

Esta é uma compilação de textos acrescida de observações pessoais sobre o assunto cujo objetivo é facilitar o entendimento da Metodologia denominada Análise e Engenharia de Valor. Sua aplicação é da maior importância e da maior atualidade.

TEXTO 1 - Autor: Prof^o Dr. João Mário Csillag
Fundação Getúlio Vargas
Fatec/SP - CEETPS

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Conceito

Análise e Engenharia de Valor é um esforço organizado para atingir o valor ótimo de um produto, sistema ou serviço, promovendo as funções necessárias ao menor custo.

É um processo seletivo no qual todas as alternativas disponíveis são consideradas, sendo que a melhor é cuidadosamente examinada antes da escolha definitiva.

A finalidade é a de determinar quais alternativas irão redundar no melhor valor, isto é, qual projeto trará melhor desempenho e ou o melhor apelo de venda e o que é importante, ao menor custo.

1.2 - Histórico e Situação Atual

As técnicas de Análise de Valor e Engenharia de Valor foram desenvolvidas nos EUA e aplicadas pela primeira vez na General Electric em 1945. Sua ação voltou-se sobretudo à pesquisa de novos materiais, de mais baixo custo e mais fácil obtenção que pudessem substituir outros mais raros e de custos mais elevados. Como posteriormente, após a guerra, os citados materiais passaram a ser disponíveis, os projetos foram reexaminados com vistas a reversão às especificações originais. Em muitos casos, foi percebido que as alterações foram não somente econômicas como ainda mais satisfatórias do ponto de vista do consumidor.

Em 1947, Lawrence Miles encarregado de estudar as possibilidades desta metodologia, obteve uma série de idéias técnicas e soluções que excederam de muito a tarefa da qual foi encarregado. Estudando um sistema de controle automático de temperatura, o qual já tinha sido objeto de uma análise convencional de redução de custos, a vista dos resultados espetaculares conseguidos, a empresa aplicou tal metodologia já com o nome de Análise de Valor, a outros componentes e produtos, aperfeiçoando-a rapidamente.

Em 1950, foram iniciadas as primeiras aplicações fora dos EUA, notadamente na Europa e Japão.

Apenas na década seguinte, é que as grandes empresas como a General Motors, Bendix, Ford, RCA, Westinghouse, Fiat, Philips, Mercedes Benz passaram a utilizar bastante esta técnica.

Atualmente algumas companhias ou órgãos governamentais, incluem cláusulas de Engenharia de Valor nos grandes contratos de fornecimento.

Atualmente os nomes seguintes são usados:

Análise de Valor - em conexão com estudos de produtos existentes, considerando ainda a organização como um todo, isto é, departamentos indiretos, produtivos e assistência técnica.

Engenharia de Valor - para projetos e sistemas na fase de desenvolvimento, portanto antes dos investimentos serem realizados.

1.3 - Conteúdo básico

Em todo o estudo de EV ocorrem três etapas distintas, a saber:

1.3.1 - Estabelecimento das funções

1.3.1.1 - Todo conjunto ou componente possui uma ou várias funções necessárias, que devem ser claramente definidas como: apontar lápis, prover luz, etc. Isto posto, parte-se para a pesquisa de como realizar estas funções da melhor forma.

1.3.1.2 - Uma vez estabelecidas as funções primárias e secundárias, deve-se dividir os componentes de acordo com as áreas funcionais: elétrica, mecânica, hidráulica, aparência, etc.

1.3.1.3 - Finalmente conseguir e listar os custos por funções.

1.3.2 - Avaliação da função por comparação

O valor de uma função é um dado totalmente relativo, pois como a mesma função pode ser satisfeita de várias maneiras, o interesse recairá sobre aquela que corresponder ao menor custo.

Portanto, nesta etapa devem ser pesquisadas as diversas formas alternativas de cumprir a determinada função e quantificá-las para se ter uma idéia da qual que terá menor custo.

Assim para responder "qual o valor de um parafuso de latão" de vem ser claramente estabelecidas todas as funções de uso, de aparência, de conveniência, de vida, etc em seguida, comparar outras combinações de material, de processo e de produto que cumpram confiavelmente a finalidade total. Isto posto, desenvolver os custos das várias alternativas, sendo que aquela que corresponder ao custo menor além de preencher confiavelmente as funções pré-estabelecidas, é que estabelecerá o limite máximo do valor do parafuso.

1.3.3 - Desenvolvimento de alternativas para o valor requerido

Usando diferentes técnicas, encarar a situação realisticamente, levando em conta as objeções pertinentes, assim como, o desenvolvimento de alternativas de engenharia de produto, de processos e de manufaturas, etc.

O máximo cuidado deve ser tomado para que a atenção seja concentrada na função e não meramente no material, componente ou na engenhosidade de conjunto.

2 - BASES NA QUAL SE SUSTENTA A ENGENHARIA DE VALOR

2.1 - Especialização decorrente da evolução industrial

Decorrente do avanço tecnológico, começou a tornar-se cada vez mais difundida a especialização, tão necessária ao desenvolvimento industrial.

Atualmente, não se pode esperar de um projetista que conheça, precisamente e com detalhes, o método ideal para manufaturar seu projeto e, conseqüentemente, que minimize o custo de produção. O homem da produção é obrigado a seguir as especificações que lhe são dadas. O montador tem a preocupação de fazer com que as peças se encaixem dentro das tolerâncias pré-escritas.

Assim, cada pessoa ou grupo que toma parte na seqüência operacional, desde o projeto até o produto acabado, é cõscio de sua própria contribuição e responsável apenas dos problemas relativos à sua área específica.

A EV reúne e confronta todos os conhecimentos especializados e habilidades disponíveis na Organização e os coloca ao alcance dos interessados, desde o estágio de projeto do produto ao serviço. Desta forma, o projetista será educado em reconhecer o valor por análise e comparação, por substituição, combinação, simplificação, ou ainda, alteração das partes e processos.

2.2 - Criatividade

2.2.1 - Significado de Criatividade

Criar significa: "trazer para a existência"; "causar ou produzir por uma ação mental"; "produzir algo novo".

Criar possui um sentido mais amplo do que inovar, desde que este último termo é definido como introdução de algo novo que difere do convencional por meio de modificações.

Conforme Florence Vidal "Criatividade é a arte de propor problemas e resolvê-los".

Problema é simplesmente a diferença entre o que se tem e o que se deseja. O ser humano diante de um problema sente um tormento, insatisfação ou frustração. Esta percepção é em geral acompanhada pela intenção efetiva de vencer os obstáculos, melhorar e transformar o estudo de fato em questões.

O processo criativo é um processo mental, no qual se combinam e se recombina as experiências passadas, frequentemente com algumas distorções para formar novas combinações procuradas.

As fases do processo criativo são:

- percepção do problema (preparação com tomada de consciência de uma insatisfação);
- pesquisa de soluções (análise e formulação de hipóteses, incubação);
- aparecimento da solução (iluminação);
- avaliação, comparação, escolha de decisão;
- ação.

Em se tratando de criatividade, o essencial pode ser resumido em nove fases:

- Pode-se reproduzir voluntariamente o processo da descoberta;
- O processo de descoberta é o mesmo em todas as disciplinas;
- A descoberta se faz no inconsciente;
- É necessário, para se chegar a inconsciência, libertar o espírito de suas inibições;
- A descoberta supõe um clima de distensão, prazer e paixão;
- As descobertas não são geralmente feitas pelos especialistas;
- O apelo ao fantástico favorece a descoberta;
- A descoberta nasce da "bissociação";
- O grupo pluridisciplinar é a unidade operacional da pesquisa.

2.2.2 - Criatividade aplicada a EV

Em se tratando de EV, os processos criativos são dirigidos diretamente à função quanto a utilização ao custo menor possível, considerando a confiabilidade e manutenção.

Após estudos minuciosos conclui-se que existem várias formas ou técnicas destinadas ao uso da habilidade criadora sendo algumas próprias para grupos ao passo que outras para uso individual.

Entre outros, os métodos mais utilizados são:

- Sinética
- Relação de Atributos
- Correlações Forçadas
- Análise Morfológica
- Brainstorm
- Pensamento Lateral.

2.2.2.1 - Sinética (técnica de grupo) (Ver texto adiante)

É uma técnica desenvolvida por Gordon e Prince e tenta reproduzir numa sessão, as várias fases do processo criativo.

O processo implica em várias fases:

- Tornando familiar o que é estranho, isto é, entendendo o problema. É uma fase analítica na qual informação é coletada com vistas a organizar e investigar todos os fundamentos e implicações do problema, e
- Tornando estranho o que é familiar, isto é, uma distorção proposital, que quando combinada com competência técnica, conduz a pontos de vista novos para o desenvolvimento da solução do problema.

2.2.2.2 - Relação de atributos (individual)

O interessado na solução de um problema faz a relação dos vários atributos de um objeto ou de uma idéia. Em seguida volta a atenção especificamente para cada um desses atributos, utilizando-os como relação de verificação para levá-lo a encarar todos os aspectos do problema.

Assim para uma faca deveriam ser considerados os seguintes atributos:

- 1 - cabo de aço
- 2 - cabo de seção oval
- 3 - lâmina inoxidável
- 4 - aresta cortante lisa com exceção da ponta
- 5 - aresta cortante serrilhada na ponta
- 6 - operada manualmente
- 7 - movimento alternativo na direção do plano da lâmina.

Em seguida focaliza-se a atenção sobre cada um destes atributos em separado; assim, o cabo poderá ser de madeira ou plástico, tornando a faca mais leve; a seção de cabo poderá ser diferente para permitir melhor posicionamento para pegar. Desta forma, para cada atributo imaginam-se variações.

2.2.2.3 - Correlações forçadas (individual)

É uma técnica para a indução de idéias originais, que dependem da criação de uma correlação forçada entre dois ou mais produtos ou idéias, normalmente não relacionados, como ponto de partida para o processo de geração de idéias. O objeto selecionado pode ser qualquer nesta técnica e as características deste objeto são confrontadas com o objeto em estudo, para o qual são procuradas alternativas.

2.2.2.4 - Análise morfológica (individual)

Esta técnica pertence à análise de forma ou estrutura. Uma vez analisada esta, lança-se mão de relações forçadas para criar inúmeras possibilidades de idéias.

O autor do processo resume-o nas seguintes palavras: "É evidente que, quanto mais imaginação usarmos para formar a relação de variáveis independentes e para imaginar idéias sob cada variável independente, tanto maior será o número de combinações possíveis que poderemos conceber por meio da análise morfológica.

O procedimento para o uso desta técnica inicia por determinar as variáveis independentes, que contribuirão cada uma, com um eixo no sistema morfológico.

O procedimento inicia definindo todas as variáveis independentes tão amplamente quanto possível. Cada variável independente destas constitui um eixo na figura morfológica. Assumindo que existem 3 variáveis independentes, a figura toma a forma de um cubo, composto de vários cubinhos, dependendo do número de maneiras diferentes nas quais cada variável possa ser expressa.

2.2.2.5 - Brainstorm (para grupos)

A técnica criativa mais produtiva e popular usada na EV é o "brainstorm". Instalada a seção, o chefe propõe o problema aguardando idéias dos participantes. Uma vez que começam a fluir, estabelece-se uma cadeia de reações que ocorre quando um pensamento excita outro, embalando o conjunto. Os participantes em número de 6 a 10 devem estar familiarizados com o problema.

Existem 4 regras fundamentais que deverão ser seguidas necessariamente, e que são:

- 1 - Banir a crítica: aguardar o julgamento para depois da sessão.
- 2 - Aceitar de bom grado as idéias loucas: quanto mais extremada a idéia melhor; é mais fácil diminuir-lhe a intensidade do que aumentá-la.
- 3 - Procurar quantidade: quanto maior o número de idéias, tanto mais fácil será encontrar as convenientes.
- 4 - São desejáveis combinações e melhoramentos: além de contribuir com as próprias idéias, os participantes devem sugerir como as idéias de outros podem transformar-se em idéias melhores, ou como duas ou mais idéias podem juntar-se para formarem outra melhor.

2.2.2.6 - Pensamento lateral (individual)

O pensamento lateral, criado por De Bono, deve neutralizar as limitações e erros da superfície-memória especial.

O pensamento lateral preocupa-se mais com o "fazer melhor" uso de informação que já esteja disponível na superfície-memória.

2.3 - Reconhecimento e Contorno dos Bloqueios Mentais

O fato de decidir implementar certas idéias cujas economias já foram pré-calculadas não quer dizer necessariamente que tudo correrá tranquilamente, pois alguns bloqueios irão ocorrer. Embora em geral as gerências aceitem normalmente as novas idéias, os realmente responsáveis pela sua implantação terão em geral uma atitude hesitante. Normalmente a sugestão de uma mudança provoca uma resistência. Na medida em que os participantes são realmente envolvidos a ponto de participarem efetivamente das idéias novas, terão orgulho e entusiasmo e mesmo ciúmes das mesmas.

Em geral, as pessoas tendem a habituar-se com o trabalho, com os costumes, resultando daí uma inércia dificultando qualquer alteração. Torna-se, assim, difícil uma pessoa aceitar modificações em produtos, processos que aparentemente são realizados da melhor maneira.

Os bloqueios mentais, portanto, constituem-se num empecilho para o desenvolvimento tanto para quem tem que desenvolver idéias criativas como para... quem deve implementá-las.

Os principais tipos de bloqueios mentais são:

2.3.1 - de percepção: trata-se de um "bitolamento" de visão.

exemplo:

- a.1 - falha em usar o senso de observação.
- a.2 - falha em investigar o óbvio.
- a.3 - inabilidade para definir termos.
- a.4 - falha em reconhecer causa e efeito.

2.3.2 - culturais: são aquelas que tendem manter, o normalmente aceito:
exemplo:

- b.1 - desejo de conformar-se com métodos e hábitos existentes.
- b.2 - ênfase excessiva em cooperação e concorrência.
- b.3 - praticabilidade - é a forma mais fácil de executar.

2.3.3 - emotivos: são os que mostram medo das consequências.

- c.1 - medo de supervisores ou subordinados e falta de confiança nos colegas.
- c.2 - medo de cometer um erro.
- c.3 - recusa em aceitar outros métodos para atingir os objetivos.
- c.4 - jogando apenas o "garantido" e não o "ótimo".

2.3.4 - de hábito: são aquelas que se opõem às mudanças de costumes.

- d.1 - falha em desenvolver os melhores hábitos de percepção.
- d.2 - desenvolvimento do hábito de ser conformista.
- d.3 - desenvolvimento do hábito de auto-proteção e segurança.
- d.4 - uso constante de soluções existentes sem verificar a adequação de velhos ou novos métodos ou procedimentos.

2.4 - Análise das Funções:

2.4.1 - Função e valor:

O conceito de função é intimamente relacionado com as finalidades da EV, ou seja, identificar e avaliar funções, provendo-as com o custo mínimo. O valor propriamente dito (em EV) é a relação entre o que desempenha a função para um comprador e o seu preço. Enquanto que a EV enfatiza o aspecto monetário da função, lembra que projeto funcional também traz quesitos funcionais, simplicidade e estética.

Existem três tipos de valor, cada um relacionado com funções.

2.4.1.1 - Valor Funcional: é a medida monetária das propriedades de um item que contribui para seu desempenho, e, assim sendo, pode contribuir para a vendabilidade. O valor funcional não inclui o valor estético.

2.4.1.2 - Valor Estético: é a medida monetária das propriedades ou qualidades de um item que contribui para sua vendabilidade mas não para seu desempenho. Não inclui valor funcional.

2.4.1.3 - Valor de Troca: é a medida monetária das propriedades ou qua

lidades de um item que o torna capaz de ser trocado por outra coisa. Pode ser dito que:

Valor funcional + Valor estético = Valor de troca

2.4.2 - Classificações das Funções:

Funções são as ações naturais ou características realizadas por um item, ou ainda, são as propriedades de um item que as tornam capazes de satisfazer os requisitos exigidos. Com o fim de ajudar no projeto de um item, ou avaliar um outro produto existente, três classes de funções são consideradas:

2.4.2.1 - Função Básica: que é definida como a finalidade específica para a qual o item foi projetado.

2.4.2.2 - Funções Secundárias: que são ações que suportam a função básica, e que resultam de um projeto específico.

2.4.2.3 - Funções não Necessárias: que são as características de um item que não são exigidas nem como função básica, nem como secundárias. Portanto, são funções que devem ser eliminadas. Seja uma base para cortar fita adesiva.

Tabela 1 - Funções da base e dos componentes

| Item e Componentes | Função (Verbo-Subst.) | Básico | Secundário |
|----------------------------|---|--------|------------|
| Base p/ cortar fitas | cortar fitas | X | |
| Base propriamente dita | suportar rolo e lâmina | | X |
| Espuma de borracha na base | proteger móveis e evitar que escorregue | | X |
| Carretel | posicionar rolo | | X |
| Chapa metálica serrilhada | cortar fita | X | |
| Pintura | estética | | X |

Normalmente as funções secundárias são necessárias devido ao método escolhido para satisfazer a função básica.

2.4.3 - Avaliação das Funções:

As funções são necessariamente avaliadas por comparação. Como primeiro passo para a avaliação de funções deve-se relacionar os componentes, seus custos e suas funções.

Seja o caso de um lápis:

| Componentes | Funções | Custo \$ | % | Básica | Secun- dária |
|-------------------------------|--------------------------|----------|-----|--------|-----------------|
| grafite madeira | fazer marcas | 0,018 | 15 | X | |
| | proteger grafite | 0,012 | 10 | | X |
| capa metálica borracha | proteger borracha | 0,018 | 30 | | X |
| | remover marcas | 0,018 | | | X |
| pintura | estética | 0,018 | 15 | | X |
| forma de madeira impressão | facilitar posicionamento | 0,018 | 30 | | X |
| | transmitir mensagem | 0,018 | | | X |
| Total | - | 0,120 | 100 | - | - |

Fazendo uma comparação entre os vários processos de fazer marcas, resulta que para a lapiseira o custo de 100 m de escrita é de 30% menor que Cr\$ 0,18 correspondente ao lápis.

3 - COMO LEVAR A CABO UM ESTUDO DE EV

3.1 - Seleção do produto ou operação

O critério a ser utilizado para a escolha de produtos ou processos a serem analisados tem a ver necessariamente com a série anual envolvida, assim como, com o custo do processo ou peça no produto, por meio de um desdobro conveniente.

- a - Quanto maior a quantidade a ser produzida, maior será a economia total obtida.
- b - Quanto mais pesa o produto no valor bruto produzido, maior esforço deverá ser dirigido para este produto no sentido de barateá-lo.
- c - Quanto maior o custo de um componente num produto, tanto mais conveniente será executar um estudo de EV para este componente.
- d - Quanto mais cara a operação de uma sequência dada, mais proveitosamente será executado o estudo de valor. Notar que o custo do refugo faz parte do custo da operação, assim como também a recuperação.
- e - Não se esquecer de verificar além da série anual, a vida prevista do produto, pois um estudo pode custar 6 meses ou mais de duração, além das despesas envolvidas. Portanto, deve haver garantia de que o produto não irá desaparecer

logo.

f - Se as ferramentas ou equipamentos são custosos, qualquer modificação resultante de um estudo de EV poderá não ser viável.

3.2 - Em que fase de um produto aplicar EV

Considerando as três fases de um produto quanto ao início de fabricação, o ideal seria a utilização de 50% dos esforços dispendidos em EV aplicados na fase de projeto do produto, 40% na fase de preparação para a produção e, finalmente, 10% na própria produção.

Durante a fase de projeto de produto, devem ser feitas estimativas preliminares de custo para possibilitar ao projetista as informações necessárias para alcançar a melhor solução. Nesta fase ainda os subconjuntos deverão ser analisados assim como alguns componentes individuais.

