# AULA 6 – GERAÇÃO DE Conceito & AVALIAÇÃO

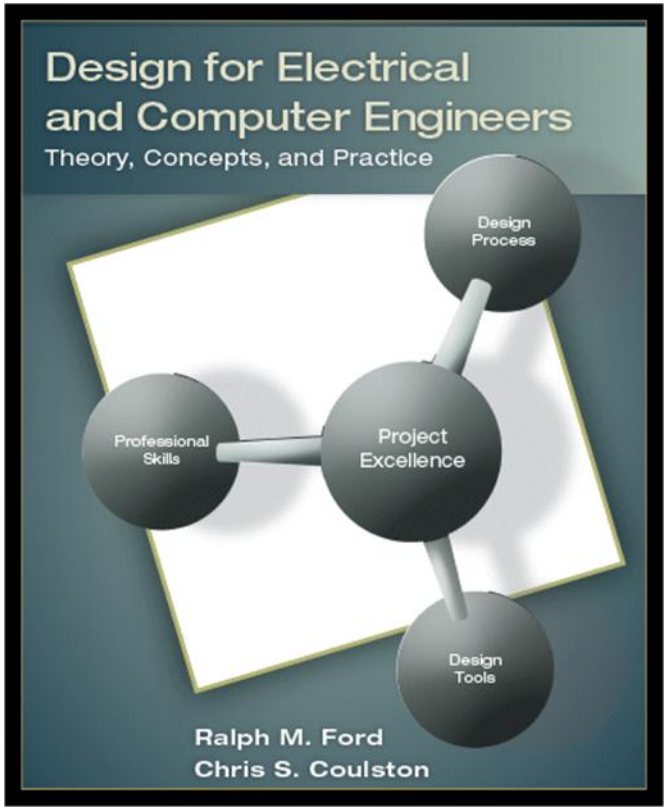
PSI2591 PROJETO DE FORMATURA 1

15/Abril/2011

# Material de aula

- Responsáveis: Sergio T. Kofuji; Marcelo K. Zuffo; Ramona Straube
- Baseado no livro texto e nas transparências dos autores

- Ford - Coulston



# Motivação

- A criatividade deve ser uma das qualidades de um engenheiro
- Frequentemente começa-se com uma única solução e se prossegue como sendo a única possivel
- Necessidade de ser criativo e gerar uma variedade de possíveis designs
- Necessidade de ser capaz de avaliar diferentes designs
- Geração sistemática
- Ser capaz de defender seu design
- Companias desejam empregar engenheiros inovativos
- Desenvolver seu julgamento de engenharia

# Objetivos de Aula

- Entender a importância da criatividade, inovação, geração de conceito e avaliação crítica em projeto (design) de engenharia
- Conhecer as barreiras à criatividade
- Ser capaz de aplicar estratégias e métodos formais para geração de conceitos
- Ser capaz de aplicar técnicas para avaliação de conceitos de design

# preâmbulo

# Exemplo da Google: 20% do tempo

- Engenheiros da Google são encorajados a dispender 20% do seu tempo de trabalho em projetos que lhes interessem
- Alguns dos novos serviços da Google, como o Gmail, Orkut, Google News, origiram-se destes empreendimentos independentes

http://www.youtube.com/watch?v=2GtgSkmDnbQ

# O que veremos...

- “concept” = idéia que satisfaz algum ou todos os requisitos de projeto
- “design concept” = personificação abstrata de: princípio físico, material e geometria
- Fragmentado ou completo, abstrato ou detalhado
- Geração de conceito é fácil e barato
- Faça logo no início e frequentemente
- Tenha um processo, saiba qdo parar
- Muitas idéias... Centenas
- A primeira idéia é raramente a melhor
- Meta: finalize todas as idéias
- É mais do que braimstorming
- Procura interna e externa
- Documente...documente...documente...

# Vimos até agora...

# O Processo de Design de Engenharia

- Processo Criativo
- “Problem solving” – “the big picture”
- Não há uma única solução "correta"
- Aspectos Técnicos respresentam apenas uma parte

# Design

- Identificação do Problema
- Fase de Pesquisa
- Especificação de Requisitos
- Geração do Conceito
- Fase de Projeto
- Fase de Prototipação
- Integração de Sistema
- Fase de Manutenção

# Identificação do Problema e Especificação de Requisitos

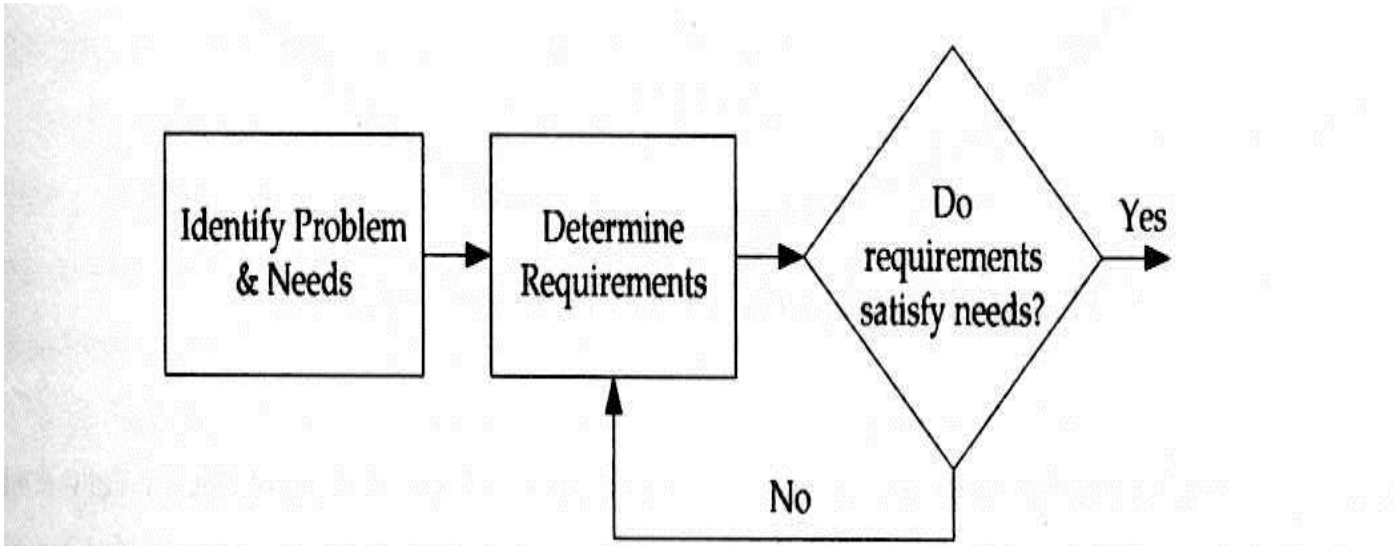



**Figure 1.1** A prescriptive design process for problem identification and requirements selection.

# Identificação de Necessidades

- Qual é o Problema?

