

03

INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

Engenharia

Prof. Luis Fernando Maffeis

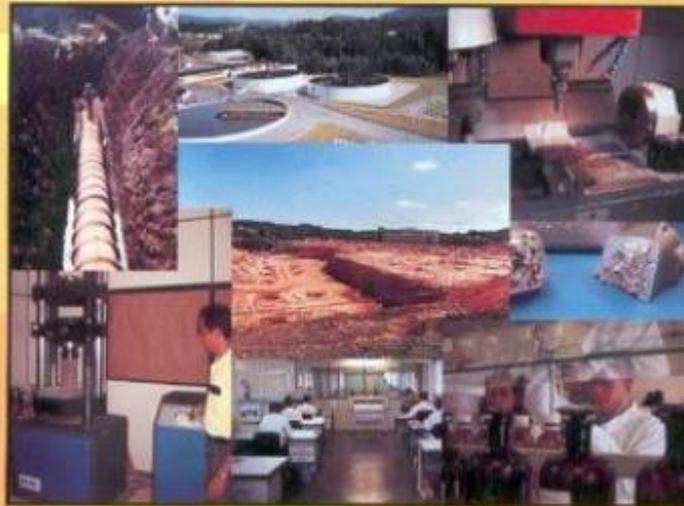
Engenharia

- Solução de problemas
- “Engenheiros são por excelência identificadores, formuladores e solucionadores de problemas.”
W.A.Bazzo e L.T. V. Pereira (Introdução à Engenharia)
- “O engenheiro sempre escolhe a melhor opção.”
Prof. O. Fadigas

WALTER ANTONIO BAZZO E LUIZ TEIXEIRA DO VALE PEREIRA

INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

CONCEITOS, FERRAMENTAS E COMPORTAMENTOS



EDITORA
DA UFSC



Projeto

Projeto - em engenharia - é uma atividade que envolve ciência e arte. Envolve também conhecimentos dos mais diversos assuntos do saber humano, o que implica experiência de quem o desenvolve. Nós (autores) pensamos assim: a ciência pode ser aprendida através do exercício do uso de técnicas, da formação básica e da realização de cursos específicos. Mas a arte precisa ser aprimorada com experiência, dedicação e força de vontade pessoal. Deve ser exatamente por isso que a atividade de projetar tanto fascina, pois estimula o nosso desenvolvimento intelectual em várias áreas.

Projeto

Conjunto de ações para resolver um problema

Projeto

Projeto é um plano de execução, é um planejamento para se alcançar objetivos dentro de metas de orçamento e tempo; é o conjunto de atividades que precede a execução de um produto, sistema, processo ou serviço. Podemos *realizar*, por exemplo, um projeto de viabilidade econômico-financeira, um projeto editorial, um projeto de um equipamento para extração de óleo de mamona, um projeto de pesquisa ou um projeto de trabalho acadêmico.

Assim, projetar é estabelecer um conjunto de procedimentos e especificações que, se postos em prática, resultam em algo concreto ou em um conjunto de informações. Portanto, o processo do projeto é a aplicação específica de uma metodologia de trabalho à resolução de problemas.

Projeto

De forma geral podemos identificar dois tipos de projeto:

- PROJETO POR EVOLUÇÃO -é aquele que surge da adaptação ou variação de um projeto anterior. Esta variação pode ficar restrita, por exemplo, à forma ou às dimensões do produto. Este tipo de projeto pode surgir em resposta ao rápido desenvolvimento da tecnologia ou a descobertas científicas recentes, que permitem novas explorações tecnológicas. Com esse avanço, têm-se cada vez mais condições de melhorar produtos existentes. Por se ter conhecimento do desempenho do sistema anterior, o projeto por evolução apresenta menores riscos de falhas, tendo, entretanto, menores possibilidades de competição, por apresentar poucas novidades ao consumidor.
- PROJETO POR INOVAÇÃO - é aquele que surge da aplicação de conhecimentos anteriormente não experimentados. Normalmente é uma resposta a uma descoberta científica, que gera um novo conjunto de conhecimentos técnicos, cuja utilização pode romper com práticas tradicionais. Este tipo de projeto resulta em novos produtos que, por falta de conhecimento do desempenho de produtos análogos, correm maior risco de apresentar erros.