Durante a fase de preparação do produto, detalhar a sequência de operações e os materiais envolvidos.

Na fase de produção, ainda se pode ganhar dinheiro, mas já mais dificilmente, desde que o equipamento, ferramental e material já estão comprados.

3.3 - O plano de trabalho

Após decidido que o estudo de EV será feito para determinado artigo, deve ser estabelecido o plano de trabalho que compõe-se de:

| <u>Fases do Plano</u> | <u>Passos básicos</u> |
|------------------------|---|
| a - de orientação | } ————— Identificações de funções |
| b - de informação | |
| c - de criação | } ————— Avaliação por comparação |
| d - de análise | |
| e - de planejamento | |
| f - de execução | } ————— Desenvolvimento de alternativas |
| g - resumo e relatório | |

3.3.1 - Fase de orientação

Nesta fase, que é inicial, devem ser decididos:

- a.1 - o que deve ser feito quanto ao objetivo
- a.2 - quais são os desejos reais do consumidor
- a.3 - quais são as características e propriedades desejadas quanto ao peso, dimensões, aparência, vida desejada, etc. ...

3.3.2 - Fase de informação

Nesta fase deverão ser coletados todos os fatos e informações disponíveis: custos, quantidades, fornecedores, investimentos, especificações, métodos de manufatura e, se possível, os produtos e componentes.

Ainda deve ser determinada, nesta fase, a quantia global que poderá ser gasta no estudo como um todo, assim como nas várias partes.

As funções devem ser estabelecidas e definidas. Para facilitar a determinação das funções básicas de um produto ou operação, existem algumas perguntas a saber:

- 1 - para que serve?
- 2 - como funciona?
- 3 - por que é necessário?
- 4 - que o faz funcionar?
- 5 - que o faz vendável?

Em seguida devem ser determinadas as funções secundárias. Ainda para este caso existem algumas perguntas:

- 1 - que o faz trabalhar melhor?
- 2 - que o faz vender melhor?
- 3 - o que mais pode desempenhar?
- 4 - como suporta a função básica?
- 5 - pode a função secundária eliminar um item da função básica?

Nesta fase, o analista deve simplesmente anotar todas as possíveis funções que lhe venham à mente. Isto feito, identificar quais são necessárias, tanto básicas quanto secundárias.

A parte mais importante desta fase de informação é a avaliação de cada função por comparação. Desde que todos os valores são relativos, a técnica mais direta é de usar valores conhecidos para funções similares. No caso de uma lanterna a função básica é "prover luz", isto pode ser avaliado utilizando o custo de um fósforo ou de uma lâmpada incandescente.

Preços para avaliação podem ser retirados de catálogos. O ideal é manter um arquivo de manuais de referência, manuais de engenharia e de catálogos.

Alguns outros dados devem ser coletados para a atividade especial de cada indústria, assim:

- 1 - Custo por Kg de produto - para áreas de fundição, forjaria, extrusão, de plástico, etc.
- 2 - Taxa horária do equipamento - para áreas de processos.

Uma série de indicadores desta natureza são úteis para EV.

Finalmente, cada uma das funções é avaliada. A soma dos valores dará o valor total do produto ou operação.

3.3.3 - Fase criativa

Nesta fase, vem a determinação de como o custo do produto ou operação poderá ser reduzido para o valor avaliado, por eliminação de funções desnecessárias ou substituições de itens ou operações.

São usadas uma ou várias das técnicas expostas no capítulo anterior, sendo a do Brainstorm a mais comum. Devem ser listadas todas as alterna-

tivas a que se chegou e quanto maior o seu número melhor.

Nesta fase, para cada uma das funções, várias soluções devem ser propostas (pelo menos 10).

Ainda para esta fase, devem ser consultados especialistas nos vários processos envolvidos, fornecedores, e a possibilidade do uso de produtos padronizados. Os bloqueios mentais devem ser contornados.

Para a ajuda do desenvolvimento de novas alternativas, existe uma lista de perguntas, a seguir:

3.3.3.1 - De ordem geral:

- 1 - Pode o projeto ser alterado ou eliminado em parte?
- 2 - Pode o projeto ser comprado vantajosamente?
- 3 - Pode ser usada peça padronizada?
- 4 - Será uma peça padronizada alterada mais econômica?
- 5 - É justificável um melhoramento na aparência da peça?
- 6 - Existe uma peça menos custosa que satisfaça a mesma função?
- 7 - Pode o projeto ser alterado para simplificar a peça?
- 8 - O projeto permite o uso de equipamento normal de inspeção?
- 9 - Pode uma peça projetada para outro equipamento ser usada?
- 10 - Pode ser usado um material mais barato?
- 11 - Pode ser reduzido o número de materiais diferentes?
- 12 - Existem materiais recém desenvolvidos que podem ser usados?

3.3.3.2 - Que dizem respeito à manufatura:

- 1 - São necessárias todas as superfícies usinadas?
- 2 - Um acabamento mais grosseiro satisfaz?
- 3 - O projeto permite o uso de ferramentas padronizadas?
- 4 - São as tolerâncias tão largas quanto possível?
- 5 - Pode ser usado outro material mais usinável?
- 6 - Pode um prendedor substituir rosqueamento usinado?
- 7 - Pode uma porca soldada substituir furos rosqueados por usinagem?

3.3.3.3 - Quanto à montagem:

- 1 - Podem ser combinadas duas ou mais partes numa única?
- 2 - As partes podem ser feitas simétricas?
- 3 - Existe um prendedor novo que pode acelerar a montagem?
- 4 - Existe suficiente quantidade de peças padronizadas?
- 5 - São usados componentes de estoque?
- 6 - Podem ser usados pinos retificados com o fito de eliminar alargadores?

3.3.3.4 - Quanto a especificação e normas:

- 1 - Existe uma peça normalizada que possa substituir itens manufaturados?
- 2 - São necessárias todas as roscas?
- 3 - Pode ser feita alteração em especificações visando redução de custos?

- 4 - Podem ser usados dispositivos normalizados de atuação, como cilindros?
- 5 - Todas as roscas são normalizadas?
- 6 - Podem ser usadas ferramentas normalizadas de corte?
- 7 - Podem ser usados calibradores normalizados?
- 8 - Existe material disponível com tolerância e acabamento tal que elimina usinagem?

3.3.4 - Fase de Análise:

Aqui as idéias são analisadas e para cada uma escreve-se a resposta adequada, do que falta para funcionar, e não porque é que não funciona. Em seguida, os valores das idéias apresentadas são quantificadas e são estabelecidas prioridades. As objeções que se apresentam devem ser minimizadas.

É nesta fase que devem ser decididas quais alternativas deverão ser estudadas.

3.3.4.1 - Problema do produtor

Os problemas, como confiabilidade, desempenho, qualidade, peso, embalagem, assistência técnica, aparência, custos iniciais, tempo total decorrido desde a emissão da ordem até a entrega do produto, fatores humanos, investimentos, devem ser cuidadosamente estudados.

3.3.4.2 - Comprar ou Fazer:

Se o produto é básico para a companhia e o equipamento já é disponível, a decisão passa a ser apenas econômica. A decisão complica-se, porém, para o caso em que o produto não é básico para a companhia e se há capacidade marginal disponível.

Os fatores importantes a serem considerados são:

- 1 - existem fornecedores confiáveis?
- 2 - a necessidade do serviço é permanente?
- 3 - razões estratégicas.
- 4 - "Know-how" envolvido e seu segredo.
- 5 - preço de custo.
- 6 - facilidade.
- 7 - flexibilidade.
- 8 - investimentos necessários.
- 9 - pontos de paridade que indicam quantidades mínimas para a decisão "fazer".
- 10 - lotes econômicos.
- 11 - avanço tecnológico no setor e a obsolescência técnica.

3.3.4.3 - Seleção do processo e do material

Uma vez decidido o que será comprado e o que será feito internamente, vem a análise do processo. Um item pode passar de fundido para estampado, com implicações óbvias no material utilizado, métodos de controle, etc. O grupo de pessoas que executa a EV servirá de catalizador entre os grupos

envolvidos na decisão.

3.3.5 - Fase de planejamento do programa:

Nesta fase será planejada a execução do trabalho. Uma boa sugestão aqui é a de dividir o projeto em áreas funcionais, pois isto facilitará a análise feita por especialistas. Assim, existiria a função elétrica, de aparência, mecânica, etc.

Todos os especialistas, a serem consultados, são agora listados, assim como também as várias fases do trabalho.

Finalmente, deve ser feita uma programação para as atividades relacionadas nas sete fases, considerando-se os tempos e custos envolvidos. Para programas relativamente curtos, com menos de 20 eventos, o sistema manual é o mais recomendado; numa tabela são descritos os eventos em linhas diferentes e considerados os tempos necessários para a execução.

Programas de até 200 eventos podem ser muito bem controlados por um gráfico de Gantt.

A rede PERT é um sistema de análise que tanto pode ser usado.. para programas grandes, como pequenos.

O sistema CPM permite a mais que no PERT manipular os custos e seus mecanismos.

3.3.6 - Fase de execução do programa:

Aqui se executa o trabalho planejado acompanhando às várias atividades até a sua conclusão.

Deve ser ainda feito um acompanhamento dos resultados e a conseqüente ajustagem do programa em função do andamento.

O trabalho com os especialistas deverá ser feito até que várias alternativas sejam por eles sugeridas.

3.3.7 - Fase final com conclusões e relatório:

No início desta fase, haverá uma seleção de possíveis alternativas viáveis, sendo que uma decisão deverá ser tomada apontando a melhor, isto é, aquela a ser recomendada.

Portanto, aqui o processo decisório é de importância capital. Vários elementos devem ser levados em conta: o elemento do conflito, do tempo, do acaso e da estratégia.

A técnica utilizada para a decisão pode ser desde uma "matriz de decisão", até simplesmente, o bom senso em conjunto com as alternativas apresentadas.

O relatório final, que é distribuído para todos os participantes e seus chefes, deverá contar com um breve histórico do projeto. Numa outra parte deverá conter dados sobre pré-cálculos, condições de trabalho, métodos de manufatura, economia obtida, sugestões e demais observações.

Além do relatório final, devem ser confeccionados outros relatórios visando informar o andamento, como também, de estimular todas as pessoas relacionadas com o programa.

Assim, após cada sessão de EV deve ser feita uma ata com as su

gestões apresentadas para os participantes.

Periodicamente deve ser feito um pequeno relatório de seguimento para os participantes e seus superiores imediatos sobre os problemas e sucesos técnicos surgidos como também os custos envolvidos.

Por ocasião do término de cada fase maior também deve ser relatado o acontecimento, como ainda uma rápida visão das fases subseqüentes.

Estes relatórios servirão de elemento técnico de ligação entre os diversos grupos envolvidos com o problema: equipe de produção, de projeto, compras, controle de qualidade, etc.

4 - BENEFÍCIOS ADVINDOS DA EV

O número de benefícios advindos de um programa de EV estende-se às diversas áreas envolvidas. Mas o que, finalmente, mostra a vantagem da técnica, está na economia real obtida após o estudo. A economia final obtida deve pagar as despesas do departamento de EV e, ainda, resultar em saldo positivo. Isto realmente acontece com larga margem. Em média, uma equipe bem treinada em EV consegue reduzir custos de 30% a 80%.

4.1 - Benefícios não quantificáveis:

Para a implementação das idéias de EV é necessário que uma infra-estrutura seja criada o que por si só garantirá uma série de informações úteis.

Dependendo do porte da empresa a implementação dar-se-á por meio de sucessivas reuniões com os departamentos envolvidos ou com conversas de 2 ou 3 pessoas. De qualquer forma, em tese os departamentos ou áreas de trabalho seguintes serão afetadas por ocasião de modificações de projeto:

- a - Engenharia de produtos
- b - Engenharia industrial (Métodos e Estudos de Tempo)
- c - Manufatura
- d - Engenharia de ferramentas
- e - Programação
- f - Compras
- g - Assistência técnica
- h - Controle de qualidade

Qualquer discussão com os apontados acima, deverá ser cuidadosamente preparada com os departamentos responsáveis pelo custo e administração.

A grande economia, geralmente, é feita quando o produto está ainda em estágio de desenvolvimento, e neste caso, as quantificações comparando os custos antes e depois, não podem ser feitas.

4.1.1 - Engenharia de Produtos:

Com este departamento deve ser previamente verificado qual o impacto de uma modificação de desenho nos demais setores. Devem ser feitos modelos e testes de aceitabilidade de modificações.

Em caso de sucesso, o sistema permitirá mudanças.

4.1.2 - Engenharia Industrial:

Com este departamento, devem ser revistas as necessidades para facilidades adicionais, modificações nos métodos de operação e ajustamentos nos estudos de tempo.

4.1.3 - Engenharia de Ferramentas:

Combinar como fazer para as modificações de ferramentas não amortizadas quanto aos custos.

Considerar um fundo especial para este fim ou deduzir da economia obtida.

4.1.4 - Programação:

Deve ser estudada a quantidade de peças em estoque que serão afetadas por modificações.

Deve ser calculada a conveniência de refugar ou não estas peças em função da economia obtida da modificação.

4.1.5 - Compras:

O departamento de compras deve dar assistência na determinação dos preços de fornecedores para modificações propostas. Frequentemente, fornecedores de especialidades devem ser consultados para a elaboração de planos econômicos de manufatura.

4.1.6 - Assistência Técnica

O departamento de assistência técnica deverá determinar o efeito da garantia, serviço de campo e possíveis reações futuras do cliente antecipadamente com relação a modificações.

4.1.7 - Controle de Qualidade:

Deve ajudar na determinação dos padrões e inspeção dos componentes.

4.1.8 - Confiabilidade:

A simplificação que caracteriza o trabalho de EV quase sempre contribui para a confiabilidade. Uma indicação pode ser feita da modificação do número de tópicos de confiabilidade exigidos como requisitos.

4.1.9 - Manutenção:

Os clientes deveriam estar mais atentos às despesas de manutenção dos equipamentos. Frequentemente a despesa anual de manutenção ultrapassa logo nos primeiros anos de uso, o valor da compra. Ainda nesta área, a EV contribui muito para diminuir a relação da quantia necessária anual para manutenção /

valor de compra.

4.2 - Benefícios Quantificáveis:

4.2.1 - Quanto ao material:

No caso em que um material mais barato é usado para substituição de outro, as comparações de custos são diretas quanto ao preço por Kg do material. Deve-se levar ainda em conta, a quantidade necessária do novo material.

Usualmente, nestes casos, os analistas de processo ainda propõem alterações vantajosas no custo de manufatura decorrentes da mudança.

4.2.2 - Quanto ao processo:

Nos casos de supressão de operações, a quantificação é imediata, enquanto que nos demais casos deve ser simulado um custo na taxa hora do equipamento envolvido para posteriores cálculos.

4.2.3 - Peças normalizadas para itens especiais:

Normalmente, estas peças têm seus custos disponíveis nos departamentos administrativos. No caso da ausência destes, a determinação pode ser feita por cálculos ou por cotação de fornecedores especialistas.

4.2.4 - Número de componentes:

Para conjuntos complexos, existe uma boa medida para o estudo de EV. Trata-se da contagem do número de componentes antes e depois do estudo. Não esquecer que para componentes são dispendidos esforços de inspeção, de compras, de montagem e de programação.

4.2.5 - Peso:

Para muitas categorias, o peso é um indicador excelente.

4.2.6 - Custo de documentação:

Toda a simplificação dos desenhos ou especificações implica em economia. Economias substanciais podem ser realizadas nesta área, principalmente, se as modificações são feitas no início da vida do produto ou do programa de produção.

4.2.7 - Ferramental:

Quando a simplificação permite o uso de ferramental menos custoso, equipamento mais barato ou séries maiores, as economias podem ser facilmente calculadas.

4.2.8 - Tempo total entre emissão da ordem e entrega do produto:

Aquelas modificações que sugerem componentes normalizados ao invés de especiais, vão fatalmente diminuir o estoque mínimo ao mesmo tempo que o preço de entrega do item mencionado. Aquelas modificações que facilitam a manufatura, reduzirão o ciclo de fabricação, o que também contribuirá para o menor prazo final de entrega.

A quantificação é feita por meio do estoque médio anual necessário e correspondentes juros sobre o capital empatado. O estoque compõe-se de matéria-prima, peças em processo e produtos acabados.

4.3 - Economia Final

Para o cálculo da economia final e real obtida, considerando produtos existentes, basta comparar a situação anterior e posterior ao estudo de EV.

As estimativas de custo, anteriores ao estudo, devem existir e as posteriores serão calculadas da mesma forma.

TEXTO 2 - "Synectics" ou Como Estimular a inovação tecnológica
Revista Dirigente Industrial - Setembro/1976

"Synectics" ou como estimular a inovação tecnológica

A produção criativa pode ser tecnicamente estimulada, especialmente na área da tecnologia, segundo uma metodologia, desenvolvida por dois professores da Universidade de Harvard. Este artigo dá os fundamentos teóricos da "Synectics" e um exemplo concreto da aplicação dessa técnica em suas várias fases.

Após trinta anos de pesquisas intensivas nos Estados Unidos, começa a ser implantado no Brasil e em outros países um novo método de se aumentar a produção criativa tanto de indivíduos como de grupos, principalmente na área da inovação tecnológica. Esse método já é adotado nos Estados Unidos, França, Filadélfia e México.

Segundo o Centro de Produtividade do Brasil (CPB); grupo responsável pela introdução e divulgação, entre nós, de Synectics, ou Administração da Inovação, esse método pode ser um excelente caminho para o país atingir a auto-suficiência tecnológica. Isto porque essa metodologia, desenvolvida pelos professores William Gordon e Anthony Poze, da Universidade de Harvard, permite obter inovação tecnológica através de um processo em que interferem e participam os próprios recursos culturais das pessoas envolvidas no grupo de estudo; consegue-se assim criar tecnologia nova mais coerente com a realidade cultural dos pesquisadores.

Synectics surgiu quando Gordon e Poze conseguiram determinar quais as etapas mais relevantes e as mais irrelevantes do processo inovador; reeditaram um processo como aquele que ocorre na mente humana, queimando etapas, eliminando esforços dispersivos e aumentando consideravelmente a probabilidade de se atingir um resultado eficaz. Synectics é, portanto, mais uma descoberta do que uma técnica. Baseia-se no próprio processo sequencial pelo qual a mente humana chega a realizar inovações eficazes.

Até agora mais de duzentas grandes empresas comerciais e industriais nos Estados Unidos e em outros países investiram acima de 100 milhões de dólares na técnica Synectics, palavra que vem do grego, e que significa a junção de elementos diferentes e aparentemente irrelevantes, o que está de acordo com a pesquisa que resultou nessa técnica.

O estudo de Synectics revelou que o elemento mais importante na solução do problema inovativo era "tornar o familiar estranho e o estranho familiar", porque descobertas dependem de novos contextos estranhos pelos quais se vê um problema familiar; e interdependente do processo de inovação está o processo de aprendizagem, onde as pessoas obtêm uma compreensão de um novo problema ou nova idéia por tornar o estranho familiar. Isto é, compreensão requer que se introduza um conceito estranho em um contexto familiar.

O quadro 1 apresenta um exemplo concreto da aplicação de Synectics e suas várias fases de desenvolvimento, inclusive é lógico, as fases "tornar familiar estranho" (item 4) e "tornar o estranho familiar" (item 10).

Recomendamos ao leitor a leitura atenta desse quadro, que exemplifica, ainda que de forma simplificada, o método operacional de Synectics.