  - Coletar informação
  - Interpretar informação
  - Organizar hierarquia de necessidades
  - Determinar importância relativa da necessidades
  - Revisar os resultados

# Exemplo de Hierarquia de Necessidades

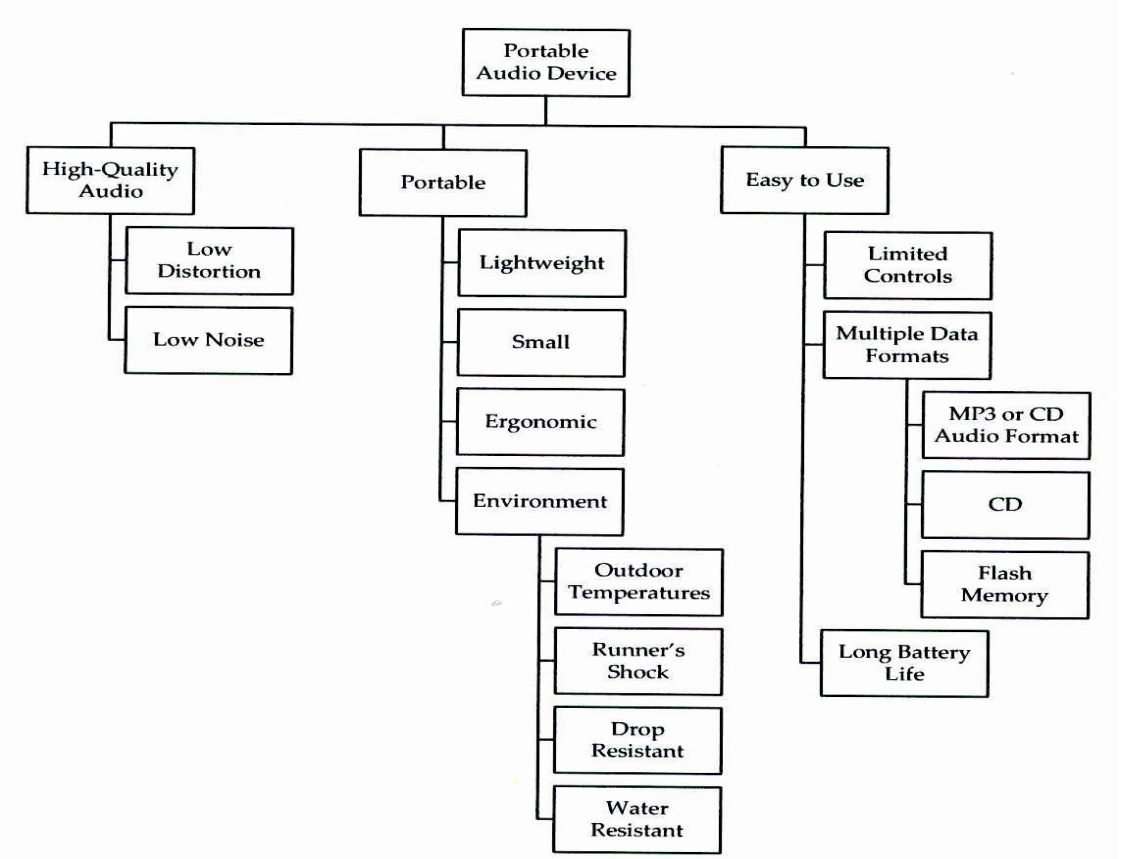



**Figure 2.2** Objective tree for a portable audio device to be used by runners.

# Declaração do Problema

- Exemplo

- Necessidade: Motoristas tem dificuldade de ver obstáculos em todas as direções

- Objetivo: projetar (design) um sistema para evitar acidentes

# Especificação de Requisitos

- Para se obter sucesso, a identificação de requisitos de projeto deve atender:

  - Requisitos de Marketing
    - Necessidades do cliente/usuário final
  - Requisitos de Engenharia
    - Aspectos técnicos
    - Desempenho

# Propriedades dos Requisitos de Engenharia

1. Abstrato – o que, não como
2. Não Ambíguo – único e específico
3. Rastreável – satisfaz necessidade?
4. Verificável – teste/medição

# Exemplo de Requisitos de Engenharia

- Desempenho e Funcionalidade
  - Deve identificar lesões na pele com uma acurácia de 90%
  - Deve ser capaz de medir até 1mm
- Confiabilidade
  - Operacional 99.9% do tempo
  - MTBF de 10 anos
- Energia
  - Consumo médio de potência de  2 watts
  - Corrente de Pico de 1 A

# Propriedades da Especificação de Requisitos

- Conjunto Ortogonal
- Conjunto Completo
- Consistente
- Delimitado
- Granularidade – sistema vs. componente
- Modificável
  - *From IEEE Std. 1233-1998*

# Restrições

- Econômico
- Ambiental
- Etico e Legal
- Saúde e Segurança (Safety)
- Manufaturabilidade
- Politico and Social – FDA, linguagem?
- Sustentabilidade

# Padrões

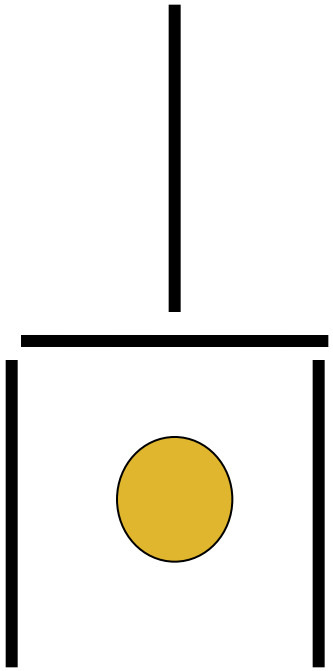
- Exemplos – RS-232, TCP/IP, USB
- Tipos
  - Segurança (Safety)
  - Teste
  - Confiabilidade
  - Comunicações
  - Documentação
  - Linguagens de Programação

# Aula de Hoje: Geração e Avaliação de Conceito

- Explore muitas soluções
  - EX.: Brainstorm
- Selecione a melhor solução
  - Baseado em necessidades e restrições
  - EX.: AHP (vide site http://www.expertchoice.com )
- Criatividade
  - Desenvolvimento de novas idéias
- Inovação
  - Tornar ideias criativas em realidade

