

Obtenção dos Princípios de solução

- Bancos de dados de princípios de solução;
- Catálogos de princípios de solução;
- Métodos de criatividade
 - Brainstorming
 - Método 635
 - Lateral Thinking
 - Synetics
 - Galeria
 - Método Morfológico
 - Análise e Síntese Funcional
 - Analogia Sistemática
 - Análise do Valor
 - Questionários e Cheklists
 - TRIZ

Brainstorming (Método Intuitivo)



Toró de
Palpite !!!

BRAINSTORMING = Brain (CÉREBRO) + Storm (tempestade)

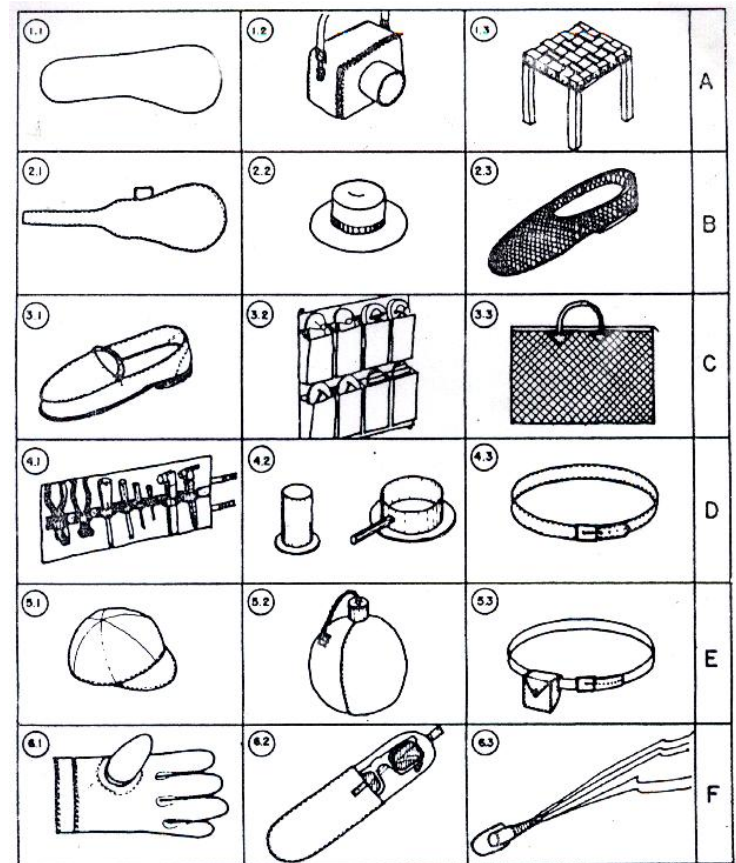
- A busca de soluções para um problema se processa em dois tempos:
 - Busca de idéias;
 - Crítica e avaliação das idéias.
- Equipe multidisciplinar em torno de seis pessoas;
- Princípios:
 - É proibida a crítica;
 - Mesmo a imaginação mais extravagante é bem-vinda;
 - É preciso jogar com as idéias;
 - Procura-se o máximo de idéias.

Ver quadro 7.3

Método 635 (Brainstorming escrito)

- Equipe composta por **seis** integrantes;
- Cada um escreve **três** sugestões iniciais;
- As sugestões iniciais são passadas para os outros **cinco** integrantes

Exemplo: Como aproveitar peças de couro de 40 X 40 cm?



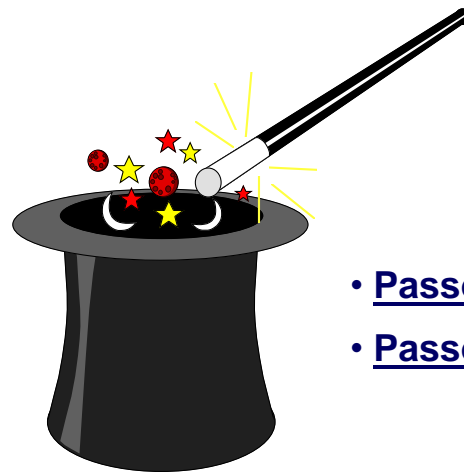
Fonte: Bonsiepe, et al.