PRECONCEITOS

A afirmação de Synectics como teoria cientificamente válida não se fez sem o rompimento de preconceitos e problemas altamente desafiantes. Ao declarar que o processo inovador em seres humanos pode ser concretamente descrito e, além disso que uma sólida descrição é utilizável para ensinar a metodologia, aumentando a produção criativa tanto de indivíduos como de grupos, a teoria Synectics entrava em conflito direto com a teoria de que qualquer tentativa para analisar e treinar a imaginação e os aspectos de psique diretamente associados ao processo criativo ameaça o processo com a destruição. Em outras palavras, a verdadeira análise do processo era considerada impossível, uma vez que se o indivíduo tenta examinar-se no processo, o processo cessa imediatamente e seu exame falha.

Atualmente este preconceito parece não ter fundamento, pois as tentativas de Synectics para esclarecer o processo criativo resultaram numa técnica vastamente utilizada na prática e que aumentou a produção inovadora tanto de indivíduos como de grupos. Mas o estudo do processo criativo foi sempre dificultado pelo fato de que, sendo um processo, está em movimento. Tradicionalmente, o processo criativo era considerado depois do fato - parado para observação. Mas, quando o processo é interrompido, o que há lá para observar? O estudo de Synectics pesquisa o processo criativo ao vivo, enquanto ele está acontecendo. Entretanto, fazer uma abertura no cérebro de um homem que estivesse agindo criativamente seria inútil, porque não se conhece o suficiente sobre o cérebro para saber o que estaria ocorrendo. Portanto, o único modo de aprender algo sobre o processo criativo foi tentar obter a compreensão dos conceitos subjacentes, não racionais, de livre associação, que fluem sob os fenômenos articulados da superfície. Para isso, a pesquisa de Synectics exigiu problemas para serem solucionados e pessoas para serem observadas.

A observação de grupos de Synectics em funcionamento é o que mais contribuiu para o desenvolvimento desta técnica. Apesar disso, aqui também foi necessário enfrentar os exageros decorrentes da ênfase do "grupo" como um contexto criativo supremo. Esta ênfase exagerada pode ser perniciososa, quer chame-mos o grupo uma equipe, uma força de trabalho ou um comitê.

O grupo, sem uma abordagem integrada e disciplinada, degenera em direção a seu mais baixo denominador comum, isto é em direção ao nível do mais seguro, do mais óbvio e do mais superficial. O grupo neste sentido merece toda crítica.

Os estados e mecanismos psicológicos que ocorrem quando um indivíduo cria estão normalmente mascarados. A situação de um grupo de Synectics, que leva cada participante a verbalizar seus pensamentos e sentimentos sobre o problema em questão pode trazer elementos do processo para fora em campo aberto, onde eles podem ser identificados e analisados.

Descobriu-se que para a solução de um problema, assim como para o propósito de pesquisa sobre o processo criativo, um grupo operando adequadamente leva vantagem sobre um indivíduo. Na verdade, um grupo de Synectics pode em algumas horas exercer o tipo de atividade mental semiconsciente que poderia levar meses de incubação em uma única pessoa. Este uso do subconsciente é que levou à descoberta de Synectics.

As descobertas inovadoras e o mecanismo que produz são possíveis quando um grupo bem treinado está operando eficientemente e seus membros estão dispostos a funcionar numa base mais ou menos não-racional. Em outras palavras, eles devem evitar a expressão de conceitos racionais acabados. Quando uma idéia é expressa depois de ter sido completamente trabalhada, ou é aceitável como verdadeira ou inaceitável como falsa, ela resiste a modificações. Ninguém mais pode descobrir seu próprio caminho e construir sobre ela; o autor do pensamento acha-se adornado como uma jóia conceitual isolada e intocável. A comunicação não-racional, por outro lado, produz metáforas evocativas imagens como superfícies ásperas e fissuras sobre as quais outro pode "apoiar-se" e participar. Este tipo de interação não-racional é somente parte de um processo. Soluções finais para problemas são atitudes racionais, enquanto o processo para encontrar-se não o é. Os mecanismos operacionais de Synectics são os fatores psicológicos concretos que apoiam e pressionam o processo criativo. Os mecanismos não pertencem ao campo da motivação para a atividade criativa, nem se destinam a serem usados no julgamento do produto final de uma invenção técnica. Eles são destinados a induzir estados psicológicos e assim promover a atividade criativa.

Como dissemos anteriormente, o processo Synectics envolve dois movimentos principais:

- . Tornar o estranho familiar.
- . Tornar o familiar estranho.

Em qualquer situação de resolução de problema, a primeira responsabilidade das pessoas envolvidas é compreender o problema. Esta é uma fase essencialmente analítica, onde as ramificações e fundamentos do problema devem ser explorados. É função da mente humana, ao enfrentar um problema, procurar, através da análise, tornar o estranho familiar. Porém, se apenas este passo analítico é tomado, não é possível uma solução inovadora. O grande perigo em se tornar o estranho familiar é ficar tão enterrado na análise e nos detalhes, que estes se tornam fins em si mesmos, não conduzindo a nada. Este processo, se usado sozinho, leva a uma variada gama de soluções superficiais, mas a inovação básica exige um novo ponto de vista, uma nova maneira de visualizar o problema. Por isso, é fundamental tornar o familiar estranho. É a tentativa consciente de alcançar uma nova visão do mesmo mundo, pessoas, idéias, sentimentos ou coisas.

Outro grande desafio enfrentado por Synectics não foi propriamente identificar e definir os estados repetitivos do processo inovador. Isto porque nem mesmo uma compreensão destes estados é suficiente. É necessário traduzir os estados psicológicos teóricos em mecanismos funcionais, com significação operacional para as pessoas, de forma que elas possam colocar em prática as teorias subjacentes.

Mesmo que os mecanismos sejam concretos, eles também devem ser aprendidos através da prática. Uma coisa é conseguir uma compreensão teórica destes

mecanismos e outra coisa é absorvê-los como um *modus operandi* próprio e natural.

Inicialmente, as pessoas têm auto-consciência no tocante ao uso dos mecanismos que, com o tempo, se tornam espontâneos. Os principais componentes efetivos do processo criativo são subconscientes; assim é que soluções criativas para problemas tradicionais contêm um alto quociente de "acidentalidade".

É difícil repetir propositadamente um processo que só é percebido pelo subconsciente. Synectics tenta tornar explicitamente conscientes alguns desses mecanismos subconscientes, de forma que eles possam ser evocados quando a necessidade aparece. Apesar de os mecanismos serem simples na concepção, sua aplicação requer grande dispêndio de energia.

Na realidade, Synectics não torna de modo algum a atividade criativa mais fácil, mas é antes uma técnica por meio da qual as pessoas podem trabalhar com mais afinco. E a fadiga observada ao final de uma reunião de Synectics não deriva tanto da concentração envolvida em se trabalhar através dos sucessivos estágios do processo, mas sim do equilíbrio variável que é necessário.

A mera conjugação de metáforas não é produtiva. É preciso ter sempre em mente o problema em questão para que possam ser identificadas as soluções. A oscilação entre a formação de analogias aparentemente irrelevantes, de um lado, e a comparação das analogias com os elementos do problema de outro, é bastante cansativa.

De qualquer modo, dizer em poucas palavras como funciona o método Synectics é impossível e nada eficiente. Mas um histórico de seu aparecimento ajuda a compreender melhor a sua essência e o seu valor como técnica de inovação nas áreas de tecnologia industrial, científica, médica e empresarial.

COMO SURTIU

Apesar de o termo Synectics se ter tornado conhecido a partir de 1956, quando foi criado, as pesquisas que deram origem a esta teoria da invenção começaram muito antes e percorreram um longo caminho até alcançar o estágio de desenvolvimento e a eficácia evidenciada hoje em dia. Uma visão histórica deste processo irá demonstrar alguns estágios bem definidos de progresso na formulação de teoria de Synectics.

Em 1943-44, quando se iniciou a pesquisa de Synectics, já existia material que tratava da motivação criativa e do resultado do processo criativo, particularmente na área da estética. A visão romântica tradicional do Século XIX quanto à natureza da criatividade colocava ênfase na arte como o único empreendimento criativo e estabelecia a primazia do gênio individual, de tal forma que toda a experiência criativa humana era empurrada para dentro do cárcere escuro do mistério pessoal.

OS QUATRO ASPECTOS DO PROCESSO PSICOLÓGICO

. Envolvimento - afastamento

Descreve-se os dois pólos do aspecto emocional-intelectual. Envolvimento, num pólo, é exemplificado pela identificação da pessoa criativa com um elemento do problema. Afastamento no outro pólo, é a fase analítica onde as variá

veis de um problema são julgadas intelectualmente e examinadas pragmaticamente à luz de sua utilidade e pertinência.

. Adiamento

É a recusa consciente em aceitar uma solução prematura para um problema. Adiamento implica a decisão de distanciar-se do problema em questão, com o propósito de desenvolver um novo contexto para visualizar o problema - um novo contexto que leva a soluções superiores e coerentes, em oposição a soluções mediocres e imediatas.

. Especulação

É o estado de abertura mental e ambiguidade. É um estado de tolerância que permite jogar com alternativas metafóricas.

. Autonomia do objeto

É o estado do problema (particularmente sua solução potencial) à medida que começa a ter vida própria. Neste estado um novo ponto de vista nasce e separa-se de seu criador.

A pesquisa de Synectics sobre a natureza do processo criativo concentrou-se sobre o mistério desse processo exatamente onde a literatura parou, isto é, numa descrição operacional do próprio processo criativo.

Este período foi dedicado à observação de indivíduos ou grupos responsáveis pela solução de problemas que demandavam soluções criativas, soluções estas que integravam elementos até então não considerados interrelacionados. O propósito deste período de observação era identificar algumas constantes no processo criativo e revelar alguns estados psicológicos que estivessem presentes no processo, não se levando em conta as condições.

Iniciou-se então uma série de observações que um inventor que estava trabalhando num intrincado problema de instrumentação aeronáutica, para o Governo Americano. Enquanto trabalhava para solucionar o problema, ele tomava notas e gravava, a fim de produzir um relato vivo de todo o processo, tentando descrever os estados psicológicos que pareciam caracterizar as várias fases de sua solução, que provou ser inovadora e eficaz.

Nesta narrativa podem ser observados estados psicológicos inter-relacionados, que pareciam básicos e estavam presentes quando o pesquisador efetuava progressos no caminho para sua solução. Ainda mais, era óbvio que os estados identificados se tornavam mais concentrados à medida que ele se aproximava de sua solução final. Era necessário, entretanto, assegurar-se de que estes estados psicológicos não eram meramente sintomas de respostas idiossincrásicas subjetivas de um homem.

Um novo período de cinco anos - 1944-49 - é dedicado então ao desenvolvimento de uma teoria primitiva dos estados psicológicos oscilantes no processo criativo. Assim, em 1945, iniciou-se uma série de entrevistas com pessoas relacionadas com arte e ciência. Estas entrevistas, no nível mais formal, consistiam em perguntar ao entrevistado se ele tinha experimentado os estados psicológicos que o inventor mencionado havia observado e descrito.

Cerca de um ano depois, fez-se uma avaliação final desta pesquisa e

verificou-se um alto grau de correlação entre os estados psicológicos experimentados pelos entrevistados, não obstante estes nunca tivessem tido consciência de les. Parecia, pois, que os quatro aspectos do processo psicológico descritos (envolvimento - afastamento, adiamento, especulação e autonomia do objeto), eram suficientemente universais para justificar tentativas experimentais com grupos que trabalham na solução de problemas.

MECANISMOS OPERACIONAIS

Começa, então, um novo período, 1949-1958, durante o qual os estados psicológicos foram refinados numa forma mais operacional.

No início deste período de pesquisa decidiu-se produzir descrições e definições diretamente relacionadas à experiência do próprio processo criativo. O propósito era desenvolver um esquema que as pessoas pudessem entender e usar para aumentar a probabilidade de seu sucesso criativo.

Os estados psicológicos tornam-se cada vez mais úteis à medida que se aproximavam de mecanismos operacionais. Esses mecanismos são ferramentas funcionais concretas concebidas para se tirar vantagens dos discernimentos presentes nos estados psicológicos.

Em 1957 descobriu-se outro par de condições psicológicas para o esforço inventivo bem sucedido. Notou-se que a capacidade para tolerar e usar o irrelevante era de fundamental importância para uma solução. Por irrelevante entendem-se atitudes, informações e observações que, de um ponto de vista de senso comum e (mais frequentemente) de um ponto de vista técnico, não parecem relevantes para o problema em consideração.

Os estados psicológicos provaram ser úteis, muito melhor que nada, mas também muita coisa era deixada ao acaso. As sessões Synectics de solução de problema eram bem sucedidas, mas mesmo grupos bem sucedidos pareciam apoiar-se em soluções ao invés de caminhar numa ordem confiável. Um vago sentido de propósito podia ser notado quando se ouvia a gravação de uma sessão bem sucedida. Entretanto, esta ordem era ex post facto.

Em 1956, depois de uma longa investigação da pesquisa em Synectics, a Fundação Rockefeller deu uma subvenção para a Universidade de Harvard com o propósito de colocar a psicologia acadêmica em contato imediato com os esforços no campo de Synectics.

Foi durante este período (1956-1957) que se começou a fazer uma diferença formal entre os estados psicológicos recorrentes e os mecanismos (métodos operacionais de iniciar e sustentar aqueles estados).

Em 1958 notou-se que, ao se desencadear uma série de sessões que culminara em soluções bem sucedidas de um dado problema se estava constantemente tentando "tornar o familiar estranho".

Diante daquilo que nos é muito familiar, sem compreender completamente o que se está fazendo, tenta-se, de início, mudar radicalmente a visão, de modo que o familiar (o codificado, o mundo estabelecido do usual) se torne estranho e novo, e portanto sujeito a novos padrões e novas leis de operações - sujeito a invenção.

Identificada esta atividade, passou-se a usá-la conscientemente, pela pergunta: "Como é possível tornar o familiar estranho, aqui?".

O período 1958-1961 caracterizou-se pelo desenvolvimento de mecanismos operacionais definidos para "tornar o familiar estranho".

Depois que a prática de buscar e sustentar uma analogia foi notada nas gravações, ela foi testada pelo uso de mecanismos conscientes e produziu resultados excitantes. Várias formas de analogia, posteriormente substituídas pelo conceito mais inclusivo de metáfora, se transformaram nos mecanismos operacionais de Synectics.

A capacidade de brincar, de sustentar um desejo infantil emergiu como uma condição psicológica de tornar o familiar estranho. Entretanto, palavras como "brincar" e "irrelevante" são operacionalmente sem sentido e em 1958-59 voltou-se a atenção dos estados psicológicos recorrentes e das condições que os sustentam para um estudo daqueles mecanismos que ajudariam a tornar o familiar estranho. Três tipos gerais de mecanismo para "brincar" emergiam destes estudos:

- 1 - "brincar" com palavras, com significados e definições.
- 2 - "brincar" desafiando uma lei fundamental ou "tirando de foco" um conceito científico básico.
- 3 - "brincar" com metáfora.

"Brincar" com metáfora é um dos mais frutíferos mecanismos que podem ser utilizados para tornar o familiar estranho. Como uma extensão especial da metáfora fez-se considerável uso de analogia, isto é, comparações entre coisas com funções semelhantes e formas diferentes.

Excitante como possa parecer para grupos de Synectics o fato de serem bem sucedidos em tornar o familiar estranho, isto não constitui um fim em si mesmo. O fim é um modelo funcional, prático, do produto da invenção, da mesma forma que o resultado final de uma idéia narrativa não é a idéia, mas a novela na qual ela é transformada.

A partir de 1961 é que o uso dos mecanismos foram definidos e formalizados nas etapas sequenciais atualmente utilizadas nos programas Synectics. Foi possível desenvolver esquemas didáticos altamente eficazes na transferência da técnica e atingir-se uma completa compreensão da utilidade específica e aplicação de cada mecanismo a vários tipos de situação e estilo de solução de problema, assim como uma compreensão do modo pelo qual os mecanismos funcionam em suas mútuas relações.

Acompanharemos aqui uma sessão de Synectics, começando com um problema específico e percorrendo todos os estágios sequenciais do processo, até chegar a uma solução de validade prática. Na coluna à esquerda descreve-se, de forma sumária, o conteúdo de cada estágio, enquanto que na coluna da direita teremos a oportunidade de apreciar as diversas nuances que o problema vai apresentando à medida em que percorre cada um dos estágios.

| ESTÁGIO | RESULTADO DA SESSÃO |
|--|--|
| <p>1 - O PROBLEMA APRESENTADO (PA)</p> <p>O enunciado original do problema é a apresentado pelas pessoas envolvidas, com um relato de, pelo menos, duas tentativas mal sucedidas de solução do problema, e o porquê do seu insucesso.</p> | <p>Constitui problema de difícil resolução o combate eficaz aos incêndios causados por aterrissagem forçada de aeronaves.</p> <p>Os incêndios a bordo das aeronaves têm, quase sempre, um desfecho fatal, com a perda total de vidas dos passageiros e tripulantes. Os primeiros segundos imediatamente após surgir o fogo são os mais decisivos. Os equipamentos convencionais de combate ao fogo existentes nos aeroportos, não conseguem chegar com a devida rapidez até a aeronave em chamas.</p> <p><u>1ª tentativa:</u> "Estacionar, em caráter permanente, uma série de caminhões do Corpo de Bombeiros em posições estratégicas no aeroporto."</p> <p><u>Crítica:</u> "Esses caminhões interfeririam com as normas de segurança das decolagens e aterrissagens".</p> <p><u>2ª tentativa:</u> "Instalar um sistema "sprinkler" de tubulações cobrindo todas as pistas do aeroporto. O fogo derreteria a substância que obstrui as centenas de orifícios do encanamento, fazendo esguichar espuma química extintora sobre o avião."</p> <p><u>Crítica:</u> "O custo da instalação e manutenção, seria proibitivo."</p> |
| <p>2 - ANÁLISE DA ESSÊNCIA (AE):</p> <p>Este é o processo de identificação da essência do problema.</p> <p>a) Enuncia-se a síntese do problema apresentado.</p> <p>b) Identifica-se um aspecto específico deste problema.</p> <p>c) Verifica-se se este aspecto é realmente específico, ou seria comum a outras coisas ou situações alheias ao problema.</p> <p>d) Identificam-se as discrepâncias entre o problema e o exemplo correlato.</p> <p>e) Depura-se a essência do problema, especificando-o de forma a excluir exemplos correlatos.</p> | <p>a) "Como fazer o equipamento de combate ao fogo chegar ao local do incêndio com extrema rapidez?"</p> <p>b) "O avião que aterrissa está em chamas, mas também em movimento."</p> <p>c) "Que outras coisas ou situações podem estar em chamas e em movimento concomitantemente? Uma locomotiva, por exemplo."</p> <p>d) "A locomotiva em chamas é um fogo sob controle, embora em movimento. Um avião em chamas é praticamente uma bomba. Tão logo o fogo atinja o tanque de combustível, a aeronave explodirá como uma bomba."</p> <p>e) "O avião aterrissando em chamas é um incêndio em movimento e pode explodir a qualquer momento."</p> |