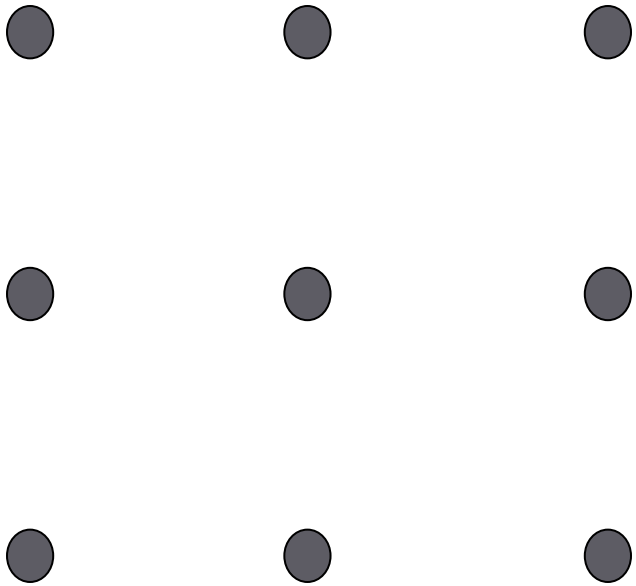
# 1 - Criatividade

# 1 Criatividade

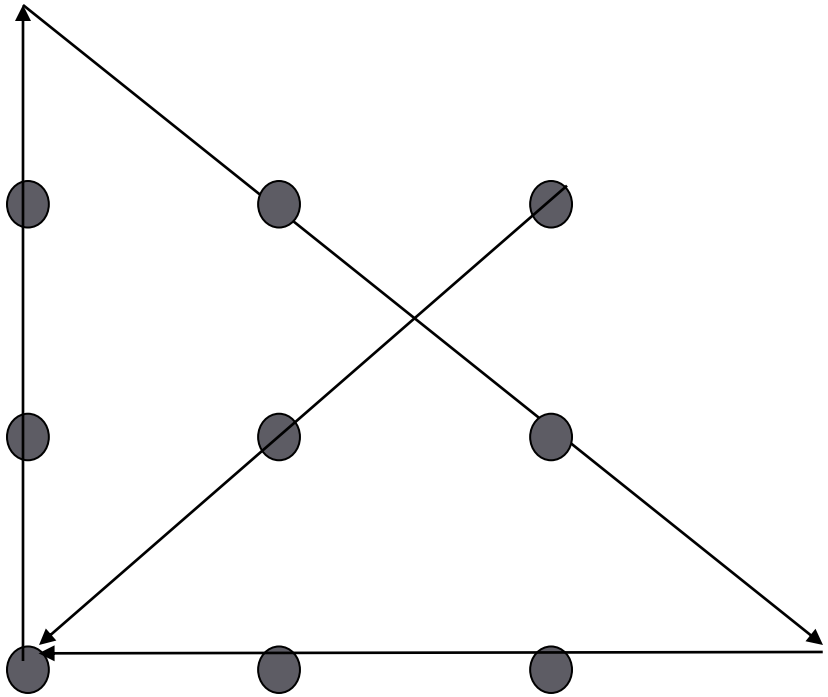


Temos uma pá formada por palitos, com uma moeda dentro. Mova dois palitos de forma que voce ainda tenha a pá, mas a moeda não esteja mais dentro dela

# Criatividade - Outro exemplo



# Uma SOLUÇÃO



# Criatividade

- Voce se acha criativo?
- Quem voce acha criativo?
- Porque voce acha que eles sao criativos?
- .
- .
- .

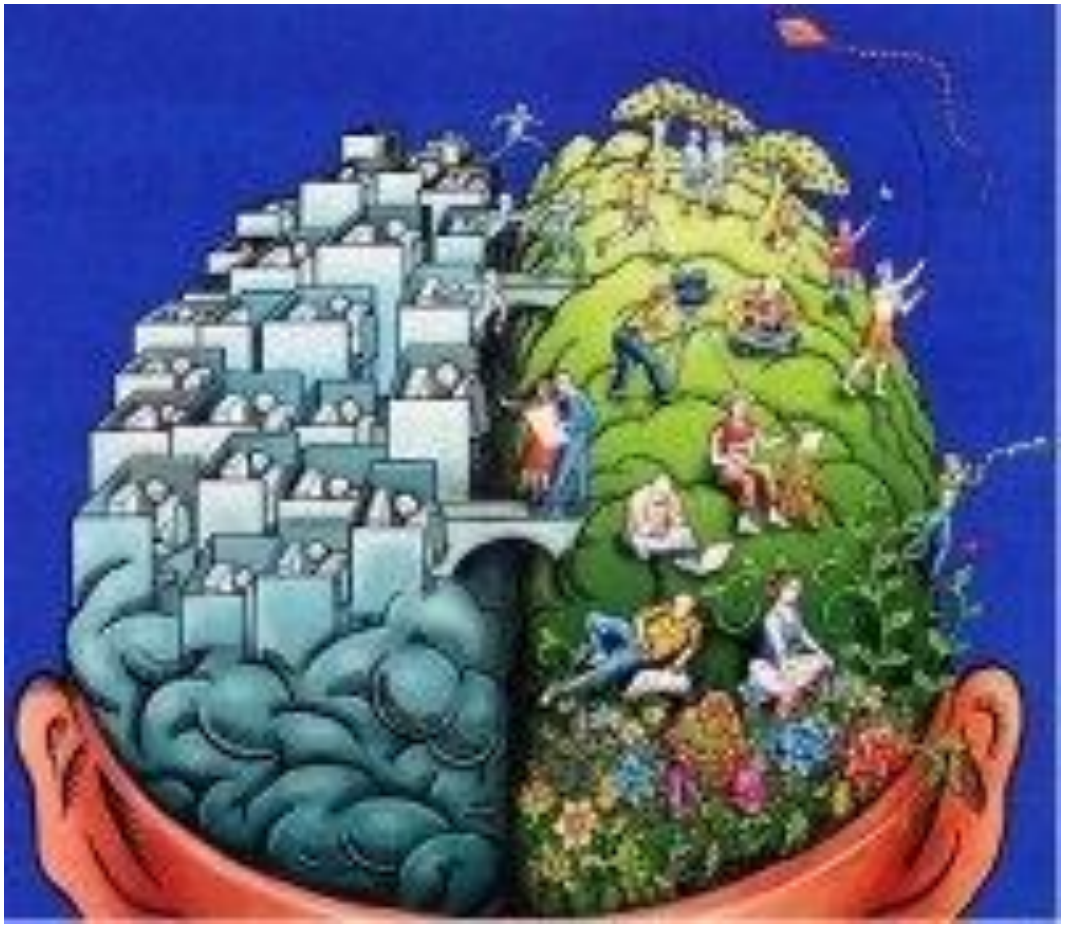
# Barreiras para a Criatividade

JAMES L. ADAMS Stanford University

- Perceptual
  - Limitar o espaço do problema (COLOCAR BARREIRAS ONDE ELAS NÃO EXISTEM!)
  - Polarização técnica
- Emocional
  - Medo de falhar
- Cultural and Ambiental
  - Polarização cultural contra criatividade, ambiente de equipe ruim...
- Intelectual e Expressivo
  - Conhecer/Entender Ferramentas