Processo de um projeto

- Identificação de uma necessidade
- Definição do problema
- Coleta de informações
- Concepção
- Avaliação
- Especificação da solução
- Comunicação

Identificação de uma necessidade

IDENTIFICAÇÃO DE UMA NECESSIDADE

O passo inicial do processo de projeto é a identificação de uma necessidade, que pode surgir de muitas maneiras. O mais comum é que surja da insatisfação com a situação presente, ou com a solução atual. Essa tarefa pode ser de vital importância para a sociedade, uma vez que a necessidade, usualmente, surge na ânsia de reduzir custos, aumentar a confiabilidade ou o desempenho de sistemas, ou, simplesmente, para satisfazer o público consumidor, que cansou de determinado produto ou mudou de hábitos.

Identificação de uma necessidade

Ao contrário do que pode parecer à primeira vista, o reconhecimento de uma necessidade não é um trabalho fácil ou corriqueiro e constitui, na verdade, um ato altamente criativo.

O engenheiro deverá estar constantemente atento ao que acontece à sua volta para poder captar, com precisão, aquilo que clama por uma solução. Isto, por si só, já justificaria a importância da engenharia perante a sociedade, posto que são exatamente os seus profissionais que transformam em realidade, pelos melhores meios disponíveis, novas estruturas, dispositivos, máquinas e processos que contribuem para o homem se relacionar com o seu meio ambiente e viver com dignidade.

Muitas vezes, uma necessidade pode não estar evidente e se encontrar ofuscada por outra, exigindo, para a sua descoberta, um árduo trabalho, ou mesmo um vislumbramento. Por exemplo: o projeto de um automóvel mais seguro pode nascer da necessidade de se produzir um veículo mais econômico, com menor nível de ruído interno ou com menor possibilidade de causar poluição ambiental; o projeto arquitetônico de um edifício residencial pode, em função de suas linhas arrojadas, apontar a necessidade de pesquisas de novos materiais, novos métodos de cálculo e alternativas para economia de energia.

Definição do problema

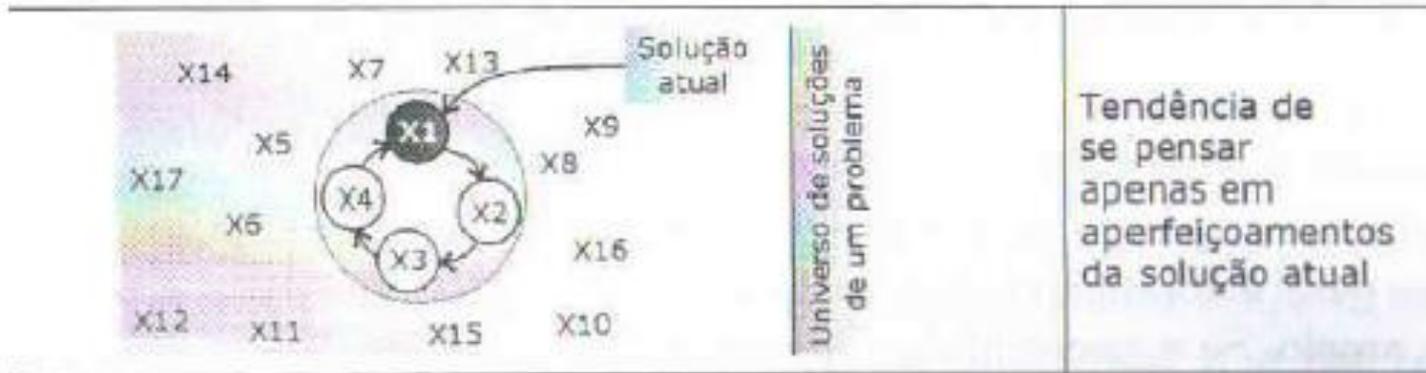
Um dos passos mais críticos do processo solucionador é a definição do problema. Não que identificar uma necessidade seja tarefa fácil ou de menor importância. Mas definir de forma clara e objetiva o problema a resolver tem um peso fundamental em todo o processo solucionador, pois é esta definição que vai orientar a resposta, que vai facilitar ou complicar a busca de soluções, que vai ampliar ou reduzir o universo de possíveis soluções. Além do mais, se o problema for inicialmente mal formulado, todo o trabalho seguinte poderá ser inútil, por se ter resolvido algo sem utilidade.