Sinergia (Método Intuitivo)

- Utiliza diferentes elementos da criatividade, (incubação, pensamento divergente, tentativa e erro, analogias) de modo sinérgico.
- É um método para aplicação em grupo multidisciplinar de quatro a sete pessoas

**PROBLEMA
DE PROJETO**

- Passo 1: Formular o Problema
- Passo 2: Analisar o Problema



**SOLUÇÃO DO
PROBLEMA**

- Passo 4: Desenvolver a analogia
- Passo 5: Aplicar a solução

• PASSO 3: APLICAÇÃO DE ANALOGIAS

... se é um problema de orientação, como os seres vivos se orientam ...
... se for um caso de propulsão, como os peixes e outros animais se propulsionam ...

Galeria (Método Intuitivo)

- Tanto para trabalho individual quanto em grupo
- Cada membro propõe soluções individualmente
- As soluções propostas (desenhos e textos) são fixados em paredes
- As soluções são então analisadas



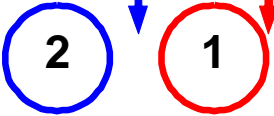
Método Morfológico (Método Sistemático) 1/2

- Pesquisa sistemática de diferentes combinações de elementos ou parâmetros com o objetivo de encontrar uma nova solução para o problema.
 - Listar as funções do produto
 - Listar os possíveis meios (princípios de solução) para cada função
 - Representar as funções e os princípios de solução e explorar as combinações

Método Morfológico (Método Sistemático) 2/2

funções		princípios de soluções					
		1	2	...	j	...	m
1	F_1	S_{11}	S_{12}		S_{1j}		S_{1m}
2	F_2	S_{21}	S_{22}		S_{2j}		S_{2m}
⋮		⋮	⋮		⋮		⋮
i	F_i	S_{i1}	S_{i2}		S_{ij}		S_{im}
⋮		⋮	⋮		⋮		⋮
n	F_n	S_{n1}	S_{n2}		S_{nj}		S_{nm}

S_{ij} → princípios de solução



Combinação de princípios

Analogia (Método Sistemático) 1/2

- Busca de soluções ou funções do problema em outro campo de conhecimento, na natureza ou na literatura

Exemplos:

- O velcro e a semente de carrapicho;
- O sonar e o golfinho e o morcego;
- Aviões (forma, asas e estrutura) e pássaros;
- Propulsão e direção de veículos aquáticos e a medusa que se desloca por meio da propulsão a jatos de água;
- Estruturas diversas semelhantes a ossos, plantas, favos de mel e teias de aranha

Analogia (Método Sistemático) 1/2

- Pode-se definir uma “palavra chave” do problema e substituir a palavra chave por sinônimos ou alternativas de declaração (Analogia Simbólica)

Exemplo: verbo “Cortar”

<i>Rasgar</i>	<i>Dobrar</i>	<i>Cisalhar</i>	<i>Entalhar</i>	<i>Trincar</i>
<i>Dividir</i>	<i>Fatiar</i>	<i>Riscar</i>	<i>Fundir</i>	<i>Tracionar</i>
<i>Corroer</i>	<i>Fundir</i>	<i>Furar</i>	<i>Romper</i>	<i>Desgastar</i>
<i>Esmerilar</i>	<i>Jatear</i>	<i>Serrar</i>	<i>Separar</i>	

- Pode-se colocar-se no lugar de pessoas, peças, operações, mecanismos (Analogia Pessoal ou Empatia)

Análise de Valor (Método Sistemático)

- Objetiva melhorar o produto e o critério para julgar o melhoramento é o custo, mas o valor ou qualidade do mesmo não deve ser reduzido

$$\text{Valor} = \frac{\text{Função}}{\text{Custo}}$$

- VALOR: é a qualidade do que tem força, valentia, coragem, esforço, mérito, preço, custo, uso ou estima
- FUNÇÃO: é o exercício, atividade ou uso de um órgão, máquina, pessoa, ou seja, é a tarefa ou tarefas que um produto, serviço ou sistema executam