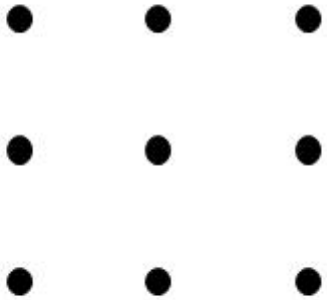
# Capacidade de enxergar o problema

# Cérebro Direito e Esquerdo: Mito ou Realidade?

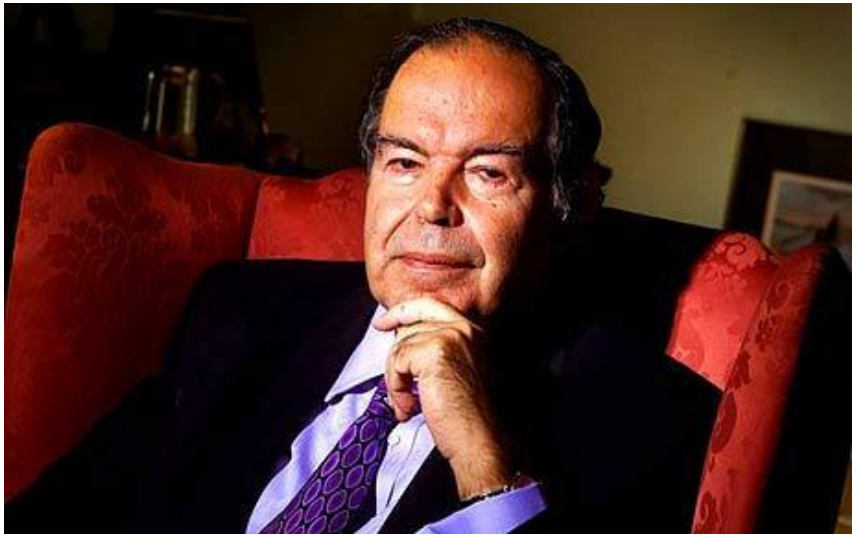


http://www.estimulacao.com.br

# EXERCISE



# Edward de Bono



http://www.edwdebono.com/

- Pensamento Lateral, Pensamento Criativo, Pensamento Paralelo etc.
- 62 livros em 54 países.
- Pensamento lateral trata criatividade como o comportamento da informação em um sistema de informação auto-organizante, como a rede neuronal em um cérebro.

# PENSAMENTO Vertical e Lateral

Seriado de TV ***CSI – Crime Scene Investigation***. Gere tantas soluções quantas possíveis para os cenários. A ideia é ver o problema a partir de uma variedade de pontos de vista diferentes e gerar cenários plausíveis.  Voce tem informações suficientes e deve examinar suas hipóteses.

*“Um corpo é descoberto em um parque em Chicago no meio do verão. Ele tem um crânio fraturado e um monte de ossos quebrados, mas a causa da morte foi hipotermia.”*

# Pensamento Vertical E Lateral

O que é pensamento vertical?

"cavar um poço fundo"

O que é pensamento lateral?

"cavar vários poços"

# O caso do mercador e as duas pedrinhas

Um mercador devia uma grande soma a um agiota que como forma de pagamento lhe propôs um negócio: cancelaria a dívida caso se casasse com a filha do mercador, uma moça linda e muito ligada à família. O mercador, sem ter o que fazer, deixou então que a sua filha tomasse a decisão. O agiota, muito esperto disse aos parentes e amigos do mercador que daria uma chance à sorte daquela linda jovem e colocaria duas pedrinhas, uma preta e outra branca, em uma bolsa vazia onde a jovem selaria seu destino escolhendo uma das pedrinhas.A pedra preta: casamento com o agiota e dívida cancelada; a pedra branca: dívida cancelada e permanência com o pai e a sua família. Havia ainda uma terceira condição: se a jovem se recusasse a tirar uma das pedrinhas, então o pai seria levado para a cadeia por muitos e muitos anos até a sua morte.

A jovem assentiu com a cabeça e seu pai concordou com a sua decisão.

http://www.artigonal.com/administracao-artigos/pensamento-lateral-effective-thinking-2054285.html

# O caso do mercador ...

- O agiota ao curvar-se para pegar as duas pedrinhas deixou transparecer a sua armadilha - ele pegou do chão duas pedrinhas pretas e colocou-as na bolsa pedindo em seguida que ela pegasse a pedrinha que decidiria seu destino e o de seu pai.

- Se usarmos a lógica convencional certamente o destino da jovem ficaria atrelado apenas ao casamento com o agiota ou à prisão de seu pai (pensamento lógico e vertical) que nesta hora não ajudaria muito ou quase nada. Se a linda jovem se recusasse a escolher uma pedra: cadeia para o seu pai; se a linda jovem tirasse uma pedrinha preta (não havia pedra branca na bolsa), teria que se casar com o agiota e seu pai ficariam em liberdade e sem dívida.

- Pensamento Vertical: a jovem TEM  de tirar uma pedrinha (lógica).

- Pensamento Lateral:: analisar o fato de não existir a pedrinha branca e tirar vantagem disso.

# O caso do mercador ...

- A jovem então enfiou a mão na bolsa e tirou uma das pedrinhas e num gesto meio atrapalhado deixou-a cair no chão onde se misturou com outras pedrinhas. Em seguida afirmou "Não há qualquer problema com este fato pois ainda há uma pedrinha na bolsa que é de cor diferente da pedrinha que escolhi". Como na bolsa somente ficou uma pedra preta o público concluiu que ela tirou (e deixou cair) a pedrinha branca. O agiota não poderia declarar a sua desonestidade aos presentes com medo de ser linchado.

- Usando o Pensamento Lateral, a moça solucionou um caso quase impossível de se resolver

- O Pensamento Lateral não olha apenas a solução lógica dos problemas, ele busca novas oportunidades e soluções baseando-se em todas as ocorrências possíveis. Cria um campo vasto de possibilidades e delas obtém a solução mais desejada por aquele que usa o Pensamento Lateral.

# Estratégias para Criatividade

- Pensamento Lateral
- Questionar
  - Porque usar um microcontrolador?
- Praticar a criatividade
  - Jogos, quebra-cabeças etc...
- Suspender o julgamento
- “Dar-se um tempo” (Tempo de incubação) – espere até o famoso momento onde ocorre o “aha!!!”
- Pensar como um novato (iniciante)

# Gerar idéias Criativas - Método SCAMPER – Osborne & Michalko

**SCAMPER** basear-se em tecnologia existente para gerar NOVAS ideias criativas a partir das já existentes

- **S**ubstituir
- **C**ombinar
- **A**daptar
- **M**odificar
- **P**rocurar outros usos
- **E**liminar
- **R**earrumar ou Inverter