Definição do problema

Não se deve cometer o erro de confundir a solução com o próprio problema. Este alerta é necessário porque é comum, ao se tentar resolver algo, ficarmos às voltas com tentativas de aperfeiçoar a situação atual. Para que isso não ocorra, sugerimos que o projeto seja iniciado pela formulação mais clara possível do problema. Dessa forma evitamos também a tendência de nos emaranharmos, de início, com tentativas de apresentar soluções que só deverão ser tratadas mais adiante.

Definição do problema

Essa tendência de ficarmos presos pela solução atual pode ser mais bem visualizada através de uma interpretação do esquema abaixo apresentado. É comum que se cometa o equívoco de dar voltas ao redor da solução atual, sem perceber que inúmeras outras soluções poderiam, perfeitamente, cumprir os objetivos pretendidos.



Definição do problema

É muito útil nesta fase o uso do conceito da caixa-preta. Durante a formulação do problema, através deste conceito, apenas os estados inicial e final são importantes e, portanto, identificados. O que vai acontecer entre um estado e outro - ou seja, como vai ocorrer a transformação das variáveis de entrada na resposta da saída - é algo que se vai definir posteriormente.

A técnica da caixa-preta consiste em desconsiderar, preliminarmente, o processo necessário para transformar o estado inicial no estado final. Esta transformação é substituída por uma *caixa preta* que, mais tarde, quando o problema já estiver suficientemente definido, será estudada e definida.



Definição do problema

Estado Inicial

Estado final

Energia elétrica gerada na usina

Lâmpada acesa na residência do consumidor

Energia cinética produzida pela turbina

Energia elétrica disponível na residência

Energia potencial (água represada)

Energia elétrica disponível para consumo

Fluxo livre da água de um rio

Energia elétrica disponível

Recursos da natureza

Energia para consumo

Múltiplas formulações de um problema

Coleta de informações

- **DADOS DE ENTRADA E SAÍDA** - levantamento dos parâmetros disponíveis antes e após a transformação desejada, bem como das suas possíveis variações.
- **CONDICIONANTES DE ENTRADA E SAÍDA** - especificação dos valores que podem assumir cada uma das variáveis de entrada e saída, como peso, volume e formato, por exemplo.
- **CRITÉRIOS** - base de preferência a ser aplicada para avaliar o mérito relativo das várias soluções encontradas, o que orientará, ainda, a concepção do projeto; por exemplo, se ficar estabelecido que o principal critério é a segurança, a procura de soluções deverá ser encaminhada neste sentido.

Coleta de informações

- UTILIZAÇÃO - é importante que seja estimada com a maior precisão possível a utilização que terá o sistema a ser projetado. Com este dado, podemos concentrar a procura considerando os aspectos relacionados com os custos de produção e utilização. Se o sistema tiver uma pequena vida útil, pouca responsabilidade ou pequeno grau de utilização, naturalmente que o projeto não exigirá o mesmo tratamento que um outro em que estas características necessitem de maior nível de detalhamento. Então, uma maior taxa de utilização implicará um custo mais elevado - dos materiais empregados, por exemplo - e os lucros só virão em função de uma utilização mais intensa ou mais duradoura. Exemplo: se a travessia de um rio só será efetuada raras vezes num certo local, é evidente que a solução *que* minimizará o custo total - a soma dos custos de projeto, da construção e da travessia - não será uma ponte. Ao contrário, se milhares de pessoas tiverem que cruzar com freqüência o rio naquele lugar, certamente que um barco a remo não deve ser a melhor solução.

