil: State University of Campinas, Nucleus of Information Technology Applied to Education- Nied.
- Papert S. (1986). Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. A Proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge, Massachusetts.
- Schlünzen E.T.M. (1998). Sistemas Educativos Computacionais Utilizando Recursos Multimídia. (Tech. Rep. 1995-1998). Presidente Prudente, Brazil: State University of São Paulo – FCT – Unesp.
- Schlünzen K. Jr. (1998). Capacitação e Aprendizagem em Empresas utilizando Software com Estética Logo: A Formação do Facilitador. Proceedings of 4er Congresso Iberoamericano de Informática Educativa. RIBIE. Brasília, Brasil, CD-ROM.
- Schuck G. (1997). Tecnologia inteligente, operários inteligentes: Uma nova pedagogia para o local de trabalho *high-tech*. In Ken Starkey (org.) Como as organizações aprendem: Relatos do sucesso das grandes empresas (pp. 238-256). São Paulo: Futura..
- Valente J.A. (1993). Por Quê o Computador na Educação? In J.A. Valente (org.) Computadores e conhecimento: Repensando a Educação (pp. 24-44). Campinas: Gráfica da Unicamp.
- Valente J.A. & Schlünzen K. Jr. (1999). Logo goes to work. Proceedings of Eurologo99. Sofia, Bulgária, 116-126.
- Womack J.P.; Jones D.T. & Roos D. (1994, March/April). From lean production to the lean enterprise. Harvard Business Review, 93-103.