# De Siqueira Consultoria...

## http://criatividade.files.wordpress.com/2007/02/scamper.pdf

**SCAMPER**

| Operador | | Pense sobre | Perguntas típicas |
|---|---|---|---|
| **S** | Substituir | Substituição de parte do produto ou processo por outra coisa.<br>Considere a substituição de materiais, formas, espaço, local e outros atributos. | O que posso substituir para obter uma melhoria? Que acontecerá se substituir isto por aquilo? Como posso trocar lugar, tempo, material, pessoas? |
| **C** | Combinar | Combinação de uma ou mais partes ou atributos para obter um novo produto ou processo. Fusão de de dois objetos ou sistemas. | Que materiais, características, tarefas, pessoas, produtos, processo ou componentes posso combinar? Como posso aumentar a sinergia? |
| **A** | Adaptar | Que partes ou características do produto ou processo podem ser adaptadas para resolver o problema. Como mudar a natureza do produto ou do processo. | Que parte ou característica do produto ou processo eu posso mudar? Em troca de quê? Que tal se eu mudasse as características de um componente? |
| **M** | Modificar | Aumento, diminuição ou alteração de parte ou de toda a situação atual.<br>Considere a modificação da forma, dimensões, pêso, tempo, freqüência, velocidade, etc. | O que aconteceria se eu aumentasse, diminuísse, deformasse uma característica ou componente do produto ou processo? |
| **P** | Procurar outro uso | Como você poderia arrumar outros usos para seu produto ou processo. Achar outro mercado para seu produto. Ou como você poderia reutilizar alguma outra coisa para resolver o seu problema. | Em que outro mercado eu poderia vender este produto? Que outros usos podemos pensar para este produto? Quem mais poderia se interessar por este produto ou serviço? |
| **E** | Eliminar | O que aconteceria de você eliminasse várias partes ou características de um produto ou processo, e o que faria nesta situação. | O que aconteceria se eu removesse um componente, parte ou característica? Como solucionaria o problema deixando de fazer certas coisas? |
| **R** | Rearrumar | Inversão da seqüência em que as tarefas são feitas ou as partes do produto são arrumadas. Procure ver a situação de diferentes ângulos. Explore novas arrumações no tempo e no espaço. | Que tal fazer ou usar isto na ordem inversa? Que tal inverter a ordem em que são arrumadas? Como posso obter o efeito oposto? |

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-Uso Não-Comercial-Vedada a Criação de Obras Derivadas 2.5 Brasil.
Para ver uma cópia desta licença, visite http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/br/

# 2 Geração de Conceito

Procure externamente

- Revisão da Literatura
- Procure e revise produtos existentes
- Benchmark produtos similares
- Entreviste experts

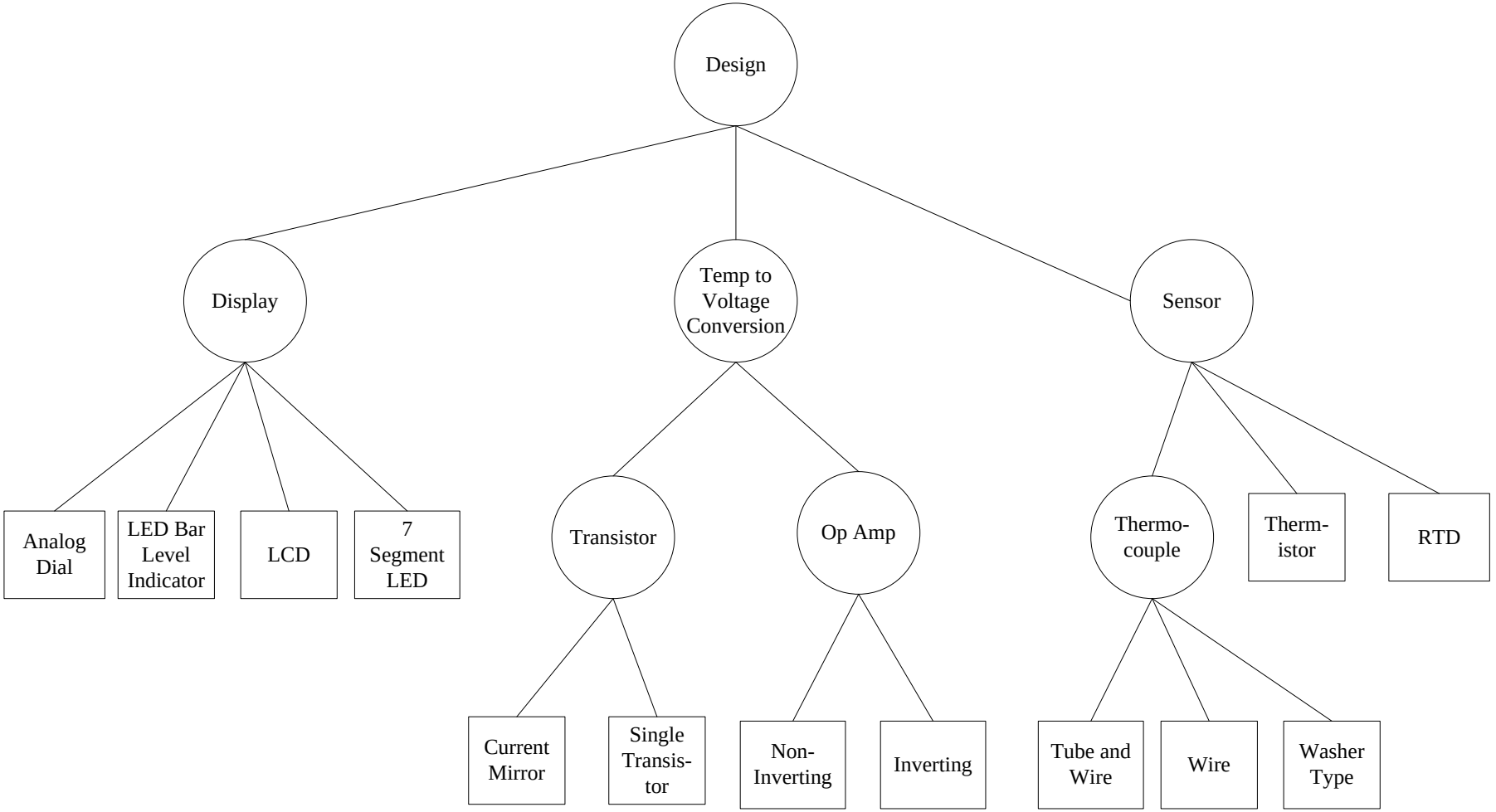
Procure internamente

- Brainstorming/brainwriting
- Técnica de Grupo Nominal
- Tabela/Leque (Fans) de Conceito

# TABELA DE CONCEITO - COMPUTAÇÃO PESSOAL

| User Interface | Display | Conectivitdade & Expansão | Energia | Tamanho |
|---|---|---|---|---|
| Keyboard | CRT | Serial & parallel | Battery | Hand-held, Fits in pocket |
| Touchpad | Flat Panel | USB | AC Power | Notebook size |
| Handwriting Recognition | Plasma | Wireless Ethernet | Solar Power | Wearable |
| Video | Heads-up display | Wired Ethernet | Fuel Cell | Credit card size |
| Voice | LCD | PCMCIA | Thermal transfer | Flexible in shape |
| | | Cell Telephone | | |

# Leque de Conceito (Fan)



# 3 Avaliação do Conceito

Avaliação Inicial

Métodos de Decisão (alguns deles)

- Análise de Força & Fraqueza
- AHP (Analytical Hierarchy Process) (Matriz de Decisão)
- Seleção de Conceito de Pugh

# ANÁLISE DE PONTOS FORTES E FRACOS

- Identifique e liste forças e fraquezas de cada conceito
- Para tornar mais analítico, designe pesos subjetivos para forças e fraquezas (fatores: + e – ou ++ e - - etc.) e some-os.