Coleta de informações

- **VOLUME DE PRODUÇÃO** - esta característica terá forte influência na escolha do sistema de fabricação. Este fator terá uma importância decisiva no custo final da produção. Se apenas dez unidades de um determinado equipamento devem ser fabricadas, os instrumentos para a sua produção deverão ser diferentes dos empregados no caso em que ele fosse fabricado em larga escala. Podemos lembrar, por exemplo, que os preços relativamente acessíveis dos equipamentos eletrônicos, hoje em dia, devem-se à utilização de processos de fabricação automatizados. Muitos componentes, devido ao seu grau de precisão exigido e ao tamanho reduzido, só têm podido ser fabricados graças a modernos processos de produção e montagem.

Concepção da solução

Após ter definido o problema e coletado as informações necessárias para iniciar o projeto, o projetista pode se empenhar ativamente na busca de soluções, sem, necessariamente, preocupar-se com detalhamentos de todas elas. Entretanto, em determinados casos pode ser vantajoso realizar um projeto preliminar, com o objetivo de formular uma primeira idéia de uma solução proposta, ou mesmo para esclarecer algumas características desta solução.

Uma boa revisão bibliográfica, realizada na fase anterior, e o uso de métodos que estimulem a criatividade são de grande valia para a concepção de soluções.

Concepção da solução

Nesta fase, são especificados os elementos, os mecanismos, os processos ou as configurações que resultam no produto final, e que satisfazem necessidades identificadas. Talvez seja esta a fase mais atraente do processo do projeto, por permitir que coloquemos em prática todo o nosso acervo de conhecimentos técnicos e científicos. Aí também podemos, de maneira mais intensa, dar vazão à nossa imaginação criadora.

Concepção da solução

São vitais para o bom desempenho desta fase os processos de análise e de síntese. Desmembrar cada possível solução, elemento a elemento, e após rearranjá-las apropriadamente, é uma excelente forma de conseguirmos ter boas soluções. Mas a solução final só poderá ser concluída após a fase de avaliação, quando esta será otimizada e, posteriormente, detalhada para a especificação final.

Um aspecto que merece ser ressaltado é a importância das idéias simples, que, ao contrário do que alguns imaginam, são de muita utilidade prática. Não só por serem mais econômicas de produzir e de usar ou por terem um funcionamento que inspira maior confiança, mas, também, pela satisfação que trazem a quem as criou. O bom engenheiro não se sente efetivamente satisfeito antes de otimizar e simplificar as suas idéias até onde for possível. Mecanismos, circuitos, processos de fabricação, métodos de operação e manutenção sempre podem ser simplificados e otimizados.

Avaliação do projeto

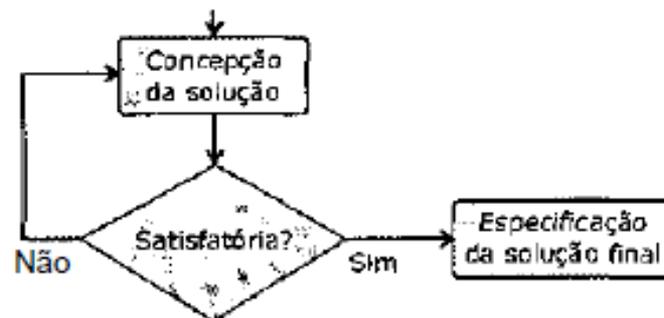
O termo avaliação é aqui usado no sentido de julgamento, e envolve uma análise completa do projeto. Desta fase constam cálculos detalhados do desempenho do sistema. Em alguns casos, a avaliação pode envolver extensos testes de simulação com modelos experimentais, em escala reduzida ou ampliada, ou de protótipos em tamanho real.

Como o projeto é um processo iterativo, muitas vezes erros cometidos são uma boa fonte de dados para trabalhos futuros. Por isso devem ser devidamente registrados para consultas posteriores, pois um acerto é dependente de outro não tão preciso, ou mesmo de um erro anterior.