Теория Решения Изобретательских Задач

Theory of Inventive Problem Solving

Teoria da Solução Inventiva de Problemas

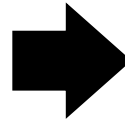


- **Problema Inventivo** - Aquele no qual a sua solução faz gerar outro problema. *Por exemplo, o aumento da resistência de um prato faz aumentar o seu peso.*
 - Solução “não ideal” do problema requer um “trade-off” entre os parâmetros de projeto
 - Solução “ideal” do problema não requer um “trade-off” entre os parâmetros de projeto

Problemas que contém requisitos contraditórios

- Problemas com soluções fora do campo de conhecimento
 - A busca por uma solução em campos de conhecimento distintos é difícil e complexa, devido a chamada **“INÉRCIA PSICOLÓGICA”** das pessoas que, tendem a confiar na própria experiência e **não pensar fora da sua especialidade**

**“VENCER”
INÉRCIA PSICOLÓGICA**



**Teoria da Solução de
Problemas Inventivos**

Atividade: Definir ergonomia e estética do produto 1/3

- A ergonomia trata basicamente da interação entre o produto e as pessoas:
 - espaço de trabalho ocupado em torno do produto ;
 - como fonte de potência para o produto;
 - atuando como um sensor;
 - atuando como um controlador
- Os fatores humanos estão fortemente relacionados com a qualidade e segurança do produto
- Problemas de ergonomia podem afetar o sistema de manufatura:
 - fragilidade e peso dos componentes, elementos de fixação, superfícies, acessibilidade, identificação e diferenciação de componentes

- Recomendações para um projeto adequado p/ ergonomia:
 - Adequar o produto às características físicas e ao conhecimento do usuário;
 - Simplificar e reduzir as tarefas necessárias para a operação do produto;
 - Prever os possíveis erros humanos, implementar restrições para prevenir ações incorretas por parte do usuário, informar ao usuário que determinados modos de operação foram selecionados;
 - Considerar a idade, gênero, alcance, destreza, força e visão dos usuários.

- A estética do produto é fundamental !!!!
 - atrai o consumidor para a compra, despertando o sentido visual e o desejo da aquisição;
 - está ligada ao que o consumidor percebe, do ponto de vista da aparência (configuração das formas, das superfícies e das cores e aspectos relacionados à beleza;
- Principais atributos estéticos:
 - Estilo
 - Simbolismo
 - Semântica

Atividade: Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento

- Envolver fornecedores no PDP melhora do desempenho deste processo em termos de produtividade, velocidade e qualidade do produto.
- Aspectos importantes na definição dos fornecedores:
 - Perfil da empresa
 - Gerenciamento
 - Meio ambiente
 - Qualidade
 - Logística
 - Pós-mercado
 - Competência
 - Desenvolvimento de produto
 - Produtividade
 - Compras

Atividade: Definir plano macro de processo

- A seleção dos processos de manufatura deve levar em conta atributos tais como:
 - condições superficiais,
 - precisão dimensional,
 - forma e sua complexidade,
 - taxa de produção,
 - custos e tamanhos.

Processos de manufatura e seus atributos

PROCESSOS	ATRIBUTOS						
	Acabamento superficial	Precisão dimensional	Complexidade	Taxa de produção	Lote econômico	Custo relativo	Tamanho (área projetada)
Fundição em areia	A	M	M	B	A/M/B	A/M/B	A/M/B
Fundição em casca	B	A	A	A/M	A/M	A/M	M/B
Fundição em cera perdida	B	A	A	B	A/M/B	A/M	M/B
Fundição sob pressão	B	A	A	A/M	A	A	M/B
Torneamento	B	A	M	A/M/B	A/M/B	A/M/B	A/M/B
Fresamento	B	A	A	M/B	A/M/B	A/M/B	A/M/B
Retificação	B	A	M	B	M/B	A/M	M/B
Eletroerosão	B	A	A	B	B	A	M/B
Moldagem por injeção	B	A	A	A/M	A/M	A/M/B	M/B
Moldagem por sopro	M	M	M	A/M	A/M	A/M/B	M/B
Stampagem	B	A	A	A/M	A/M	A/M/B	B
Forjamento	M	M	M	A/M	A/M	A/M	A/M/B
Moldagem por compressão	B	A	M	A/M	A/M	A/M	A/M/B
Laminação	B	M	A	A	A	A/M	A/M
Extrusão	B	A	A	A/M	A/M	A/M	M/B
Metalurgia do pó	B	A	A	A/M	A	A/M	B
UNIDADES	mm	mm		peças/h	peças		
A	>0,0064	< 0,13	Alto	> 100	> 5000	Alto	
M	<0,0064 >0,0016	> 0,13 < 1,3	Médio	< 100 > 10	< 5000 > 100	Médio	
B	< 0,0016	> 1,3	Baixo	< 10	< 100	Baixo	