**Table 4.3** A strengths and weaknesses analysis of proposed methods for heating an Intel 1000XF card to be used in lifetime testing. [Ese03].

| Method | Strengths | Weaknesses |
|---|---|---|
| Contact Heating | • Simplest design<br>• Could be used internally to computer | • Does not create uniform temperature<br>• Hard to control temperature |
| Temperature Chamber | • Uniform temperature<br>• Greater control over temperature | • Must be external to computer<br>• More difficult to design<br>• Expensive |

# AHP (MATRIZ de DECISÃO)

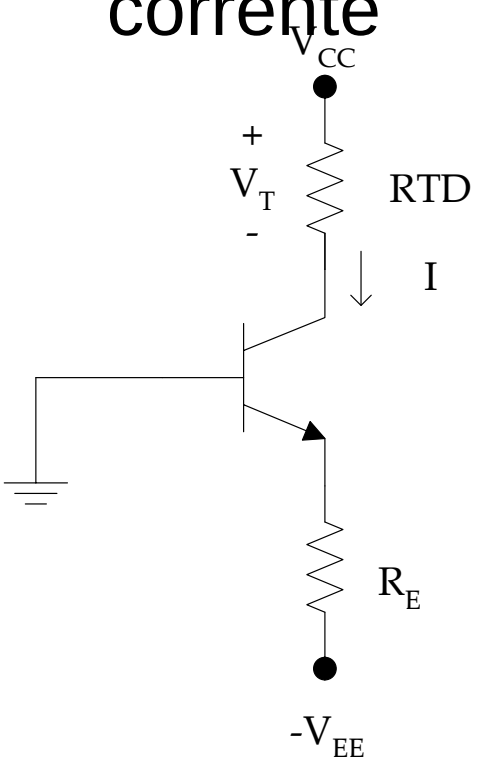
| | | Design Option 1 | Design Option 2 | | Design Option n |
|---|---|---|---|---|---|
| **Criteria 1** | | $\alpha_{11}$ | $\alpha_{12}$ | | $\alpha_{1n}$ |
| **Criteria 2** | | $\alpha_{21}$ | $\alpha_{22}$ | | $\alpha_{2n}$ |
| | | | | | |
| **Criteria *m*** | | $\alpha_{m1}$ | $\alpha_{m2}$ | | $\alpha_{mn}$ |
| **Score** | | $S_n = \sum_{i=1}^{m} \omega_i \alpha_{in}$ | $S_2 = \sum_{i=1}^{m} \omega_i \alpha_{i2}$ | | $S_1 = \sum_{i=1}^{m} \omega_i \alpha_{i1}$ |

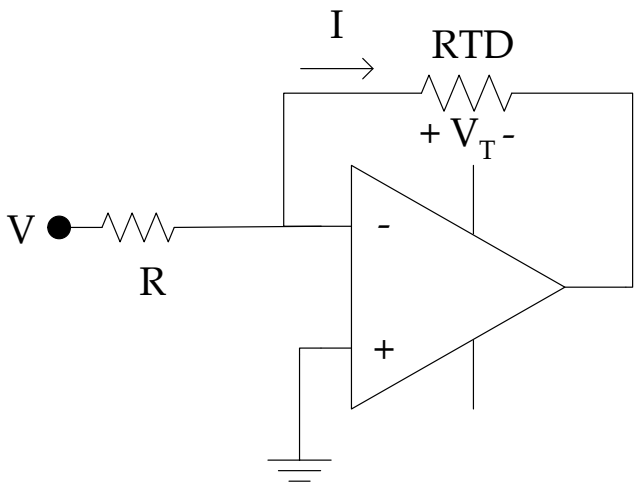
# MATRIZ DE DECISÃO: PASSOS

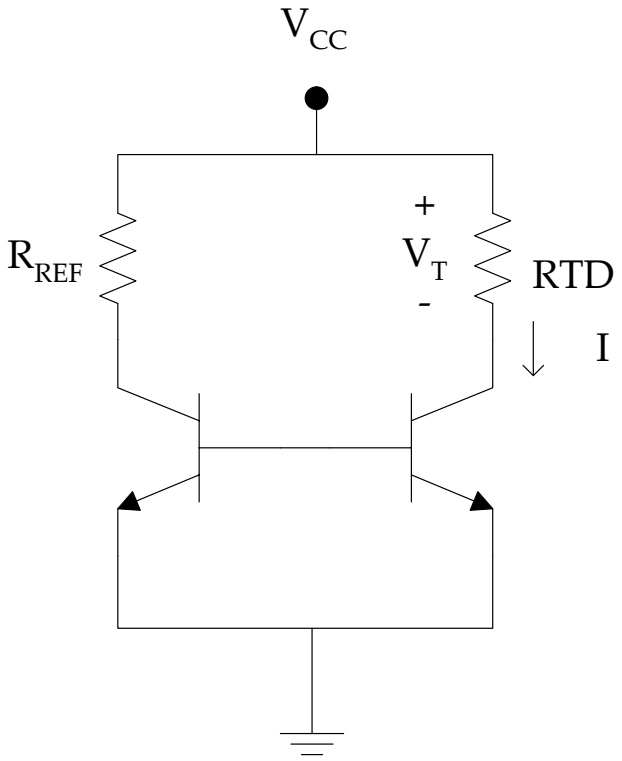
- Passo 1: Determine os **critérios de seleção**
- Passo 2: Selecione os **critérios de ponderação (pesos)**
- Passo 3: Identifique e  avalie (**rate) as** alternativas relativas ao critério
- Passo 4: Compute os **escores**
- Passo 5: Revise a decisão

# Exemplo: DECISÃO Quantitativa

- Selecione uma fonte de corrente para medição de corrente



# PASSO 1: Selecione os Critérios

Neste caso temos

- Acurácia
- Custo
- Tamanho
- Disponibilidade

# PASSO 2: Selecione os PESOS

- São computados baseados no resultado da comparação par-a-par
- Normalize os valores finais.