| ESTÁGIO | RESULTADO DA SESSÃO |
|--|--|
| <p>3 - O PROBLEMA ENTENDIDO (PE)</p> <p>É um simples enunciado da essência do problema apresentado.</p> | <p>"Como fazer com que o sistema de combate ao fogo apareça instantaneamente (como por um passe de mágica) antes que o avião estoure como uma bomba?"</p> |
| <p>4 - ANALOGIA DIRETA (AD)</p> <p>É o mecanismo fundamental para desenvolver novos contextos sob os quais o problema entendido (PE) poderá ser examinado.</p> <p>Utilizamos metáforas (simples comparação entre duas coisas ou conceitos) para distanciar-nos do problema entendido (PE), o bastante para visualizar o problema (que já nos é familiar) sob novos contextos não-familiares.</p> | <p>Uma pergunta evocativa é aquela que exige uma resposta metafórica (em lugar de uma resposta lógica, analítica).</p> <p>A pergunta evocativa para obter uma Analogia Direta (AD) seria:</p> <p>"Qual a coisa mecânica que surge instantaneamente logo que se torne necessária?"</p> <p>Resposta por Analogia Direta (AD):</p> <p>"Um guarda-chuva aberto. Sempre que você necessitar de sua proteção, basta um simples gesto para abri-lo instantaneamente."</p> |
| <p>5 - ANALOGIA PESSOAL (AP)</p> <p>Este mecanismo operacional é uma identificação empática com algum objeto ou coisa. O objetivo da Analogia Pessoal (AP) é fazer com que você "incorpore" a coisa, "entrando" para dentro dela e "sendo" a própria coisa. Você verbaliza tudo o que seu corpo e seus músculos "sentem" ao se incorporarem naquele objeto.</p> | <p>A pergunta evocativa para obter uma Analogia Pessoal (AP) seria:</p> <p>"Imagine que você é um guarda-chuva que acaba de ser aberto sob uma violenta chuva. Como é que você se sente?"</p> <p>Resposta por Analogia Pessoal (AP):</p> <p>"Meu dono me abre em posição de combate. Reteso meus músculos e minha pele esticada prepara-se para repelir a chuva com o mesmo ímpeto com que ela me atinge. Eu tenho que investir contra a chuva porque minha pele é tão delicada que seria facilmente vulnerável, não fosse a minha combatividade. Por isso eu me ponho em guarda contra cada gota de chuva que desce para o ataque e esfacelo cada uma delas logo que se atira sobre mim."</p> |
| <p>6 - CONFLITO COMPRIMIDO (CC)</p> <p>Esta modalidade de metáfora é uma descrição alegórica, extraída da Analogia Pessoal (AP), contendo apenas duas palavras bastante genéricas.</p> <p>As duas palavras devem ser conflitantes e sugerir uma contradição inconciliável. Procure optar por palavras que apresentem o maior antagonismo possível entre si.</p> | <p>A pergunta evocativa para obter um Conflito Comprimido (CC) seria:</p> <p>"Quais os dois aspectos mais conflitantes que você é capaz de encontrar na sua Analogia Pessoal (AP)?"</p> <p>Resposta do Conflito Comprimido (CC):</p> <p>"O guarda-chuva, ao mesmo tempo que era agressivo, tinha pele delicada."</p> |

| ESTÁGIO | RESULTADO DA SESSÃO | | | | | | | | | | |
|--|---|-------------|--------------------|----------|--|---------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|---------|---|
| | <p>Exurgando a frase, extraímos as duas palavras mais antagônicas:</p> <p>"Agressor delicado"</p> | | | | | | | | | | |
| <p>7 - ANALOGIA DIRETA FINAL (ADF)</p> <p>O objetivo dessa excursão de <u>Sy-</u> <u>nectics</u>, através desses estágios <u>se-</u> <u>quenciais</u>, é ajudar-nos a nos trans- por fora do problema. Por isso, é indispensável que a sua ADF esteja mais distante do problema (ainda que aparentemente menos relevante ao pro- blema) do que a sua primeira AD (Es- tágio 4).</p> | <p>A pergunta evocativa para obter uma Analogia Direta Final (ADF) seria:</p> <p>"O que seria um exemplo de agressor delicado no mundo animal ou vegetal?"</p> <p>Resposta por Analogia Final (ADF):</p> <p>"A língua da rã. É macia e delicada. Contudo é capaz de disparar, fora da boca com incrível rapidez e trazer de volta os insetos voadores que ficaram presos nela."</p> | | | | | | | | | | |
| <p>8 - ANÁLISE DA ANALOGIA (AA)</p> <p>Você precisa descobrir as <u>essências</u> subjacentes na sua ADF. Não se <u>limi-</u> te a descrições superficiais. É des- ta análise que surgirá um novo con- texto. Portanto, é indispensável i- dentificar as <u>essências</u> da ADF.</p> | <p>"A rã tem uma língua comprida, que e la mantém enrolada dentro da boca. A língua da rãç dispara fora da boca tal qual a "língua-da-sogra" quando sopramos nela. Com a diferença de que a língua da rã se move para fora e dentro da boca com tamanha rapidez que não podemos surpreendê-la em mo- vimento senão mediante filmagem. Só através da projeção do filme notare- mos, por exemplo, que a ponta da <u>lín-</u> <u>gua</u> é mais larga e pegajosa que o resto dela. Uma boa <u>essência</u> seria: mais rápida que a vista."</p> | | | | | | | | | | |
| <p>9 - CORRELAÇÃO ALGÉBRICA (CA)</p> <p>Os elementos desta equação algébri- ca simples são:</p> <p>a ADF (Estágio 7). a essência da AA (Estágio 8). a essência do PE (Estágio 3).</p> <table data-bbox="470 1563 837 1635" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">ADF</td> <td style="text-align: center;">Essência PE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>Essência AA</u></td> <td style="text-align: center;"><u>X</u></td> </tr> </table> <p>Um novo contexto surgirá com a de- terminação da incógnita da equação. Não se preocupe se a sua CA lhe pa- recer um tanto fantástica ou absur- da. Se não o for, corre-se o risco de não se obter um resultado inova- dor. É possível que o resultado não passe de uma idéia a ser ainda com- plementada, ou surja uma simples <u>hi-</u> <u>pótese</u> de trabalho. Contudo, é pru- dente explorar exaustivamente vá- rias alternativas de CA antes de prosseguir na etapa seguinte, sob pena de perdemos a oportunidade de chegar a resultados mais eficazes.</p> | ADF | Essência PE | <u>Essência AA</u> | <u>X</u> | <p>Substituindo na equação algébrica sim- ples os "valores" já conhecidos, tere- mos:</p> <table data-bbox="890 1411 1316 1518" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>Língua de rã</u></td> <td style="text-align: center;">Sistema aparece</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mais rápida que</td> <td style="text-align: center;"><u>instantaneamente</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">a vista</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> </table> <p>A pergunta evocativa para determinar a incógnita seria:</p> <p>"Se o sistema de combate ao fogo do aeroporto funcionasse exatamente co- mo a língua da rã, o que substitui- ria a incógnita?"</p> <p>Resposta por Correção Algébrica (CA):</p> <p>"Eu vejo uma rã gigantesca sentada na <u>torre</u> de controle do aeroporto. Sem- pre que houver uma emergência de in- cêndio, a rã dispara a língua e apa- ga o fogo com a ponta molhada e pega- josa. Esta é a incógnita da equação."</p> | <u>Língua de rã</u> | Sistema aparece | Mais rápida que | <u>instantaneamente</u> | a vista | X |
| ADF | Essência PE | | | | | | | | | | |
| <u>Essência AA</u> | <u>X</u> | | | | | | | | | | |
| <u>Língua de rã</u> | Sistema aparece | | | | | | | | | | |
| Mais rápida que | <u>instantaneamente</u> | | | | | | | | | | |
| a vista | X | | | | | | | | | | |

| ESTÁGIO | RESULTADO DA SESSÃO |
|---|---|
| <p>10 - PONTO DE VISTA PRÁTICO (PP)</p> <p>Este é o estágio final nesta excursão para resolução de problemas via Synectics. Aqui as metáforas, a fantasia e todos aqueles subsídios aparentemente irrelevantes são somados para examinar o problema sob um prisma totalmente diferente dos estágios anteriores.</p> <p>As alternativas construtivas irão surgindo e preenchendo os claros do quebra-cabeça.</p> | <p>A pergunta para obter um Ponto de Vista Prático (PP) seria:</p> <p>"Como é que podemos aplicar na prática essa ideia da língua da rã? Como podemos utilizar essa rã gigantesca para dominar incêndios de uma forma prática?"</p> <p>Resposta do Ponto de Vista Prático (PP):</p> <p>"Bom, nós estávamos falando de a língua da rã poder atirar-se longe, e isso me faz pensar que talvez não fosse necessário nenhum equipamento de combate ao fogo. Eu me concentrei na ponta da língua da rã e imaginei que poderíamos usar um canhão, colocado na torre, que atiraria balas especiais contendo espuma química extintora. Todo o aeroporto poderia ser dividido em pequenos quadrados, tal como um tabuleiro de xadrez. Quando um incêndio irrompesse em qualquer desses quadrados, essa informação automaticamente alimentaria o computador, que instantaneamente acionaria o canhão, disparando balas de espuma na direção desejada, com grande precisão. A medida que o avião incendiado percorresse vários quadrados da pista, iria recebendo uma saraivada de novos projéteis de espuma extintora."</p> |

TEXTO 3 - O desenho industrial como instrumento de redução de custo.
Revista Dirigente Industrial, out./1976.

A empresa industrial brasileira está hoje comprimida entre duas forças: por baixo, os preços das matérias-primas e insumos em constante ascensão; por cima o controle de preços exercido pelo Governo dentro de sua política anti-inflacionária. Resta à empresa viver o desafio permanente de manter os custos o mais baixo possível, para garantir lucros razoáveis. Toda contenção de custos exige, principalmente, planejamento e cautela, - mal conduzida levará a resultados nulos, senão desastrosos.

Neste artigo, baseado nas experiências de J. G. Knapp, presidente da Knapp Design Associate, dos Estados Unidos, mostramos, em linhas gerais, um caminho para as indústrias: o emprego do desenho industrial, associado a uma estratégia global de redução e eliminação de custos. Os resultados, muitas vezes, podem ser surpreendentemente significativos.

A redução de custos numa empresa industrial pode ser resultado tanto de um aumento da eficiência quanto da eliminação de custos desnecessários por meio de mudanças no projeto. Ambas as coisas podem ser conseguidas em um programa global. É exatamente esse tipo de programa que J.G.Knapp defende. E, para iniciar a discussão de problema, propõe a pergunta: "Como obter uma substancial redução de custos de fabricação de um produto, aumentando sua funcionalidade, melhorando sua aparência e, conseqüentemente, aumentando suas vendas?". E já dá a resposta, categoricamente: "Empregando o desenho industrial".

Claro que isso exige o emprego de um método de ação, capaz de compatibilizar esse "embelezamento" do produto com um alto grau de eficiência e um custo reduzido. O que Knapp propõe é a formação, em primeiro lugar, de uma equipe de trabalho composta de desenhistas industriais, engenheiros, economistas e modelistas - que de forma integrada, procurará desenvolver projetos que resultem em:

- Um produto com apelo comercial.
- Um produto com custos de fabricação inferiores, ou, pelo menos, iguais aos dos produtos anteriores.
- Um produto que seja compatível com a imagem pública da indústria fabricante.

Constituída essa equipe, o ponto fundamental, base para início de qualquer trabalho, serão as informações sobre o produto, as quais devem ser factuadas e documentadas. É necessário estabelecer nessa fase, sua finalidade, função e utilidade.

Compreendida a função do produto, coloca-se a questão: "Existe outra maneira?". Nesse ponto, não se está decidindo uma maneira melhor, mas simplesmente como poderiam ser definidas outras funções para o mesmo produto.

Normalmente, o desenhista industrial limita sua atenção às partes relacionadas à aparência externa. Em produto parcial ou totalmente funcional, no qual um acabamento externo completo é impossível, o projetista deve examinar cada possibilidade factível para a função requerida de cada parte. Geralmente descobrirá que o custo da função principal de determinada peça é menor que o de peças que tem função secundárias - representando muitas vezes, custos não necessários. Desse modo, em cada caso ele perguntará:

- a) Isso é necessário?
- b) De que outra forma pode isto ser feito?
- c) Isto poderia ter um custo menor?

Procedendo desta forma, de maneira sistemática, comparando os custos de cada alternativa, o projetista vai delimitando as áreas de remoção de custos desnecessários. Poderá, então atacar os problemas específicos, removendo ou reduzindo, por meio de inovações, as partes situadas em posição secundária no quadro de custos funcionais.

Ao mesmo tempo que desenvolve o projeto, ele indagará, permanentemente: "Este detalhe é necessário ou é possível manter um bom apelo comercial de forma diversa, isto é, com raio maior, tolerância maior, outra disposição das partes, substituindo o material, usando uma cor só em vez de duas, etc.?"

Soluções

Para cada projeto há mais de uma solução aceitável. E o projetista, consciente da problemática de custos, deverá pesar cada idéia cuidadosamente, antes de adotar um procedimento ou outro. Às vezes, poderá até recomendar um custo mais elevado para um item e reduções substanciais em outros, de forma que o custo final será inferior. Tudo vai depender das características que se deseje conservar ou intensificar no produto.

De modo geral, os desenhistas industriais e suas equipes empregam diferentes técnicas para cortar os custos desnecessários. As principais são:

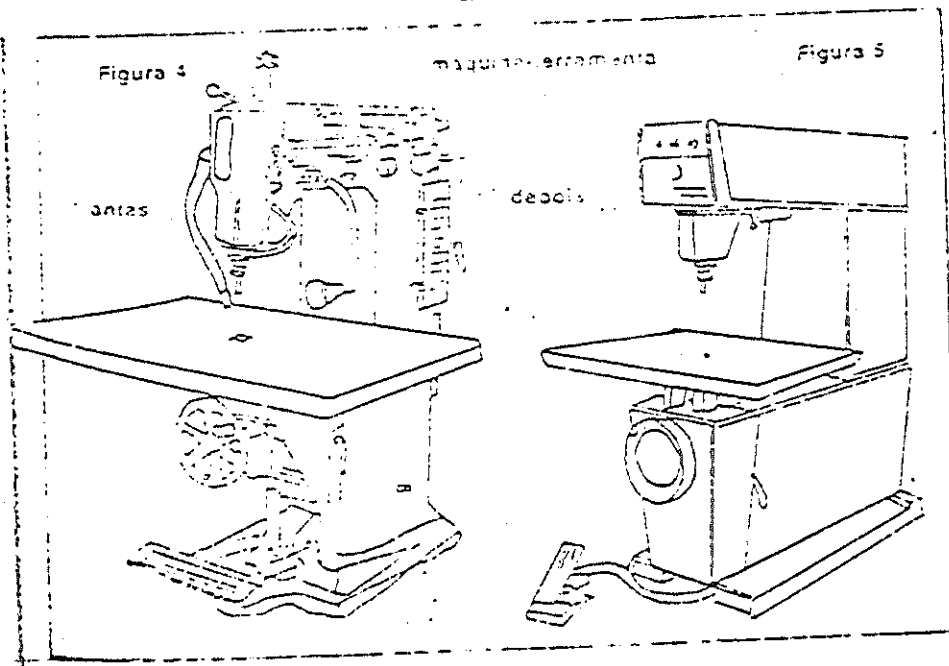
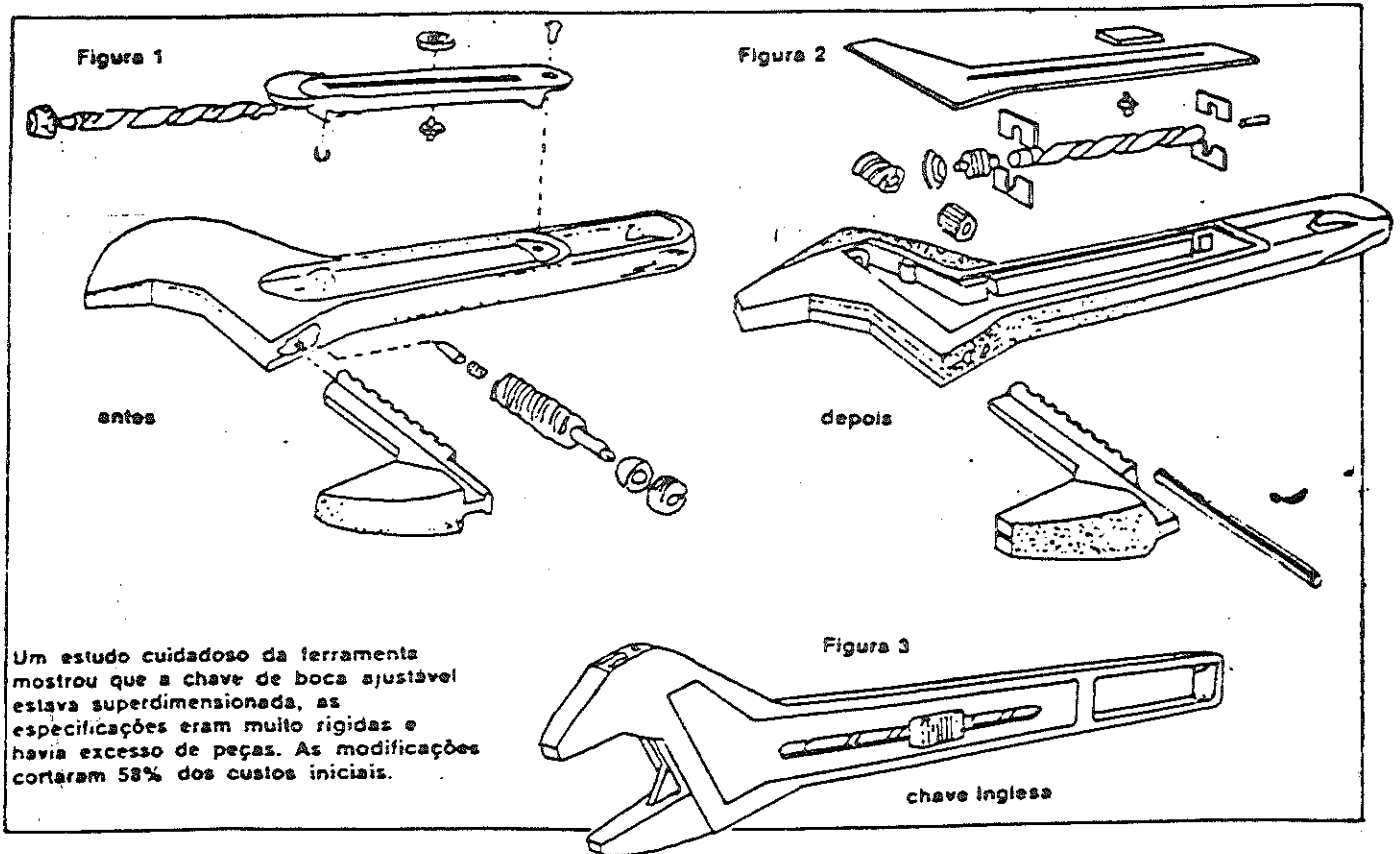
- Reunir todas as informações e dados.
- Usar custos-padrão apurados.
- Avaliar monetariamente as partes funcionais.
- Desenvolver as especificações.
- Utilizar as tolerâncias máximas.
- Avaliar por comparação.
- Analisar o demonstrativo de custos.
- Exercer uma atitude criativa.

J. G. Knapp, pesquisando casos reais, nos quais os projetistas desempenharam um papel efetivo na redução dos custos, selecionou dois:

- 1) Uma máquina-ferramenta (furadeira de alta-velocidade) cuja reformulação permitiu a redução de 15% nos custos, representando, ao fabricante economia de 60 mil dólares anuais.
- 2) Uma chave inglesa, cujas modificações cortaram 58% dos custos iniciais, a empresa produtora estima em 200 mil dólares para cada 100 mil unidades fabricadas.

Nesse segundo caso, (figura) após, cuidadoso estudo, o desenhista industrial concluiu que era preciso reformular o projeto da ferramenta: o produto original saía a um custo que não permitia sua comercialização em termos competitivos; a chave de boca ajustável estava super dimensionada; as especificações eram excessivamente rígidas; a montagem seletiva; e havia excesso de peças.