Avaliação do projeto

Num processo de projeto cada etapa requer uma avaliação, sendo comum que - para se considerar cumprida uma determinada fase - se recorra a um procedimento repetido de tentativas ou iterações. A necessidade de voltar de uma fase para a anterior, e tentar outra vez, não deve ser considerada como uma falha, pois o projeto é um ato criativo e, como tal, é também o resultado de um processo de maturação. Por isso o projetista deve adquirir uma alta tolerância para falhas, além de tenacidade e determinação para conduzir o seu trabalho até o êxito.

A natureza iterativa do projeto conduz a melhores resultados técnicos, permitindo que se chegue a sistemas de desempenhos mais eficientes, com mínimo peso ou custo, por exemplo. Através de um fluxograma, este processo pode ser esquematizado conforme mostrado na próxima figura.



Fluxograma representando o processo iterativo

Especificação da solução final

Se a concepção foi aprovada na fase da avaliação, e estando garantidas sua viabilidade e exequibilidade, partimos para o projeto detalhado, que objetiva estabelecer as especificações de engenharia da solução escolhida, definindo-a pormenorizadamente.

Nesta fase é preparado o memorial descritivo do projeto, que consiste na descrição detalhada das suas partes constituintes. Um memorial costuma conter vários itens, conforme sugerido na tabela abaixo.

Especificação da solução final

Conteúdo geral de um memorial descritivo

Objetivos, funções e localização de cada uma das partes componentes do projeto

Características básicas da solução final e propriedades dos materiais especificados

Valores previstos para os parâmetros e variáveis envolvidas, com referência às particularidades a serem observadas quando da recepção de materiais e componentes

Detalhes construtivos e operacionais

Desenhos detalhados de componentes, sistemas e subsistemas

Comunicação do projeto

O propósito de um projeto é satisfazer alguma necessidade específica do cliente ou consumidor. Assim, o projeto pronto deve ser apropriadamente comunicado, ou ele pode perder muito do impacto ou significância. Uma ideia, por melhor que seja, se não for bem comunicada, perderá muito do seu valor.

A comunicação pode ser oral ou escrita. Relatórios técnicos, esquemas detalhados, listagens de programas computacionais e modelos icônicos frequentemente fazem parte do trabalho final de comunicação do projeto. São comuns, ainda, rodadas de diálogos entre os projetistas e quem encomendou o trabalho. Devemos portanto encarar esta atividade como parte integrante do projeto.

Uma atenção especial deve ser dada ao relatório final, pois, na maioria das vezes, é apenas esse resultado final o que ficará de um trabalho, e ele precisa historiar com precisão e clareza tudo o que foi realizado.

Identificação de uma necessidade

Definição do problema

Coleta de informações

Concepção

Avaliação

Especificação da solução

Comunicação

Comunicação do projeto

Em linhas gerais, as seguintes informações costumam fazer parte das comunicações dos trabalhos dos engenheiros:

- **MEMORIAL DESCRITIVO** - contendo as características básicas referenciadas no item *especificação da solução final*;

MEMORIAL DE CÁLCULO - apresentando os cálculos realizados para o dimensionamento; é recomendável referenciar as normas utilizadas nestes cálculos;

LISTA DE MATERIAIS - indicando os materiais a serem empregados na produção do sistema projetado, bem como quantidades e especificações comerciais;

CRONOGRAMA - apresentando os prazos de execução do projeto ou da obra, ou de desembolso de recursos financeiros; objetivam estes cronogramas mostrar a distribuição, por exemplo, das atividades durante o desenrolar das operações;

ORÇAMENTO DO PROJETO - relacionando os custos, para demonstrar o montante dos recursos envolvidos na elaboração do projeto e da obra; devem ser discriminados os custos com pesquisas, serviços especializados de terceiros, consultorias técnicas, materiais e equipamentos adquiridos ou alugados, honorários do projetista - ou equipe - etc.;

Processo de um projeto

- Identificação de uma necessidade
- Definição do problema
- Coleta de informações
- Concepção
- Avaliação
- Especificação da solução
- Comunicação

Exercício

- Comparar as etapas do processo de um projeto com as etapas do processo criativo.

Processo criativo

- Identificação do problema
- Preparação
- Incubação
- Iluminação
- Elaboração
- Verificação