# PASSO 3: Compute as PONTUAÇÕES de projeto (DESIGN)

Em relação a:

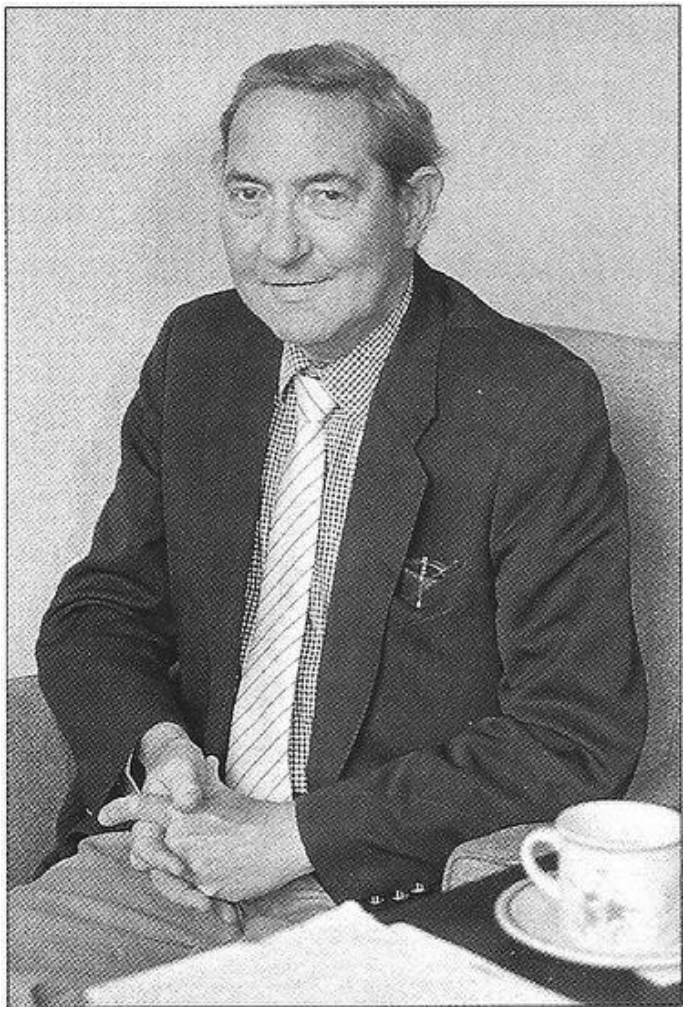
- Acurácia
- Custo
- Tamanho
- Disponibilidade

# PASSO 4: Compute OS Escores

| | | Single BJT | Op Amp | Current Mirror |
|---|---|---|---|---|
| **Acurácia** | 0.42 | 0.008 | 0.55 | 0.37 |
| **Custo** | 0.12 | 0.41 | 0.28 | 0.31 |
| **Tamanho** | 0.12 | 0.48 | 0.31 | 0.21 |
| **Disponibilidade** | 0.34 | 0.35 | 0.40 | 0.25 |
| ***Score*** | | 0.26 | 0.44 | 0.30 |

# PASSO 5 – REVISÃO DA DECISÃO

# Método de Stuart Pugh



# Seleção de Conceito de Pugh

1. Selecione os critérios de comparação.
2. Determine os pesos dos critérios,
3. Determine os conceitos.
4. Selecione o conceito baseline, inicialmente tomado como sendo o melhor.
5. Compare os outros conceitos com o baseline:
   - +1 melhor que, 0 igual a, -1 pior que.
6. Compute os escores ponderados para os conceitos, excluindo o baseline.
7. Examine os conceitos: mantenha, atualize, ou descarte. Sintetize os melhores elementos dos outros qdo possível.
8. Atualize a tabela & itere até que o melhor conceito emerja.

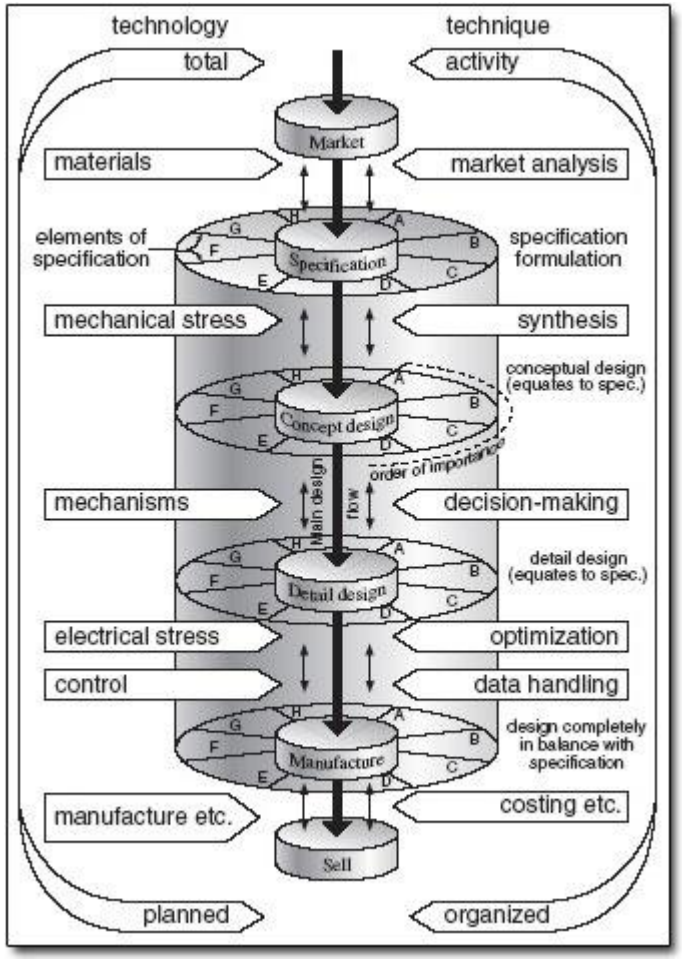
# Seleção de Conceito de Pugh

- Seleção de Conceito = Método da Convergência Controlada
  - Usado no Projeto Saturn da General Motors

- Vantagem sobre outros métodos de seleção por matriz: o número de conceitos pode variar ao longo da seleção

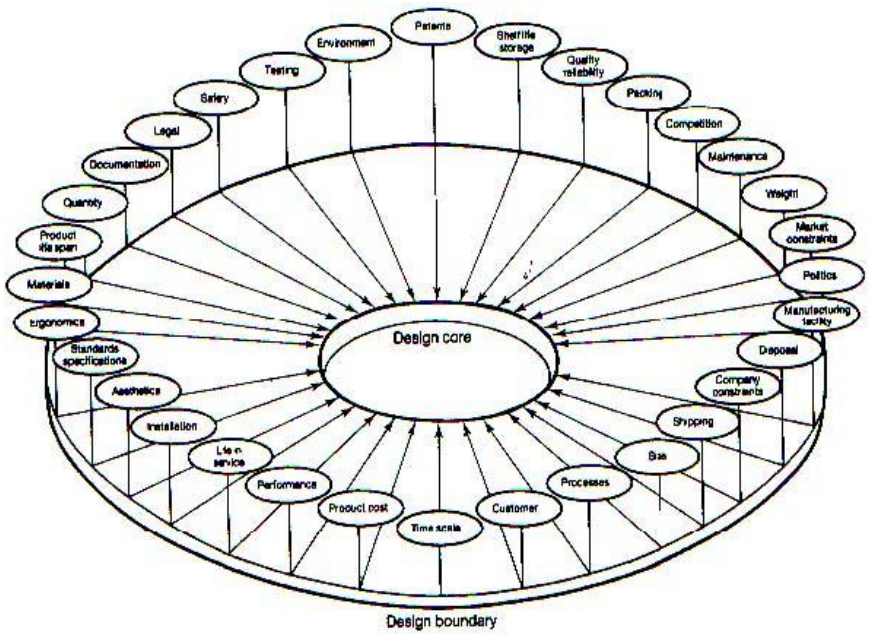
- A matriz de avaliação de Pugh é associado com o método QFD (Quality Function Deployment – Desdobramento da Função Qualidade) e é uma forma de matriz de priorização.