Para chegar a isso, e, posteriormente, ao novo projeto, foi estabelecido um programa de ação, com oito etapas:



I. Informações

- 1) Informações necessárias sobre o mercado:
 - a) Quem é o consumidor?
 - b) Qual é o mercado anual?
 - c) Geograficamente, onde se localiza o mercado?
 - d) Qual o preço de varejo dos produtos similares?
 - e) Qual o preço estabelecido para o varejo de uma nova chave com as características das nossas?
- 2) Produção da chave original:
 - a) Quantidade vendida mensalmente
 - b) Custo de fabricação da chave antiga
 - c) Custo peça por peça
 - d) Listagem do processo de fabricação por fases
 - e) Descrição das operações de montagem e indicação de quanto tempo leva cada passagem
 - f) No tempo total de fabricação, qual é o empregado, percentualmente, na montagem?

II - Avaliação das Informações (definição de problemas)

- 1) Marketing:
 - a) O volume do mercado justifica a utilização de métodos mais eficientes de fabricação?
 - b) Comparação com ferramentas similares em função, utilidade, interesse profissional e custo.
- 2) Produção da ferramenta atual:
 - a) Normas, materiais e tolerâncias
 - b) Comparação do custo de fabricação com o de produto similar.

III - Pesquisa

- 1) Funções:
 - a) Em sua totalidade
 - b) Peça por peça
- 2) Desenvolvimento de um demonstrativo de custos
- 3) Desenvolvimento de uma relação de custo funcional

IV - Solução criativa do problema

- 1) Idéias e relatórios
- 2) Avaliação, por comparação rápida, em termos de função e custo
- 3) Seleção das duas melhores maneiras de realizar a principal função de cada parte
- 4) Seleção dos dois métodos mais lógicos de produção de cada peça
- 5) Desenvolvimento de um conceito de estilo para cada uma das duas melhores propostas de custo-função.

- V. Produção de desenhos de engenharia de projeto dos conceitos de estilo selecionados
- VI. Produção de um modelo
- VII. Revisão dos desenhos de engenharia de projeto
- VIII. Levantamentos de preços junto aos fornecedores de matérias-primas.

A MÁQUINA-FERRAMENTA

O Exemplo da Máquina-Ferramenta é um dos mais interessantes para demonstrar o papel do desenho industrial na redução dos custos. O fabricante enfrentava dois problemas seríssimos: custos crescentes e vendas em declínio. O diretor de vendas consultado disse crer, que com uma aparência melhor, a máquina poderia vender mais do que outra que fosse apenas funcional. Em resumo: havendo duas máquinas igualmente funcionais, uma feia e outra bonita, a bonita venderia mais. O conceito era revolucionário. Na época em que foi emitido costumava-se dizer: "Tal produto é vendido em razão de seu desempenho - ninguém se preocupa com a aparência".

O fabricante, por sua vez também não tratava de melhorar o acabamento externo de sua máquina, acreditando que isso custaria mais. Então depois de ouvir o diretor de vendas, perguntou ao desenhista industrial se este seria capaz de melhorar a aparência do produto sem aumentar os custos. O projetista disse que sim - e começou um programa de reformulação. Tempos depois, saía a nova máquina-ferramenta. E a revista Design News publicava o seguinte: "A reestilização desta furadeira melhorou sua aparência e acesso aos controles de operação e o conforto do operador. Ao mesmo tempo reduziu em 50% o custo de usinagem. O problema era manter as funções básicas, aprimorar o aspecto externo proporcionar melhores condições de acesso aos controles e conseguir tudo da maneira menos custosa e ainda dando mais conforto para o operador".

No final obteve-se a redução de 15% nos custos totais de produção. E as vendas aumentaram 100%.

J. G. Knapp conclui: "O importante é lembrar que o papel do desenho industrial na redução de custos recebe influências das premissas estéticas, do apelo de vendas, da função do produto, do prestígio da empresa e da habilidade dos dirigentes na execução do programa. Resultados bons são conseguidos apenas com a atitude certa, objetivando metas corretas com trabalho árduo, determinação e cooperação. A definição das metas atingíveis requer boa informação, trabalho em equipe, envolvendo os profissionais da direção e dos departamentos de marketing, engenharia, produção e projeto industrial. Nenhum deptº isolado pode obter um máximo de redução de custos sem o apoio e a cooperação de todos os envolvidos, incluindo-se, obrigatoriamente, a alta direção.

TEXTO 4 - Texto extraído da Revista Exame

Identificar os custos desnecessários, que nada acrescentam ao produto, é uma técnica de produção de custos, conhecida como "Análise de Valor", apresentada neste artigo de Paulo Jacobsen. A General Electric, dos Estados Unidos, foi a primeira empresa a aplicar o método, que traz reduções de custo iguais ou superiores a 90%.

"Você tem certeza?", perguntou o espantado diretor de Produção da General Electric a Lawrence Miles. E, a seguir, acrescentou: "Ou você está ficando completamente doido ou nós vamos ter que analisar direitinho esta técnica, para aplicá-la na solução de outros problemas da empresa".

E foi exatamente o que fez Miles - engenheiro do setor de Desenvolvimento de Produto da GE americana, dedicando-se, nos anos seguintes, a desenvolver a técnica que ele chamou de "Value Analysis" ou "Value Engineering" (Análise de Valor), cujas virtudes foram confirmadas pela primeira vez num programa de redução de custos da empresa há mais de vinte anos atrás.

Anos mais tarde, os resultados alcançados por Miles - objeto de um livro de sua autoria editado em 1961 - tinham ido muito além da mais audaciosa expectativa. Em muitos casos, o aumento da produtividade no processo de fabricação, a redução de custos obtida ou a modificação e conseqüente melhoria do produto submetido à Análise de Valor chegou a níveis surpreendentemente satisfatórios. Em muitos casos, a técnica trazia reduções de custos iguais ou superiores a 90%.

A idéia central de Miles era simples: "Vamos esquecer um pouco o produto, e do que ele é feito, e vamos concentrar nossa atenção em suas funções. Por si só nada é caro ou barato. Custo é um conceito relativo. O importante é o valor adicionado ao produto e o custo desse acréscimo". A análise de Valor tem justamente como objetivo identificar os "custos desnecessários", aqueles que nada acrescentam à qualidade, ao uso, à aparência ou ao desempenho do produto.

A partir dessa idéia básica, desenvolveu-se uma técnica que vem apresentando resultados notáveis nos mais diversos campos, desde a produção, passando pelo marketing até a análise de sistemas e processo de administração geral das empresas. A marinha dos Estados Unidos, a NASA e diversas entidades públicas e estaduais e entidades municipais americanas já aplicam a técnica e exigem seu emprego por parte dos fornecedores e contratantes de serviços. Atualmente, milhares de engenheiros e consultores de empresas desenvolvem a análise de valor com as mais diversas finalidades na Inglaterra, Itália, França e Alemanha. Com a ênfase dada pelo II PND à necessidade de aumentar a produtividade das empresas, a aplicação da Análise de Valor no Brasil poderá trazer ótimos resultados para as empresas. Além disso, deve-se levar em conta também, o momento difícil vivido pelas economias mundial e brasileira, a partir de dezembro de 1973, quando foi deflagrada a crise de petróleo, com restrições de crédito e foram adotadas severas medidas de controle da inflação.

Anteriormente, sempre que ocorria um aumento nos custos dos insumos utilizados por uma empresa, ela simplesmente aumentava os preços de seus produtos na mesma proporção - e às vezes em níveis superiores ao da elevação de custos, para aproveitar o "ambiente de alta". Hoje esta solução simplista já não

é tão viável. Com a evolução do comércio internacional e as necessidades de desenvolvimento econômico, ela esbarra em três barreiras:

- a concorrência direta ou indireta de outros produtores;
- as limitações do mercado consumidor;
- as sanções impostas pela política econômica-financeira do governo.

A concorrência pode aproveitar os altos preços praticados por um produtor para entrar no mercado com vantagem competitiva (preços mais baixos ou produtos de melhor qualidade) e ocupar o lugar dos fornecedores originais. A nível internacional, este fenômeno - explorado até a exaustão em textos de economia - já reduziu muitas nações à extrema penúria. Quando não serviu, também, de estopim ou argumento de algumas guerras em passado não muito distante.

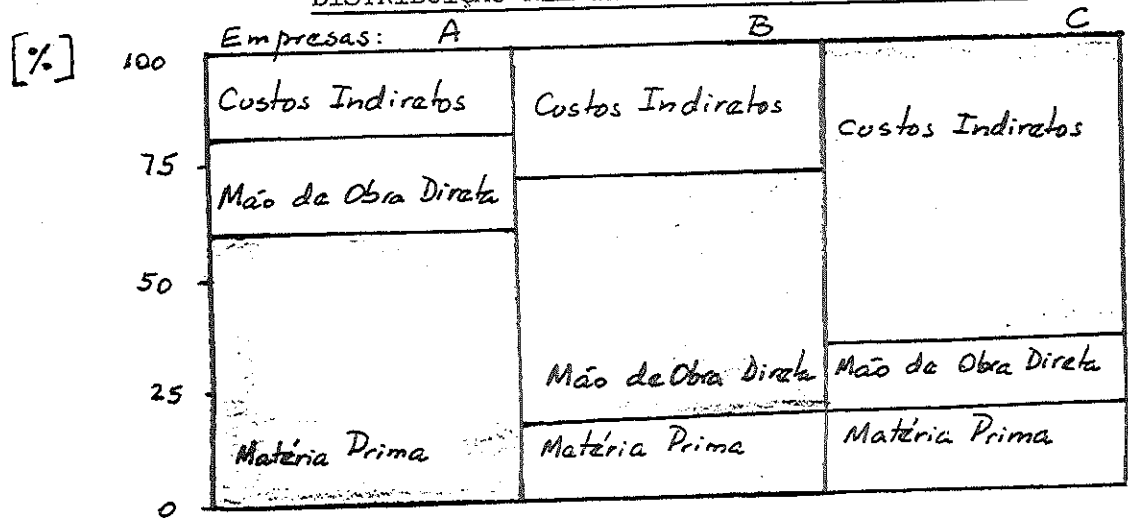
Além disso, elevações muito acentuadas podem ultrapassar o limite de aceitabilidade dos preços de um produto, sobretudo naqueles em que a elasticidade da demanda reage rapidamente às alterações de preços. Nesses casos o consumidor deixa simplesmente de comprar.

Nas economias modernas, todas submetidas a um maior ou menor controle do Estado, o produtor logo percebe que não pode mais transferir impunemente o aumento de custos para o consumidor. A intervenção do governo em monopólios e cartéis, as desapropriações nacionalistas, em muitos países e a implantação de sistemas de controle de preços - mesmo em países de tradição liberal como os Estados Unidos, - são exemplos históricos dessa intervenção programadora do Estado na economia interna das empresas.

A solução parece ser, então, o aumento de produtividade. Este é, por exemplo, o ponto de vista do governo brasileiro e a filosofia do órgão responsável pelo controle de preços, o CIP. Como se ataca tradicionalmente o problema de aumento de produtividade nas empresas? (O esquema usado na abordagem tradicional é apresentada no quadro acima).

No caso da empresa "A", o Material Direto (MD) é o elemento de custo preponderante no custo de fabricação com uma participação de 60%. Uma redução de custos nesse ítem de, digamos 15% pode representar uma redução global de 9% (15% de 60%), o que já é significativo. O gerente de produção vai então, tentar reduzir as perdas na produção, aproveitando melhor a matéria-prima empregada comprando mais barato, introduzindo modificações na tecnologia de produção e assim por diante.

DISTRIBUIÇÃO RELATIVA DOS ELEMENTOS DE CUSTO



Já na empresa "B", o fator crítico é a mão-de-obra, que responde por 60% dos custos globais. Nesse caso os dirigentes da empresa vão procurar reduzir o tempo de fabricação, diminuindo a participação homem/hora na produção, treinando os operários, controlando os tempos-padrões, modificando o "lay-out" para permitir uma melhor e mais rápida movimentação do produto em elaboração. A empresa poderia inclusive criar incentivos especiais e prêmios à produção.

Nas empresas tipo "C", gerentes e administradores estarão empenhados em reduzir os custos indiretos de manutenção, consumo de energia e supervisão na fase fabril - 60% dos custos totais. Nos setores administrativos e comerciais eles vão procurar diminuir os custos reformulando, por exemplo, políticas e canais de marketing, reduzindo o pessoal administrativo, etc.

Depois de todo esse trabalho, uma eventual redução de 10% nos custos unitários globais seria saudada com entusiasmo, como um resultado altamente significativo. Esta seria a maneira tradicional de reduzir custos com a finalidade de obter maior produtividade.

Mas o que faria a "Análise de Valor"?

A "Análise de Valor" abordaria o problema do aumento de produtividade de um ângulo totalmente diferente. Em primeiro lugar, ela procuraria esquecer o produto, tal como está sendo fabricado e comercializado no momento. Isto é, abandona a análise dos custos de produção e distribuição, concentrando a atenção apenas nas funções do produto (ou seja, as necessidades do consumidor que ele atende), hierarquizando-as a partir de sua importância relativa em termos de quantidade, qualidade e relevância. Se as funções, classificadas em principais e secundárias, não apresentarem uma relação equilibrada "custo x valor", é sinal que existem condições propícias para aplicar a técnica de "Análise de Valor".

A Electronic Industries Association (EIA) dos Estados Unidos, define a Análise de Valor como a aplicação sistemática de técnicas com o objetivo de:

- a) identificar as funções de um produto;
- b) fixar um valor para essas funções;
- c) prover funções ao menor custo possível;
- d) garantir qualidade igual ou melhor ao produto que é oferecido ao consumidor.

Lawrence Miles acrescenta ainda em seu livro "Techniques Engineering and Analysis": "É inerente à filosofia da Análise de Valor a conservação dos aspectos de utilidade e valor de estima do ponto de vista do consumidor e o valor de um produto é justamente menor quantidade de moeda que pudermos aplicar adquirindo ou fabricando um produto com as características apropriadas de uso e estima".

Frequentemente, uma série de custos inúteis são incluídos, no custo total de um produto, sem que se saiba. Na "Introdução ao Estudo do Trabalho" Miles cita esses custos desnecessários, lembrando que há sempre um custo mínimo irreduzível na obtenção do produto (ou de um outro, com funções equivalentes), ao qual se acrescentam:

- 1) Custos decorrentes de horas de mão-de-obra e de máquinas perdidas por deficiência de controle e programação. Esta é uma área a ser atendida pelo Planejamento e Controle de Produção (PCP), e que tem grande importância nas indústrias

de montagem ou que trabalham por encomenda;

2) Custos decorrentes de métodos de fabricação mal adaptados. Pode estar ocorrendo uma utilização inadequada de uma máquina ou de ferramentas não apropriadas para aquela operação. O fluxo de processamento pode estar errado ou o operário estar empregando métodos deficientes. O estudo de Métodos, Sistemas e de Tempos e Movimentos procura analisar esse tipo de problema.

3) Custos suplementares e, desnecessários devidos à erros de concepção, ou especificações inadequadas ao produto. Pode ocorrer, por exemplo, uma falta de estandardização eficientes, exigências exageradas com relação a acabamento, desenhos de projetos não voltados para os processos de fabricação mais econômicos. Aí se situa a área de atuação da Análise de Valor.

A diferença fundamental da abordagem deste último item em relação aos outros dois é que a análise é feita de fora para dentro, isto é, do consumidor para o produto. A concepção do produto depende essencialmente das exigências do consumidor. E 1 grama de concepção vale mais do que 1 quilo de controle de custos. Assim, a Análise de Valor começa a atuar justamente a partir do ponto onde param os métodos tradicionais de engenharia industrial.

Carlos Fallon, assessor de Análise de Valor da RCA Corporation, cita a Bíblia para explicar a técnica. "No Gênesis", diz elè, "Lê-se que Eva viu que os frutos da árvore eram bons para se comer, eram agradáveis aos olhos e traziam sabedoria". Aqui está Eva analisando as funções principais do fruto proibido.

- a) bom para comer;
- b) agradável aos olhos; e
- c) transmitem sabedoria.

Aliás, o comportamento de Eva representa a ordem de prioridades reinante ainda hoje. Embora, é claro, o custo das funções adquiridas não tenha com pensado seu preço. Qualquer dona de casa age como eficiente analista de valor quando entra num supermercado. Elas avaliam inexoravelmente o equilíbrio custo/valor, com muito mais bom senso do que os homens, procurando sempre o valor real das coisas que lhe oferecem.

Em síntese, a Análise de Valor consiste em aplicar uma abordagem funcional através das técnicas de criatividade. A abordagem funcional pode assumir várias formas (todas, espécies do mesmo gênero), já que estão voltadas para a análise funcional em detrimento do enfoque no produto. As técnicas de criatividade tem sido exploradas extensamente, destacando-se especialmente aquelas que apelam para o pensamento não-lógico ou imaginativo do homem.

A abordagem funcional pode ser exemplificada através da Análise de Valor de um prendedor de gravata. Examinando as funções do prendedor, é fácil perceber que ele tem funções de uso - como segurar a gravata, evitando que ela caia na sopa ou fique presa nas engrenagens de uma máquina.

Entretanto, parece óbvio também que um prendedor tem outras funções. A função "prender a gravata" é, evidentemente, a principal. Sem ela, se descaracterizaria completamente o prendedor como tal. Sem ela, certamente ninguém mais o compraria. Mas esta função, embora importante, pode muito bem ser desempenhada por um grampo, um alfinete ou um clipe de papel. Todos estes produtos custariam um centavo ou um pouco mais. A Análise de Valor concluiu en-

tão que o valor da função "prender gravata" é justamente um centavo. Mas, por que será que um prendedor custa mais, muito mais que um centavo?

Evidentemente porque não se está comprando apenas a função "prender gravata", mas também outras, secundárias, inócuas ao prendedor. O importante é saber que se está comprando ou produzindo outras funções, além da principal. Para o fabricante, é fundamental conhecer o custo adicional das funções acrescentadas à função principal.

Chega-se, então, a uma importante definição: "aproximamo-nos do Valor Máximo quanto menor for o custo das funções essenciais desempenhadas pelo bem ou serviço sob análise", Isto é, o valor varia inversamente com o custo, desde que não se descaracterizem as funções essenciais do produto. Aí está mais uma vez, a diferença fundamental entre um programa tradicional de reduções de custos, e um outro, que empregue as técnicas da Análise de Valor. É possível aumentar o valor sem necessariamente reduzir os custos, desde, é claro, que a função seja alterada qualitativa e quantitativamente. Assim, o resultado da Análise de Valor tanto pode ser uma redução de custos quanto uma melhoria da função, ou ambas as coisas, como acontece geralmente.

Um fabricante de ventiladores passa a produzir um ventilador com oito velocidades ao invés das três de seu modelo tradicional. Será que o aumento dos custos provocado por esta modificação é compensado por um aumento nas vendas pelo fato de o produto oferecer um maior número de funções?

Se o objetivo é desempenhar a função pelo custo mínimo, torna-se indispensável definir com clareza a função do produto. Na Análise de Valor as funções são sempre definidas com duas palavras (um verbo e um substantivo). Um exemplo: Produção de Lapiseiras. Uma análise de valor cuidadosa poderá indicar dezenas de funções - algumas óbvias outras nem tanto - para uma lapiseira (num trabalho em grupo conseguimos indicar trinta funções diferentes). Mas certamente a função grafite é a mais importante e pode ser definida por exemplo como "escrever palavras" ou "rabiscar traços". A vantagem da definição em duas palavras é que ela concentra a atenção na função e não no produto. Por outro lado, descrevendo a função com muitas palavras, corre-se o risco de se identificar várias funções e não apenas a principal, como seria desejável.