PROCESSOS DE MANUFATURA

MATERIAIS	PROCESSOS DE MANUFATURA															
	Fundição em areia	Fundição em casca	Fundição em cera perdida	Fundição sob pressão	Torneamento	Fresamento	Retificação	Eletroerosão	Moldagem por injeção	Moldagem por sopro	Estampagem	Forjamento	Moldagem por compressão	Laminação	Extrusão	Metalurgia do pó
Aço carbono	E	E	E	-	B	B	E	E	-	-	B	B	-	B	B	E
Aço baixa liga	E	E	E	-	-	B	E	E	-	-	B	B	-	B	B	E
Aço ferramenta	B	E	E	-	-	-	-	E	-	-	-	-	-	-	-	E
Aço inox	E	E	E	-	-	-	-	E	-	-	B	B	-	B	B	E
Ferro cinzento	E	E	E	-	B	B	E	E	-	-	B	R	-	R	R	E
Ferro maleável	E	E	E	-	B	B	E	E	-	-	B	R	-	R	R	E
Ferro dúctil	E	E	E	-	B	B	E	E	-	-	B	R	-	R	R	E
Ferro fundido	E	E	E	-	B	B	E	E	-	-	B	R	-	R	R	E
Ligas de zinco	B	B	R	E	B	-	R	E	-	-	E	R	-	R	B	E
Ligas de alumínio	E	B	E	E	E	E	B	E	-	-	E	E	-	E	E	E
Ligas de magnésio	E	B	E	E	B	-	R	E	-	-	B	S	-	B	E	E
Ligas de titânio	-	B	R	-	-	-	R	E	-	-	-	B	-	R	R	E
Ligas de cobre	E	B	B	B	E	E	B	E	-	-	E	E	-	E	E	E
Ligas de níquel	E	B	B	-	-	-	R	E	-	-	B	R	-	B	B	E
Ligas de cobalto	-	R	R	-	-	-	R	E	-	-	-	-	-	-	-	E
Ligas de molibdênio	-	R	R	-	-	-	R	E	-	-	-	-	-	-	-	E
Ligas de tungstênio	-	R	R	-	-	-	R	E	-	-	-	R	-	-	-	E
ABS	-	-	-	-	B	B	B	-	-	B	-	-	-	-	E	-
Acetatos	-	-	-	-	B	B	B	-	-	B	-	-	-	-	B	-
Nylons	-	-	-	-	B	B	B	-	E	B	-	-	-	-	B	-
Fluorcarbonos	-	-	-	-	B	B	B	-	-	B	-	-	-	-	R	-
Policarbonatos	-	-	-	-	B	B	B	-	-	B	-	-	-	-	B	-
Poliamidas	-	-	-	-	B	B	B	-	-	B	-	-	-	-	R	-
Poliestireno	-	-	-	-	B	B	B	-	E	B	-	-	-	-	E	-
PVC	-	-	-	-	B	B	B	-	-	B	-	-	-	-	E	-
Poliuretano	-	-	-	-	B	B	B	-	-	B	-	-	E	-	B	-
Polietileno	-	-	-	-	B	B	B	-	E	E	-	-	-	-	E	-
Polipropileno	-	-	-	-	B	B	B	-	-	B	-	-	-	-	E	-
Acrílico	-	-	-	-	B	B	B	-	-	-	-	-	-	-	R	-
Epóxi	-	-	-	-	B	B	B	-	E	-	-	-	E	-	R	-
Fenólicos	-	-	-	-	B	B	B	-	-	-	-	-	E	-	B	-
Silicones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E	-	R	-
Poliéster	-	-	-	-	B	B	B	-	-	-	-	-	E	-	R	-
Borrachas	-	-	-	-	-	-	-	-	E	-	-	-	E	-	R	-

Adequacidade de materiais e processos de manufatura

E – excelente
 B – bom
 R – raramente usado