# Total Design

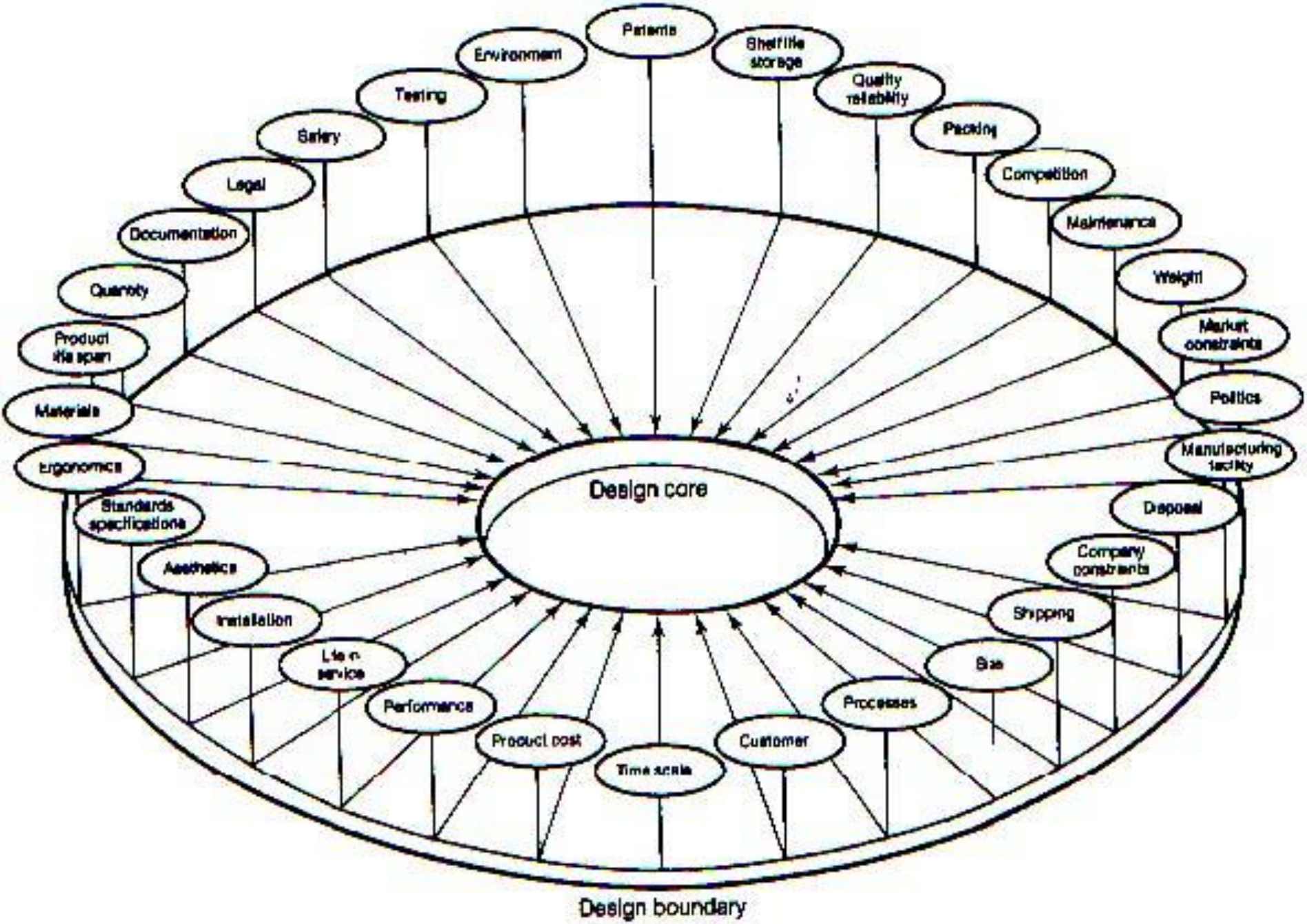



- TOTAL DESIGN Núcleo central de atividades, qq que seja o design:
  - Market (necessidade de usuário
  - Especificação de Design de produto
  - Design conceitual
  - Design de detalhes
  - Manufatura
  - vendas

# PDS: Especificação de design de produto




- O PDS (Especificação de Design de Produto) é formulado a partir do documento de Declaração de Necessidades (**BRIEF**) e serve como "**manto**"delimitador do Design.
- O PDS é um documento dinâmico que evolue durante o processo de Design.
- O Design e o PDS devem ser coerentes ao fim do processo de Design.
- O PDS contém **até** 34 elementos


Patents
Shelf life storage
Quality reliability
Packing
Competition
Maintenance
Weight
Market constraints
Politics
Manufacturing facility
Disposal
Company constraints
Shipping
Size
Processes
Customer
Time scale
Product cost
Performance
Life in service
Installation
Aesthetics
Standards specifications
Ergonomics
Materials
Product life span
Quantity
Documentation
Legal
Safety
Testing
Environment
Design core
Design boundary

# Tabela de Conceito de Pugh

| | | Opção 1 (Referência) | Opção 2 | Opção 3 | Opção 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Critério 1** | 4 | - | 0 | 0 | +1 |
| **Critério 2** | 5 | - | +1 | -1 | 0 |
| **Critério 3** | 2 | - | -1 | 0 | +1 |
| **Critério 4** | 1 | - | +1 | +1 | -1 |
| **Escore** | | - | 4 | -4 | 5 |
| **Continuar?** | | Combinar | SIM | NÃO | Combinar |

# 4 Conselho: Aplicação em Projeto

- Identificar diferentes alternativas de design
  - Procure externamente
  - Procure internamente
    - Brainstorming, Braimwriting
    - Técnica de Grupo Nominal
    - TRIZ
    - Morfologia (Tabelas e Leques de Conceito)
    - SCAMPER
- Identificar o conceito vencedor e justificar
  - Análise de Forças & Fraquezas
  - Matrizes de Decisão
  - Seleção de Conceito de Pugh

# 5 Sumário da Aula

- Abra sua mente para criatividade
  - Inovação é importante
  - Pode-se aplicar estratégias
- Aplique Métodos de Geração de Conceito
  - Procure externamente: Patentes, pesquisa, experts
  - Procure internamente: SCAMPER, Morph Charts, Leques de Conceito, Brainstorming, Técnica de Grupo Nominal
- Avalie Conceitos Criticamente
  - Forças/Fraquezas
  - Matrizes de Decisão
  - Seleção de Conceitos de Pugh

# Próxima aula

- Técnicas de Design
- Exemplos

# Obrigado!