Um formulário de pesquisa de função (ver quadro acima) foi especialmente desenvolvido com a finalidade de analisar as funções de um produto. No formulário se atribui, a cada subunidade de um produto, um valor que será igual ao de sua alternativa mais barata. Voltando ao exemplo das lapiseiras: se a tampa (uma subunidade) é de metal, deve-se cotejar o seu custo com o custo de uma tampa de plástico (no caso, o pressuposto é que a tampa de plástico é a mais barata). Esse procedimento deve orientar a análise de valor de cada subunidade da lapiseira. Somente conhecendo a alternativa mais barata de fabricação de uma lapiseira - e, evidentemente, o mesmo raciocínio se aplica a qualquer produto - será possível conseguir uma efetiva redução de custos.

É comum a existência de empresas que resistem às oportunidades de inovação. Preferem continuar fabricando produtos já conhecidos e tradicionais, porque mudar é sempre um transtorno. As modificações de processos, linhas de produção, métodos e cronogramas de trabalho exigem imaginação e coragem. Quando a General Dynamics pediu a seus técnicos que projetassem uma nova válvula, eles simplesmente desenterraram, primeiro, as soluções dadas anteriormente ao problema de controle dos desníveis de pressão. Acontece que a válvula deveria ser uti-

lizada num equipamento que trabalharia a grandes profundidades e seu custo foi estimado em 5000 dólares. O superintendente da empresa alegou que este era o preço de um Cadillac e que, portanto, alguma coisa estava errada. E estava. A aplicação da Análise de Valor, através do estudo apurado de cada subunidade, mostrou que se poderia fazer uma válvula muito mais barata do que aquela projetada inicialmente.

A definição de funções pode ser feita através de vários níveis ou escalas de abstração. Para passar de um nível de abstração a outro, utiliza-se a Escala de Níveis de Abstração. A técnica consiste em fazer duas perguntas fundamentais: Como e para quê?

Quando se responde à pergunta como, baixa-se o nível de abstração. Ao contrário, quando se responde à pergunta para quê, eleva-se o nível de abstração. A tarefa seguinte seria descobrir as diferentes alternativas, com base nas respostas a estas perguntas. Um exemplo de nível de abstração mais elevado: quais são as alternativas disponíveis para "comunicar idéias?". Existem, entre outras, a televisão, o rádio, sinais de fumaça, o telefone, etc. Em nível menos abstrato pode-se dizer que as alternativas para "fazer marcas" são o giz, o carvão, caneta, sangue, cinzel, martelo, etc.

O objetivo da "Escala" é estimular a criatividade, facilitando o aparecimento de um número maior de idéias, sem se limitar à solução estereotipada do produto original. Não é difícil perceber que o problema deixou de ser, apenas, o de reduzir o custo de fabricação de uma lapiseira, e que toda a atenção está voltada para "a maneira mais barata de desempenhar uma função".

Essa análise sobre as funções essenciais do produto traz, muitas vezes, resultados surpreendentes. Aplicando a Análise de Valor a um dispositivo controlador da exposição ao sol das baterias solares de uma de suas naves, a NASA chegou à economia máxima de 100%. A análise mostrou que o dispositivo era plenamente dispensável.

A avaliação da função de um produto engloba três aspectos: uma definição de função, um conceito de valor, e uma análise criativa das alternativas. Em cada uma destas etapas devemos responder às seguintes perguntas:

- 1) O que é o produto?
- 2) O que ele faz?
- 3) Quanto custa?
- 4) Qual o valor das funções?
- 5) Quais as alternativas?
- 6) Quanto custarão as alternativas?

O que é o produto?

Parece uma pergunta óbvia, mas não é. Às vezes a resposta terá que ser procurada levando-se em conta vários aspectos do produto, pois ele só existe porque atende a uma finalidade. Não se pode esquecer ainda de produtos muito complexos que deverão ser divididos em subcomponentes, cada um com sua respectiva natureza.

O que ele faz?

Aqui deve-se tentar definir em duas palavras, as funções essenciais do produto. Toda e qualquer função atende, em última análise, a uma necessidade

evidente ou latente do consumidor. Acusa-se injustamente, a publicidade de criar necessidades artificiais. Mas, evidentemente, muitas vezes essas necessidades poderiam ser encontradas no produto, antes mesmo de ser anunciado.

Um fabricante de eletrodomésticos resolveu substituir a portinhola de um determinado produto, antes presa por dobradiças, por uma tampa plástica de encaixe. A função essencial da portinhola era dar acesso - aliás esporádico - ao depósito de pilhas e não necessitava ser aberto e fechada constantemente. Com isso conseguiu uma economia - em material e mão-de-obra - de 300.000 cruzeiros por ano.

Quanto custa?

Aqui deve ser feita uma completa análise de custos. Itens como material, mão-de-obra, tempo de processamento, tem que ser necessariamente levantados, pois servirão como elemento de comparação e critério de avaliação das alternativas sugeridas mais tarde.

Qual o valor das funções?

Esta é a fase mais difícil e que exige maior cuidado da equipe de analistas. Neste momento, os analistas começam a se preocupar exclusivamente em obter a função do produto a custos mínimos. Alguns dos caminhos que levam a essa resposta são, entre outros:

- 1) Comparar com um produto de aparência física similar;
- 2) Comparar com produtos de propriedades semelhantes;
- 3) Comparar com produtos que exijam processos de fabricação semelhantes;
- 4) Desdobrar o produto original em áreas funcionais e retomar a análise para cada componente;
- 5) Calcular o custo da quantidade mínima de material necessário para que o produto desempenhe sua função.

A Análise de Valor aplicada a um botão giratório de um interruptor mostrava que o valor da função era mínima. Tratava-se de tornar visível a posição correta de interruptor e conseguia-se isso colocando-se uma lista vermelha. A lista representava um acréscimo de Cr\$ 0,20 no preço do produto.

O valor da função era muitíssimo menor e o botão acabou por mudar de formato - passou a ter a forma de uma seta ao invés de ser semi-esférico. A lista vermelha foi eliminada e o fabricante teve uma economia substancial.

Quais as alternativas?

Nesta fase, o uso intensivo de técnicas de criatividade é estimulado. É muito importante frisar que as alternativas devem ser abordadas livremente e sem preconceitos. Por enquanto não se pergunta quanto custará a alternativa e nem mesmo se ela é viável, sob pena de se desestimular a criatividade.

A criatividade na Análise de Valor é desenvolvida, geralmente a partir de um Comitê de Análise de Valor, orientado por um coordenador-analista. É fundamental que o grupo tenha as informações essenciais sobre o problema, mas se ele for constituído apenas por especialistas da área que está sendo estudada, talvez não se consiga o clima de livre criatividade indispensável.

Um advogado não teria vergonha de perguntar por que se forjam as peças de um produto. Nem se envergonharia de perguntar "Afinal, o que é forjar uma peça?" Certamente um engenheiro jamais faria esta pergunta. Assim, talvez, se perdesse a oportunidade de verificar se a forja é realmente essencial para se obter a função desejada no produto.

Quanto custarão as alternativas?

Esta é a etapa final que levará à escolha da alternativa mais recomendável. Não se deve esquecer, no entanto, o conceito do valor já descrito. Uma alternativa pode ser mais cara e ainda assim ser a mais recomendável, se acrescentar "valor" ao produto através da inclusão de novas funções ou ampliação das já existentes. Um exemplo típico: uma indústria decide comprar uma chapa de aço mais cara do que aquela que compra habitualmente. Mas com a nova chapa ela economiza mão-de-obra no acabamento e faz um produto de melhor qualidade e apresentação. A comparação entre o custo adicional e a redução da mão-de-obra empregada mostra uma vantagem líquida anual de alguns milhares de cruzeiros.

O ex-prefeito de Curitiba, atual coordenador da Área Metropolitana do Rio de Janeiro, Jaime Lerner, aplicou - talvez sem o saber - a Análise de Valor quando chegou à fórmula do "Metrô Botucudo". Qual é a função de um metrô? Transportar grande número de passageiros com rapidez. Mas quais são os custos na construção de um metrô? Altíssimos. Que alternativa poderia ser usada para transportar grande número de passageiros a custos mais baixos que um metrô? Lerner imaginou então que se fosse construída uma avenida onde os ônibus pudessem trafegar livremente (sem sinais de trânsito), que ligasse o centro da cidade aos bairros, o problema estaria resolvido. A avenida é circular, atende toda a cidade e nela só podem circular ônibus. O problema estava resolvido sem que para isso tenha sido gasta a fábula de dinheiro que a construção de um metrô exige. Uma rápida visita ao Metrô de Moscou deixa logo a impressão de que não seria necessário tanto mármore para transportar passageiros - função principal - e que talvez a solução encontrada tenha outras funções secundárias, tais como impressionar os visitantes de países capitalistas. A abordagem do prefeito Jaime Lerner foi diferente. Ele identificou a função principal - transportar passageiros a uma velocidade média de "x" quilômetros horários, com comodidade suficiente para desestimular o uso (e abuso) do transporte individual por automóveis. Ora, para isso não é necessário fazer um buraco no chão, astronomicamente caro, e muito complexo, tanto no ponto de vista administrativo quanto do ponto de vista operacional.

Há alguns anos atrás jamais se pensaria em copos e pratos de papel. Na louça de porcelana se misturam valores de uso e de estima e demorou até que alguém aplicasse o raciocínio cirativo implícito na Análise de Valor. Também nas pesquisas sobre embarcações, em que o casco é substituído por um colchão de ar, fica evidente que a pergunta mudou de "como andar mais rapidamente" para "como eliminar atrito".

Existem muitos artigos que precisam urgentemente ser submetidos a uma Análise de Valor. Amplos programas de pesquisa e investimentos governamentais muitas vezes não conseguem responder às perguntas essenciais: para que serve? quanto custa? qual o valor do que é obtido?

O que se sabe é que os recursos disponíveis para operar um negócio, uma entidade ou uma cidade sempre foram e serão cada vez mais escassos. É provável que este problema se acentue à medida que novas oportunidades se tornem

mais viáveis, com o desenvolvimento tecnológico. Haverá sempre perdas e desperdícios em qualquer sistema econômico, seja qual for seu tamanho e objetivo. No entanto a Análise de Valor pode ser introduzida como elemento permanente de alerta e de alternativas para que se faça mais, gastando menos.

TEXTO 5 - A Análise e a Engenharia de Valor aplicadas ao projeto de fixadores.

Dirigente Industrial, Março - 1985.
Colenci Jr., A.

A ANÁLISE E A ENGENHARIA DE VALOR APLICADAS AO PROJETO DE FIXADORES

A Análise de Valor é um esforço sistemático para se atingir o desempenho ótimo de produtos, sistemas ou serviços promovendo sua função principal a custos mais baixos.

Desenvolvida por Lawrence Miles, em 1947, essa metodologia, devidamente compreendida e corretamente aplicada, tem produzido significativas mudanças na concepção básica de projetos, conduzindo a níveis de desempenho similares ou melhorados, a custos relativamente menores.

Basicamente, a Análise de Valor compreende o espírito crítico, questionador, com a saudável contestação que analisa e avalia determinada concepção e que sistematicamente busca soluções alternativas que possam atender a função requerida. Caberá, entretanto, a Engenharia de Valor, através do conhecimento científico e/ou tecnológico, criar e materializar as soluções alternativas, concebendo e produzindo as novas formas.

Dentro dessa idéia básica e dirigindo o estudo de Análise e Engenharia de Valor à fixação rígida e intercambiável de elementos mecânicos, passaremos a observar alguns casos, a título de exemplificação:

01) Parafuso de Roda

Destacado fabricante de um popular tipo de automóvel, após a fabricação de milhões de veículos, foi indagado sobre a razão de estar aplicando cinco parafusos especiais na fixação das rodas ao cubo.

A resposta à questão certamente não foi convincente e provocou uma busca por soluções mais razoáveis. Após seus estudos decidiu-se por:

- reduzir o número de parafusos aplicados por roda;
- reduzir as dimensões (miniaturizar) os parafusos;

Isso certamente, como decorrência de uma completa revisão dos conceitos tecnológicos relativos à fixação, usando-se elementos rígidos e intercambiáveis; o que numa escala ampla, permitiu atualizar conhecimentos relativos aos incrementados níveis de qualidade dos fixadores, oferecidos pela inovação em processos de produção e, pelos novos ensaios e testes aplicados. Sua evolução tem permitido estabelecer com a confiabilidade necessária, menores e adequados valores para os coeficientes de segurança do projeto.

Aparentemente a redução do número de parafusos por roda, passando de cinco para quatro, pode representar muito pouco para um grande fabricante de automóveis mas, a projeção anual dessa inovação se tornará bastante expressiva, uma vez que os benefícios quantificáveis e não quantificáveis se estenderão a diversos outros aspectos, como:

- economia no tempo de montagem das rodas;
- economia no ferramental de estampagem das rodas (menos punção, menos matriz de corte);
- economia de energia dispendida na estampagem (menos esforço requerido);
- redução de custo na operação de rosqueamento interno do cubo (usinagem pro-

blemática);

- diminuição do peso do veículo (menos consumo de combustível, menor incidência de impostos);
- redução no custo unitário do produto devido a calculada adequação dimensional, sem prejuízo de sua resistência mecânica.

Enfim, uma decisão que permitiu um resultado expressivo sem afetar o desempenho do sub-sistema estudado.

02) Parafusos de Alta Resistência

Muitas vezes o analista ao se concentrar num sub-sistema ou num único item, acaba perdendo a visão global do benefício frente a todo o sistema.

Esse tipo de bloqueio deve ser contornado pois no caso específico de fixadores, a economia advinda de reduções no custo unitário do produto é relativamente menor frente aos custos do projeto. Mais ainda, a aparente economia advinda do uso de fixadores de menor resistência ou de procedência pouco confiável pode conduzir ao comprometimento de todo o projeto.

O critério de escolha dos fixadores deve apoiar-se, como condição mínima, no atendimento das especificações requeridas. Quanto a isso, caberá ao projetista a responsabilidade de estar atualizado quanto ao "estado da arte" da tecnologia de fixação. A avaliação dos produtos, entretanto, deve apoiar-se nos critérios de confiabilidade.

Entendendo confiabilidade como a aptidão de um item de não falhar durante o uso ou, a confiança, que em tese, se deposita num produto, quanto ao seu desempenho ou não, sob determinadas condições ou ainda, como a probabilidade de um item desempenhar a função requerida, sem falhar, dentro de um dado intervalo de tempo e sob as condições previamente estabelecidas e consideradas no projeto.

Esse deve ser o parâmetro básico de decisão.

A aplicação de parafusos de cabeça cilíndrica com sextavado interno, de alta resistência, fornecidos por fabricante capaz de garantir qualidade (12.9, por exemplo), ainda que de custo unitário relativamente maior do que outros parafusos padronizados, pode acarretar significativas reduções de custo em projetos.

Seu alto nível de resistência permite suportar elevadas solicitações à tração simples e à tração-torção, o que significa:

- uma maior capacidade de ser solicitado à forças axiais e conseqüentemente, de proporcionar uma mais adequada união (maior "clamping load");
- devido a uma maior força axial aplicada, resultará uma componente normal a ela, que multiplicada pelo coeficiente de atrito das superfícies das juntas em contacto, acarretará uma força capaz de anular (ou diminuir a níveis suportáveis) os efeitos de uma força transversal de cisalhamento.
- possibilidade de aplicar-se uma pré-carga de maior nível, capaz de minimizar as conseqüências de um carregamento dinâmico e seus graves efeitos (entre eles, a fadiga) sobre o produto.

Devido a isso, como mostram as figuras (1), (2), (3) e (4) é possível obter-se uma miniaturização de um sub-sistema, sem prejuízo do desempenho, ou, evitar-se recorrer-se a soluções não econômicas como mostram as figuras (5) e (6).

Embora diversos autores venham sugerindo o uso dessas duas últimas alternativas, como soluções possíveis para melhorar o desempenho dos parafusos à solicitações transversais (cisalhantes), convém lembrar que tais sugestões, no que se refere à fabricação, são economicamente impraticáveis. Do ponto-de-vista da Análise e Engenharia de Valor são pouco atraentes pois introduzem grande dificuldade na fabricação, o que acarretará custos maiores do que a função requer.

De início, convém lembrar que parafusos não devem ser submetidos diretamente a esforços cisalhantes. Melhor solução será aplicar-se parafusos com maior resistência mecânica, o que permitirá a aplicação de uma força axial maior e, em consequência, uma componente normal capaz de anular (ou reduzir a limites suportáveis) os efeitos da solicitação transversal. O maior custo desse tipo de parafuso será, entretanto, muito menor que o custo das soluções que tem sido propostas.

03) Estudo de um Caso

Os desenhos representados na figura (7), mostram como a aplicação da Análise e Engenharia de Valor permitiram obter redução de custo com o aumento da qualidade, em sistemas de fixação. A montagem feita com cinco componentes passou a ser feita com dois componentes, o que permitiu à Empresa uma redução de custos da ordem de US\$ 4,20 por 100 peças, em relação ao custo total.

Em resumo, o ganho foi obtido pela aplicação de materiais mais dispendiosos, unitariamente falando.

Na situação inicial, a montagem com cinco componentes incluía:

- a) Parafuso sextavado 3/8 - Grau 5; feito em aço médio carbono SAE 1038, de resistência à ruptura: 120.000 psi e ao escoamento: 85.000 psi.
Custo do Parafuso: \$ 1,10 por 100
- b) Duas arruelas planas estampadas, de aço baixo carbono.
Custo da Arruela: \$ 0,12 por 100
- c) Porca sextavada, feita em aço SAE 1010, conformada a frio e rosqueada por usinagem.
Custo da Porca: \$ 0,48 por 100
- d) Arruela de Pressão, feita em aço SAE 1065/70, temperada e revenida (40 Rc).
Custo da Arruela de Pressão: \$ 0,21 por 100
- e) Grampo de trava - não considerado por fazer parte das duas alternativas.
Custo aproximado dessa alternativa \$ 2,14 por 100, ou ligeiramente maior que \$ 0,02 por peça.

Isso certamente não representa unitariamente uma grande despesa mas, numa projeção anual de uso de milhões ou milhares de peças passa a merecer uma consideração especial.

A solução proposta, por avaliação das alternativas possíveis conduziu, após as análises comparativas, ao uso de dois componentes, cujo custo unitário é maior, considerando-se as peças individualmente:

- a) Parafuso sextavado com flange e face com entalhes (tipo Durlokr, 3/8).
Custo do Parafuso: \$ 2,00 por 100
- b) Porca sextavada com flange e face com entalhes (tipo Durlokr, 3/8).
Custo da Porca: \$ 1,36 por 100.

Considerando-se os custos de compra e de inspeção, o conjunto dessas duas peças custa \$ 3,54 por 100.

ENGENHARIA DE VALOR

Considerando-se somente os custos de material, a montagem com cinco peças tem um custo \$ 1,40 por 100 abaixo do custo do conjunto de duas peças. Sob o ponto-de-vista de Engenharia de Valor, entretanto, é preciso observar os custos de maneira mais detalhada.

O ponto inicial é a análise dos custos considerando a aplicação do produto no local de trabalho. Será possível descobrir-se nesse caso, quanto tempo é dispendido para se colocar algumas arruelas e uma porca em um parafuso e depois apertá-los com uma chave pneumática. Os engenheiros de processos dizem que 200 montagens por hora é uma boa média, mas daí surge a questão: quão rápido é isso?

ANÁLISE

A pergunta é respondida através de uma análise de valor. A atenção é focalizada na função requerida; por exemplo:

- uma montagem de parafuso, porca e arruela geralmente une duas ou mais partes a fim de que possam atuar como uma só parte.

Como uma função suplementar, a junta deve ser montada e desmontada rapidamente.

O parafuso e a porca devem ter a resistência mecânica que o projetista especificou para conseguir a força axial de fixação necessária para o serviço e para o aperto.

As arruelas planas difundem a carga sobre uma área maior do que aquela sob a cabeça do parafuso ou sob a face de apoio da porca sextavada. Materiais de baixa dureza serão esmagados ou penetrados se não forem usadas arruelas.

A arruela de pressão teoricamente evita que a porca ou a peça se soltem mediante vibração, mantendo o conjunto rigidamente unido, o que reduz os efeitos de fadiga (testes em máquinas de vibração transversal mostram que o uso de arruelas de pressão contribui muito pouco nessa função).

PROCEDIMENTO

A eliminação de componentes é considerada uma boa providência quando se deseja cortar custos e simplificar a montagem.

Essa abordagem sugeriu a eliminação das arruelas planas, usando-se parafusos e porcas com flanges. Isso sugeriu outra mudança:

- a eliminação da arruela de pressão, usando parafusos e porcas com entalhes... nas faces de apoio, sob sua flange, com dureza elevada (Durlok^R).

REDUÇÃO DE CUSTO

Para se ter uma avaliação correta dos custos, foi feita nova medição do tempo de montagem. Na condição proposta verificou-se que um operador pode... montar 400 conjuntos por hora.

Isso representou uma redução de custo de mão-de-obra de 50%. Considerando-se os custos indiretos, os custos do conjunto de cinco componentes, montado representa um total de \$ 12,81 por 100, contra \$ 8,61 relativo ao conjunto proposto, o que acarreta uma redução de custo de \$ 4,20 por 100.

QUALIDADE

Não foi introduzido qualquer demérito em qualidade. Em todos os testes realizados, a confiabilidade da montagem do conjunto de duas peças se mostrou igual ou maior que a montagem anteriormente adotada.

A resistência do parafuso foi incrementada. A concepção flangeada... distribui a carga axial de maneira semelhante as arruelas e o entalhe sob a flange garante o travamento de maneira muito mais eficaz que as arruelas de pressão, sendo necessário um torque de desaperto maior que o torque de aperto para afrouxar o conjunto (o fabricante desse parafuso garante que o torque de desaperto é pelo menos, 10% maior que o torque de aperto).

A concepção flangeada, também, eliminou o risco de arrancamento dos filetes da porca próximos à face de apoio (primeiros filetes engajados no parafuso).

Inúmeros testes de torque foram realizados em diversos tipos de conjuntos de parafusos-porcás com flanges quanto a sua capacidade de travamento e os resultados excederam em 2,5 vezes os valores encontrados para os conjuntos de cinco componentes. Os ensaios de vibração indicaram que o projeto de parafusos de alta resistência com flange entalhada, superam o desempenho de arruelas de pressão.

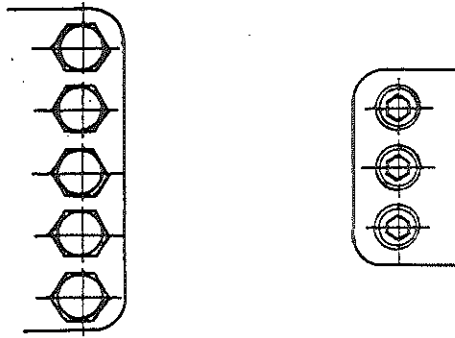


FIG. (1) - 3 PARAFUSOS EQUIVALEM AO DESEMPENHO DE 5

MÉTODO ATUAL: 5 parafusos sextavados
3/8" - 16 UNRC

Resistência à tração: 844 N/mm^2 (120.000 psi)

Resistência ao escoamento: 598 N/mm^2 (85.000 psi)

Carga máxima ao estado simples de
tensão, por tração: $5 \times 85.000 \times 0,775 = 33.000 \text{ lb}$ ou 149.900 N

MÉTODO PROPOSTO: 3 parafusos cabeça cilíndrica com sextavado interno
3/8" - 16 UNRC - 12.9

Resistência à tração: 1336 N/mm^2 (190.000 psi)

Resistência ao escoamento: 1172 N/mm^2 (170.000 psi)

Carga máxima ao estado simples de
tensão, por tração: $3 \times 170.000 \times 0,775 = 39.000 \text{ lb}$ ou 176.670 N .

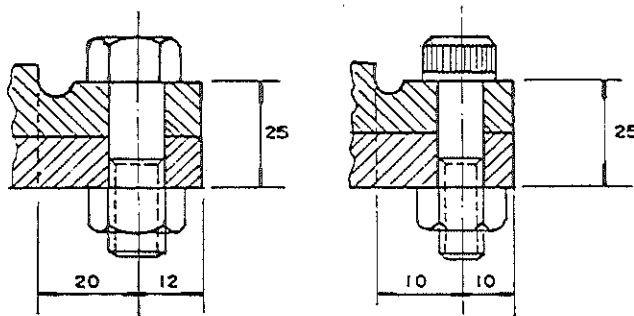


FIG. (2) - MONTAGENS MAIS PRÓXIMAS À SUPERFÍCIES SALIENTES
(MENOR ÁREA EXPOSTA E REDUÇÃO EM PESO DO SUB-SISTEMA)

MÉTODO ATUAL: Parafuso sextavado M12 (800 N/mm^2)
Força axial admissível: 66,5 KN. (tração simples)
Pesos do parafuso: 0,058 Kg
da porca : 0,016 Kg
Total : 0,074 Kg

MÉTODO PROPOSTO: Parafuso Cabeça Cilíndrica com sextavado interno M10
 1300 N/mm^2
Força axial admissível: 79,5 (tração simples)
Pesos do parafuso : 0,037 Kg
da porca : 0,012 Kg
Total : 0,049 Kg

ECONOMIA DE PESO POR PARAFUSO = 0,025 Kg.

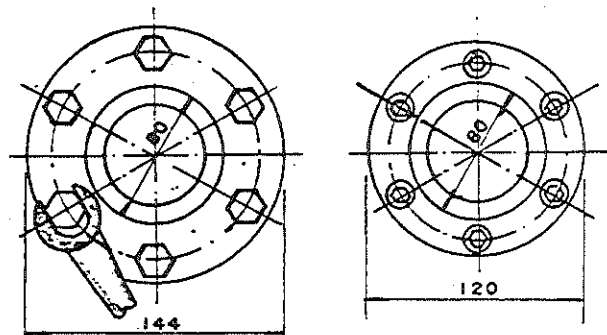


FIG. (3) - ECONOMIA EM PESO E MATÉRIA PRIMA

MÉTODO ATUAL: 6 parafusos sextavados M12x50 (800 N/mm^2).
 Força axial admissível: 399 KN (tração simples).
 Peso líquido da flange (acabado): 2,18 Kg.

MÉTODO PROPOSTO: 6 parafusos cabeça cilíndrica com sextavado interno (1300 N/mm^2).
 Força axial admissível: 468 KN (tração simples)
 Peso líquido da flange (acabado): 1,23 Kg.

Economia em peso da flange (acabado): 0,95 Kg.

A economia total é ainda maior, considerando-se o material removido por usinagem, tempo de usinagem, desgaste de ferramentas de usinagem e demais fatores.

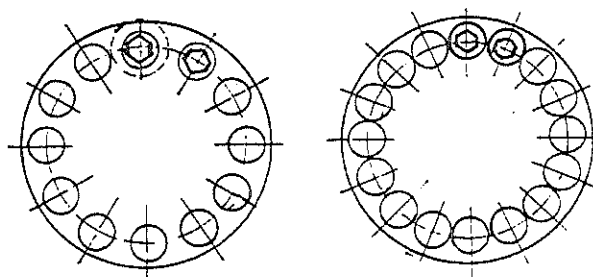


FIG. (4) ESPAÇAMENTO COMPACTO;
 MINIATURIZAÇÃO;
 MAIOR RESISTÊNCIA NO MESMO ESPAÇO.

MÉTODO ATUAL: 12 parafusos sextavados $3/4'' - 16 \text{ UNF}$ (879 N/mm^2).
 Força axial admissível: 2533,18 N (tração simples).

MÉTODO PROPOSTO: 16 parafusos cabeça cilíndrica com sextavado interno (1336 N/mm^2).
 Força axial admissível: 6.042,57 N (tração simples).

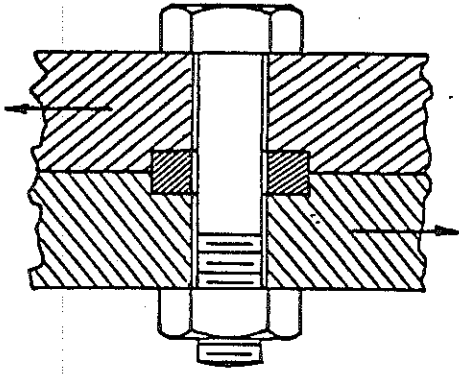


FIGURA -(5)

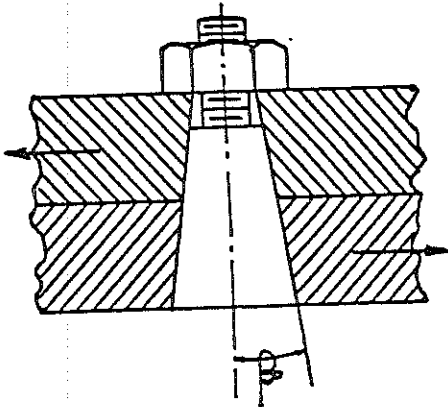


FIGURA -(6)

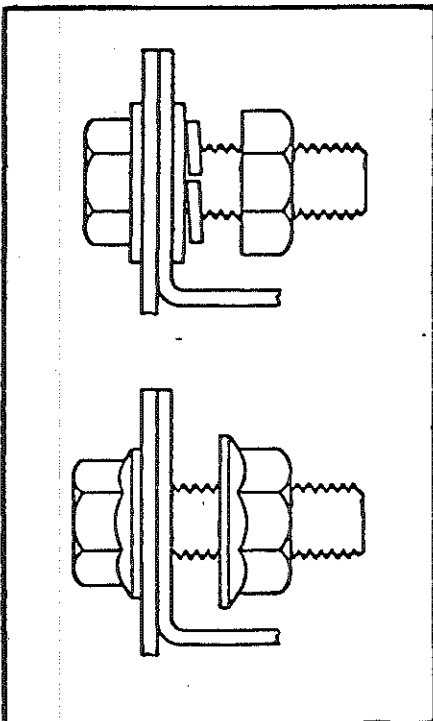


FIG. (7) - DUAS ALTERNATIVAS
MONTAGEM COM 5 COMPONENTES

MONTAGEM COM 2 COMPONENTES

TEXTO 6 - Técnicas de Desenvolvimento de Idéias

Extraído de: Mechanization of Motion

Autor: Harris Berger, Lee

1ª Edição, 1961.

in Análise do Valor

A. C. Schwob - Ap.

TÉCNICAS DE DESENVOLVIMENTO DE IDÉIAS

Nos últimos anos tem existido um certo interesse relativo à capacidade de criativa do homem.

Este interesse tem sido estimulado pela demanda crescente de novas idéias causada pelas indústrias competitivas. As pressões do avanço tecnológico exigem que o engenheiro desenvolva habilidades específicas na abordagem criativa e imaginativa dos seus problemas.

Sem dúvida, os grandes cientistas e inventores são homens dotados de um talento criador incomum; são rigidamente disciplinados e desenvolveram excepcionais poderes de observação.

Sua percepção dos fenômenos naturais torna-os aptos a desenvolverem teorias que vão além das observações do homem comum. Em alguns casos, gastaram anos de experiências para provar a validade de suas conclusões.

Se um grande talento criador é algo hereditário ou desenvolvido pelo treinamento; é um assunto a ser discutido. Entretanto, as exigências da indústria vão além da dependência nos homens de talento. O volume de atividades relacionadas a projetos, em todas as áreas da engenharia, exige hoje mais criatividade do engenheiro.

O sistema poderia funcionar por muito tempo se dependesse apenas do trabalho de homens talentosos. A necessidade de uma maior atividade criadora... por parte dos engenheiros estimulou os esforços no sentido de se determinar os processos do pensamento criativo. Isto levou à conclusão que a habilidade criadora de todo homem pode ser melhorada, pelo esforço consciente e pelo treinamento.

Muitas idéias inéditas são necessárias ao desenvolvimento do projeto de uma nova máquina ou sistema. De início, o engenheiro deve procurar a idéia mais adequada para a mecanização de cada movimento, dentro do complexo da máquina.

É recomendável, então, que o estudo dos procedimentos de projeto para a mecanização do movimento inclua o desenvolvimento de uma abordagem lógica, orientada para o processo criador.

01 - IDÉIAS

Idéias são o capital de giro de um engenheiro. A melhor solução para um problema de projeto aparece somente depois que muitas idéias foram avaliadas, e depois que o projetista tiver em seu poder várias possibilidades imagináveis. A técnica é derivada de processo mental natural que produziu a idéia, que por sua vez é expressão de uma imagem mental provocada por uma ou mais experiências previamente observadas, suscitadas pela busca da solução do problema.

As expressões na memória são os ingredientes principais, neste processo, e a evocação destas experiências depende de reconhecimento, pelo pesquisador de sua estreita similaridade com as várias facetas do problema.

Informações memorizadas são indexadas na mente por algum código referencial que evoca a imagem da memória.

A técnica utilizada para se desenvolver esta última é identificar propositalmente a experiência com uma ou mais palavras ou códigos que tenham estreita e significativa relação com o evento.

Mais tarde, quando um destes códigos for introduzido na mente, irá evocar a interpretação de uma experiência prévia, que está relacionada de alguma maneira ao problema em questão. Um indivíduo altamente criativo irá reconhecer muitas características únicas num evento, que ele estará apto a reconstruir um conjunto de idéias variadas e incomuns, baseado em suas observações.

Muitas experiências sensoriais nunca são conscientemente identificadas por um código referencial. Por isto, estes eventos são raramente evocados. Ocasionalmente, um incidente pode ser lembrado, sem aparentemente ter conexão possível com o evento sensorial em questão. O código que estimula esta evocação não é perfeitamente definido, e pode envolver uma combinação de diversas experiências sensoriais, isto é, um cheiro, um som, uma tonalidade de luz ou cor, etc.

O desenvolvimento da habilidade para criar idéias exige um esforço de atenção orientado para o valor e a significação dos eventos observados.

Isto implica em desenvolver várias qualidades, como o hábito de estar atento às coisas observadas, a curiosidade, e uma atenção especial à associação. O pensamento criativo deve estar atento às semelhanças fundamentais que estão presentes na natureza; este estado de alerta produz uma reserva de experiências variadas que são lembradas por sua relação unívoca com outras coisas.

02 - DEFININDO O PROBLEMA

A dificuldade existente na prática do pensamento criativo é exatamente a obtenção de uma variedade de idéias em resposta a uma situação particular.

O desenvolvimento de idéias, em geral, exige todas as interpretações e associações possíveis do problema com experiências conhecidas. Assim, a técnica de geração de idéias deve ser, essencialmente, um procedimento metódico de:

- a) definição b) pesquisa c) avaliação

Este procedimento deve ser aplicado e repetido até que a solução pareça aceitável.

Tem sido afirmado que a maioria dos trabalhos prestes a serem solucionados são concluídos quando o problema real estiver definido, uma pesquisa organizadora de idéias deve ser direcionada por interpretações da questão básica. As soluções inadequadas geralmente resultam da compreensão superficial do problema. Quando se descobre a dificuldade real, a solução virtualmente evidente. Frequentemente, muitas idéias são avaliadas e rejeitadas antes que a questão fundamental venha à luz; no entanto, mesmo a idéia rejeitada contribui com algum tipo de informação adicional, exatamente por causa de sua inadequação.

Obviamente, ninguém pode esperar encontrar a solução adequada se não

tiver entendido completamente o que está em questão.

Independente do tipo de problema, pode-se fazer um estudo completo da situação, antes que alguma definição venha a ser pensada. Este estudo pode levar 15 segundos ou 15 anos, mas é um requisito essencial à geração produtiva de idéias. A definição adequada do problema é importante, e exige atenção no de lineamento dos passos preliminares. Os pontos descritos abaixo são característicos:

- 1 - Estudar experiências anteriores;
- 2 - Praticar o auto-questionamento;
- 3 - Registrar os fatos conhecidos. Tomar notas;
- 4 - Descrever a situação de outras maneiras;
- 5 - Definir o problema em termos simples.

O primeiro passo é um estudo do que se relaciona com o problema. Envolve a pesquisa de cada artigo, relatório ou texto que tenha alguma referência com a situação. Este item pode incluir perguntas a pessoas relacionadas com o assunto, ou a observação pessoal da questão.

Considere-se a seguinte situação:

Procura-se um mecanismo mais aperfeiçoado para acionar as rodas dotadas de pás que removem as bagas de amendoim de suas ramas, em uma colhedeira au tomática. De início, o procedimento lógico seria observar a máquina existente em operação, aprender com os operadores e projetistas sobre os problemas com o mecanismo atual, e estudar a colheita de amendoim em geral.

O auto-questionamento é naturalmente o segundo passo. Esta é uma par te natural do processo mental, de organização de conhecimentos novos sobre qual quer situação. Este item testa a profundidade da compreensão e define os limites de seu alcance. Depois de se saber o quê, deve-se naturalmente perguntar o porquê.

Mas apenas esta pergunta não é o bastante, resultem numa compreensão adequada do problema. Em uma investigação completa, toda questão possível deve ser colocada, inclusive:

- 01 - Por que isto é necessário?
- 02 - Que aconteceu antes? E depois?
- 03 - Esta é a única maneira?
- 04 - O que deve ser feito?
- 05 - Quais são as dificuldades?
- 06 - Quais são as vantagens?
- 07 - Por que foi feito desta maneira?
- 08 - O que afeta a operação?
- 09 - O que é afetado pela operação?
- 10 - Como estas palavras se relacionam com o problema: Veloz? Lento? Comprido? Curto?
- 11 - E com relação às características opostas: quente, frio, molhado, seco, pesado, leve, macio, duro, rápido, rugoso?
- 12 - Quanto, com que frequência?

Escreva. Faça anotações. Relacione a bibliografia de publicações cor relatas e de material de referência. Faça a coleta de dados, fatos e dimensões.

Juntar bastante material é um auxílio importante na solução do verdadeiro problema, e uma referência concreta na computação e avaliação de informações.

Quanto as informações coletadas estiverem organizadas e concluídas, devem ser sumarizadas pela anotação ou enumeração de todos os possíveis pontos de vista e características representativas da situação. Isto, com efeito, dá origem a um variedade de interpretações que vão auxiliar no estabelecimento de numerosas afirmações envolvendo o problema.

03 - A PESQUISA

Uma afirmação que envolva o problema estabelece a diretriz para a criação de idéia. Cada definição contém uma "palavra ou frase gatilho" que se transforma na chave ou referencial para uma experiência correlata na memória. A quantidade de idéias depende da manipulação imaginativa da afirmação, de maneira que possa render o maior número possível de "chaves - gatilho".

Considere o seguinte problema de mecanização: é necessário um mecanismo para mover um bloco de posição A para a posição B, ao longo de um determinado caminho.

A "palavra - gatilho" é o verbo mover.

Mover sugere uma variedade de experiências baseadas no movimento dos objetos. Mas, suponha que a afirmação tenha sido reescrita com "palavras - gatilho" como: empurrar, afastar, oscilar, levantar, rolar, cutucar, deslizar, alcançar, puxar, impelir, voar, flutuar, etc. Cada uma destas palavras tem uma conotação diferente no contexto do problema. Consequentemente, o resultado será uma evocação diferente de experiências e idéias passíveis de serem colocadas em prática.

A pesquisa de idéias é um processo metódico de estimulação da imaginação em diversas direções, relacionadas com a questão. O emprego de verbos, que de uma certa maneira são sinônimos, aplicados à determinada afirmação do problema, são uma maneira de procurar, na memória, experiências estritamente relacionadas ao tema. Pode-se inventar muitos outros métodos para prover a imaginação de outros recursos.

Existem pelos menos três maneiras diretas de compor variações em torno de uma idéia ou de uma afirmação através do método associativo:

- 1 - Associando experiências similares, aos conceitos que envolvem o problema, ou uma idéia proposta.
- 2 - Associando experiências contrastantes com estes conceitos ou com esta idéia.
- 3 - Associando experiências relacionadas ao problema proposto, pela sua contiguidade (proximidade no tempo ou no espaço);

A associação por similaridade predispõe a imaginação a procurar variações dentro das idéias, pela anotação de outros eventos que envolvam circunstâncias semelhantes, percebidas em algum ponto de seu ciclo de operação. A aplicação do princípio da contiguidade leva a situações que tem uma sequência operacional ou ambiente semelhante àquela que envolve o problema em questão.

A associação por contraste talvez seja a que obra maiores perspectivas dentro da imaginação. Contrastar implica em pedir licença ao óbvio para pon

derar sobre todas as ramificações do ponto de vista oposto. Exagerar, aumentar, diminuir, modificar, reverter, inverter, rearranjar e substituir descrevem situações de contraste que abrem vastas áreas da geração de idéias. Algumas das idéias mais geniais foram inspiradas por um despreocupado abandono da viabilidade e da lógica.

A pesquisa produtiva de idéias deve empregar cada recurso possível para estimular a imaginação. Cada definição do problema, cada afirmação sobre uma idéia torna-se um trampolim para a ação imaginativa. Cada idéia e cada interpretação deve ser escrita no instante de sua concepção.

O processo criativo é uma evolução contínua da inspiração, e é quase impossível reconstruir o contexto de uma idéia que não foi anotada, depois que o fluxo da inspiração já tiver passado.

Um poderoso recurso utilizado na geração de idéias é a variedade de respostas dadas por um grupo de indivíduos que receberam a mesma afirmação sobre o problema.

A criação em grupo, chamada de "tempestade cerebral" (em inglês,.... "brainstorming") tem sido um recurso bastante utilizado na pesquisa de soluções para uma idéia isolada.

Cada membro do grupo é encorajado a fazer as proposições mais fantásticas possíveis que vierem à cabeça. O pensamento desinibido liberta a mente de sua tendência natural em reprimir a atividade imaginativa pela avaliação prática.

O resultado é um conjunto de estímulos à idéias ou "gatilhos" que motivam a imaginação de todos os participantes.

A "tempestade cerebral", praticada em grupo, é um complemento efetivo ao processo de criação.

04 - A INFORMAÇÃO EM ESTADO LATENTE E SUA AVALIAÇÃO

Quando se relaciona uma lista de possíveis soluções, cada sugestão.. deve ser avaliada levando-se em conta sua viabilidade, dentro das limitações impostas. É bem possível que todas as idéias propostas sejam inadequadas; neste ponto, a frustração e o desânimo podem bloquear alguma variação posterior da abordagem do problema, seja definindo-o ou descrevendo-o. O melhor remédio contra a frustração é eliminar completamente o problema do nível de atividade consciente, isto é, submetê-lo à "incubação" no intelecto subconsciente, o qual, curiosamente, tende a avaliar toda a informação.

Durante este período, a pessoa pode ser subitamente surpreendida com a revelação de um novo enfoque, que caminha em direção à solução. Frequentemente, este tipo de inspiração ocorre quando a pessoa está ocupada com outro tipo de tarefa completamente diferente. Eventualmente, a frustração desaparece diante da consciência de ter encontrado a solução, ou diante de uma nova perspectiva do problema, que levará ao desenvolvimento de novas idéias.

A criação é função direta da atitude do indivíduo; a inspiração ocorre diante de uma atitude de otimismo e descontração, que transcende a viabilidade específica das propostas. Inversamente, julgamento e avaliação são a antítese da inspiração criativa.

Encontrar defeitos é negativismo, tendência natural bastante desenvolvida em nossa mente, nascida de nosso egocentrismo. É impossível ser cria

tivo e crítico ao mesmo tempo; é fácil encontrar falhas e defeitos em uma idéia, mas produzir uma outra, nova, demanda considerável atividade. A chave de criatividade produtiva é manter uma atitude positiva e liberal diante de uma idéia. É importante reconhecer que toda criação, desprovida de sua fantasia, tem seus méritos, mesmo que sirva apenas de inspiração para uma outra.

Deve-se aceitar o fato de que toda idéia que surgir terá alguma limitação, que a solução final pode ser uma sucessão de compromissos com a idéia original, que a mais promissora delas - no início - pode, após uma rigorosa análise, provar finalmente que é completamente indesejável.

A atividade criadora é um processo extremamente ingrato; seu sucesso é medido pela perseverança e tenacidade do indivíduo em rejeitar idéias, até que a mais aceitável seja encontrada. Um colega do autor assegura que a solução aparentemente adequada nunca deveria ser selecionada até que pelo menos dez idéias tenham sido propostas e avaliadas. Uma limitação típica da habilidade criativa é o desejo impaciente de aceitar a primeira idéia plausível. Isto geralmente encoraja a um certo esforço para tornar aproveitável a idéia, a despeito de suas limitações, chegando-se mesmo à alteração das exigências do problema. Todos nós temos uma certa tendência a manter uma idéia, mesmo que ela esteja além de seu lado prático. A qualidade da criação produtiva é diretamente proporcional à busca e avaliação de um grande número de possibilidades, sem preconceitos.

Lembre-se: qualquer criação do homem pode ser melhorada; a melhor... idéia pode mostrar-se obsoleta diante de uma simples palavra.

05 - CRIAÇÃO EM GRUPO ("BRAINSTORMING")

Organizar uma sessão de "tempestade cerebral" requer a observação de algumas regras básicas importantes:

- 1 - Selecione um grupo de indivíduos (não mais de seis ou oito) que tenham algum conhecimento do assunto; não é preciso que sejam necessariamente especialistas ou que estejam completamente inteirados do problema que está sendo proposto.
- 2 - Passe em revista rapidamente a situação, e defina o problema. Isto deve ser feito pela pessoa que está estudando a questão, e que seja responsável por sua solução. Esta pessoa deve atuar como moderador da sessão, e anotar as propostas do grupo.
- 3 - Cada membro deve ser encorajado a pensar livremente, e mencionar cada idéia ou opinião que possua, relativa à solução ou à definição do problema. Não deve haver limitação nenhuma, não importando o quanto a inspiração possa... ser pouco prática.
- 4 - Cada um dos membros deve ser advertido no sentido de se obter de julgar ou condenar qualquer proposta, mesmo que esta possa parecer ridícula. Ele deve ser lembrado que a liberdade de pensamento, sem o receio de ridículo, é a essência do pensamento criativo, e que toda idéia transforma-se num estímulo para a imaginação de cada participante.
- 5 - À medida em que a seção continuar, devem ser apresentadas novas apresentações do problema, quando houver alguma lacuna da atividade inspiradora.

- 6 - Não deixe a sessão se prolongar mais que o tempo necessário.
Depois de 30 ou 40 minutos, o grupo estará cansado e o rendimento da sessão decrescerá (sessões de "brainstorming", conduzidas pelo autor, deram em média uma idéia por minuto).
- 7 - Lembre-se: mantenha uma atmosfera leve e descontraída, incentive propostas fantásticas, desista quando as idéias desaparecerem, e anote toda sugestão.

TEXTO 7 - O reconhecimento e o contorno dos bloqueios mentais. Notas de aula - Colenci Jr., A.

M U D A N Ç A

1 - INTRODUÇÃO

É uma alteração, parcial ou total, das condições e ou características de uma situação ou elemento, a nível micro ou macro, produzindo conseqüências que irão alterar, de alguma maneira, uma realidade pré-existente, normalmente criada pelo homem.

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> . Tipos de Mudanças . Tecnológicas; . Sociais (sociedade); . Econômicas; . Políticas; . Organizacionais. | <ul style="list-style-type: none"> . As Mudanças Influenciam . Tradições; . Costumes; . Rituais; . Crenças; . Conceitos; . Instituições; . Valores. |
|---|---|

2 - NATUREZA DA MUDANÇA

A mudança tem duas naturezas:

- . Técnica;
 - . Psico-Social.
- Técnica: é uma modificação, mensurável ou não das rotinas físicas do trabalho;
 - Psico-Social: refere-se ao modo como os executivos pensam que ela irá alterar seus relacionamentos, já estabelecidos, na organização.

É o aspecto psico-social que determina a presença ou ausência da resistência.

- Toda mudança gera conseqüências.
- Toda mudança gera incertezas.
- Toda mudança tem impacto sobre pessoas.
- Algumas mudanças, geral resistência.

Qualquer mudança tenderá a alterar a maneira pela qual um indivíduo se relaciona com o que está fazendo e o que sente ao fazê-lo.

3 - MUDANÇAS MAIS COMUNS

Nas seguintes realidades humanas:

1. Família;
2. Religião;
3. Transporte;
4. Lazer;
5. Empresa (Organização, Relações Trabalhistas, etc.)
6. Tecnologia (Eletrônica, Nuclear ...);
7. Padrões Éticos Sociais;
8. Processamento de Dados;
9. Artefatos de Guerra;
10. Costumes Sociais e Rituais;
11. Medicina;
12. Comida e Roupas;
13. Meios de Comunicação;
14. Fontes de Energia;
15. Crescimento das Cidades.

4 - MUDANÇAS MAIS COMUNS NA EMPRESA

1. Leis
 - . Decreto-Leis;
 - . Decretos, Regulamentos;
 - . Instruções Normativas, etc.;
2. Novos Acordos Trabalhistas;
3. Novos Produtos;
4. Novos Projetos;

5. Novos Processos;
6. Novos Cargos e Estruturas;
7. Novos Empregados;
8. Novas Tarefas;
9. Novas Instalações;
10. Novos Equipamentos Industriais;
11. Novos Equipamentos de Processamento de Dados;
12. Novas "Transações".

5 - POR QUE TEMEMOS A MUDANÇA?

1. Incompreensão sobre o que está e/ou vai acontecer (falta de suficiente informação);
2. Perturbação do "status quo";
3. Ameaça, hipotética ou não, aos direitos adquiridos;
4. Transtorno ao "já estabelecido";
5. Ameaça ao equilíbrio de poder;
6. Ameaça ao equilíbrio emocional de cada um;
7. Sensação de perda;
8. A mudança não trará qualquer benefício;
9. Pequena tolerância a qualquer mudança;
10. Violação injusta do contrato de trabalho (ou psicológico) por parte da empresa.

6 - O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO NO TEMPO

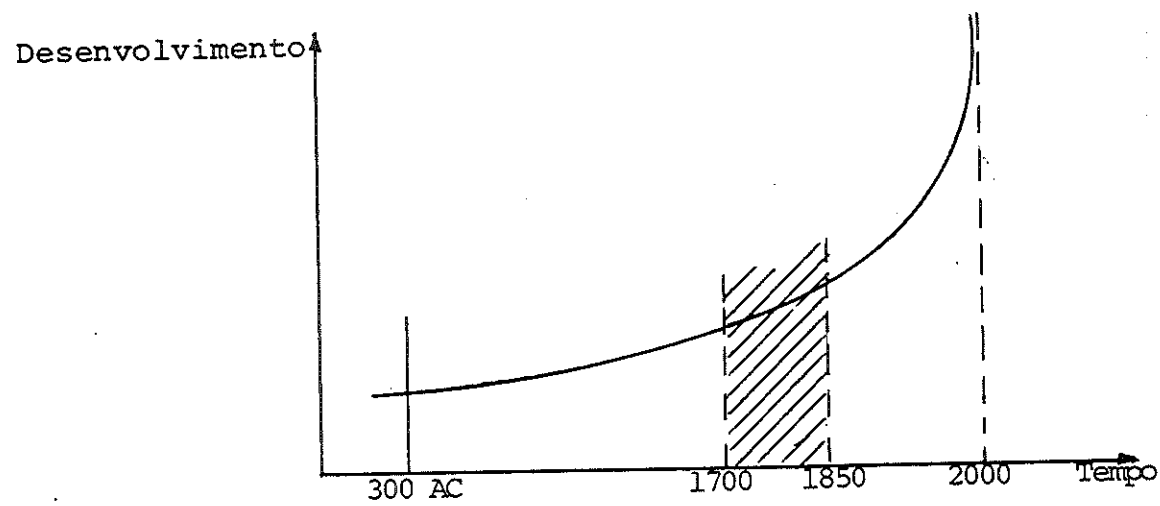


Meio de transporte: cavalo
 Força auxiliar : escravo
 Energia/aquecimento: fogo

Grande mudança: sistema de informação; Conhecimento científico; capital ↔ tecnologia.

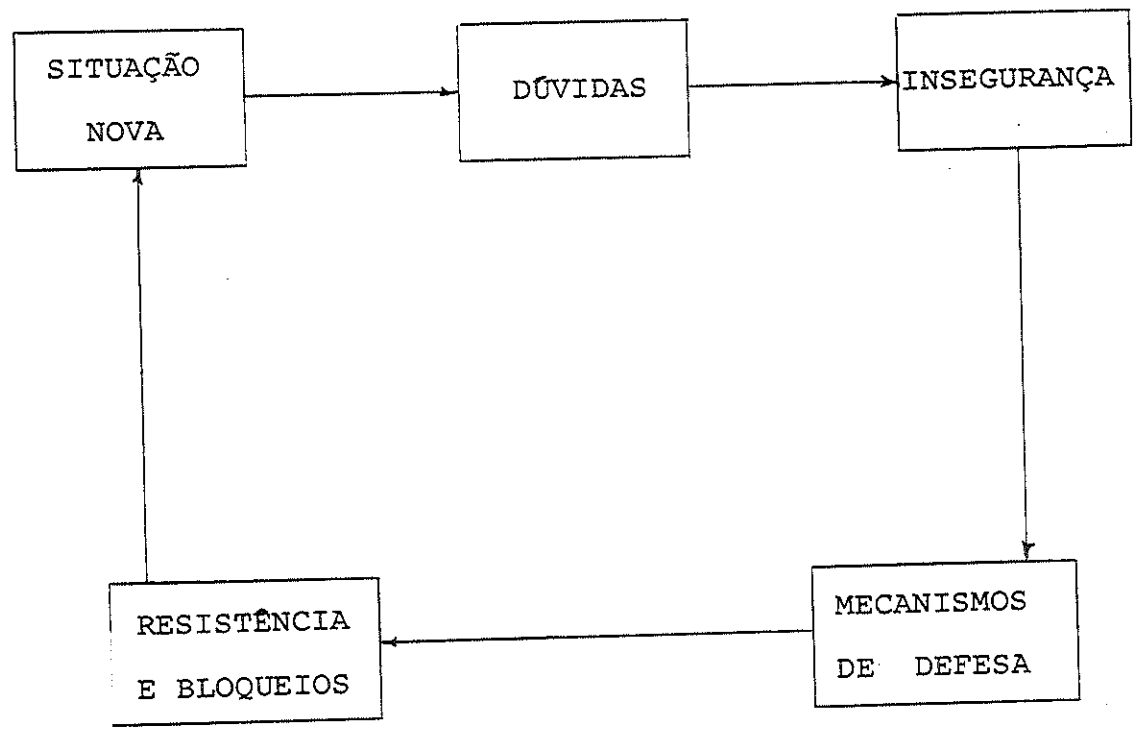
Por muitos e muitos anos, o desenvolvimento do Homem foi feito de maneira amadorística, difusa, assistêmica. Os pensadores franceses do século XVIII questionaram. A mudança se deu a seguir.

A imprensa, a máquina a vapor, o novo modo de produção provocaram uma revolução. A inflexão na curva!



7 - CONDIÇÕES ESSENCIAIS AO AGENTE DE MUDANÇA

- | | |
|------------------------|-----------------|
| 1. Observador; | 6. Flexível; |
| 2. Analista; | 7. Realizador; |
| 3. Cauteloso; | 8. Persistente; |
| 4. Possuir macro-visão | 9. Paciente; |
| 5. Objetivo | 10. Integrador. |



8 - BLOQUEIOS MENTAIS

São limitações de natureza psico-sociais que nos impedem de conceber, entender ou resolver corretamente um problema.

9 - RAPIDEZ CRESCENTE DA MUDANÇA

A - População

Em 1900 - apenas 4 cidades com mais de 1 milhão de habitantes

Em 1950 - 19 cidades

Em 1960 - 141 cidades

Em 1984 - 350 cidades.

B - Velocidade dos Meios de Transporte

| | | | | |
|-----|---------|--------------------------|---|-----------------|
| Ano | 600 AC | - Camelos | - | 12 km/hora |
| | 1600 DC | - Carro de Rodas | - | 30 km/hora |
| | 1784 DC | - Diligência | - | 15 km/hora |
| | 1825 DC | - 1ª. Locomotiva a Vapor | - | 18 km/hora |
| | 1825 DC | - Grandes Navios | - | 10 km/hora |
| | 1880 DC | - Locomotiva a Vapor | - | 160 km/hora |
| | 1930 DC | - Automóvel | - | 180 km/hora |
| | 1938 DC | - Avião | - | 640 km/hora |
| | 1980 DC | - Cápsula Espacial | - | 30.000 km/hora. |

10 - RAPIDEZ CRESCENTE DA MUDANÇA

Os últimos 50.000 anos da existência do Homem, divididos em períodos de geração de 62 anos, mostra-nos que estamos na

800a. GERAÇÃO

| | | | |
|-------|----------|---|--------------------------|
| 650 | gerações | - | passamos nas cavernas |
| 730a. | geração | - | imprensa |
| 796a. | geração | - | medição correta do tempo |
| 798a. | geração | - | uso do motor elétrico |
| 800a. | geração | - | todo o resto. |

Se o Homem tivesse aparecido, na Terra, há somente 100 anos:

| | | | |
|----|-------------|---|-------------------------------------|
| há | 50 anos | - | pinturas em cavernas |
| | 10 anos | - | cristandade |
| | 2 anos | - | imprensa |
| | 20 dias | - | eletricidade comercial automóvel |
| | 4 dias | - | avião |
| | 2 dias | - | rádio |
| | 30 minutos | - | televisão |
| | 2 minutos | - | transistor |
| | 40 segundos | - | foguetes à Lua |
| | 1 segundo | - | Colúmbia |

4.4 BIBLIOGRAFIA

01. Techniques of Value Analysis and Engineering
Miles, L.D.
New York: McGraw Hill Book Company (1961).
02. O Poder Criador da Mente
Osborn, A. F.
São Paulo: IBRASA, 1962.
03. Machine Moderne (Mai 1976)
Augmenter les Bénéfices par l'analyse des valeurs et l'étude de la
fiabilité.
04. Value Engineering in Manufacturing ASTME
American Society of Tool and Manufacturing Engineers
Prentice-Hall Inc. (1967).
05. A Prática da Criatividade
Prince, G.M.
Cultrix, 1970.
06. Lateral Thinking for Management
de Bono, Edward
McGraw Hill, 1971.
07. Value Analysis
Fallon, Carlos, 1980.
08. A Criatividade na Empresa Moderna
Bosticco, Mary
Livraria Hachette do Brasil S.A., 1975.
09. Value Engineering for Management
Clawson, R.H.
Auerbach Publishers Inc., 1970.
10. Uma era de descontinuidade
Drucker, P.F. Ed. Circulo do Livro, 1969.
11. How Deere Makes Value Engineering Pay off.
Staff Report - Oct. 1973.
12. Metodologia do Projeto de Produtos Industriais
Back. N. - Ed. Guanabara Dois.