

PNV 3100 - INTRODUÇÃO À ENGENHARIA

A ENGENHARIA E O PROJETO DE ENGENHARIA

2019

DA TÉCNICA À ENGENHARIA

Para atender suas necessidades materiais o ser humano dispõe da natureza e dela sempre se valeu. No início, o homem explorava a natureza através da coleta de plantas, da caça e da pesca para atender suas necessidades alimentares e através do uso do espaço físico para as suas necessidades de proteção.

Mas o ser humano é dotado de capacidade de interpretar o mundo em que vive. Essa capacidade, parte do que chamamos de “inteligência”, é o elemento que, junto à linguagem, distingue o ser humano dos demais animais. Fazendo uso dessa inteligência, passou a “domar” ou dominar a natureza, através do uso de técnicas que melhoravam sua condição de vida.

EVOLUÇÃO DA TÉCNICA

As primeiras técnicas nasceram, provavelmente, do instinto, do acaso ou da imitação da natureza.

A descoberta do fogo, e o desenvolvimento de seu uso (cozimento de alimentos, iluminação, aquecimento), foram a primeira manifestação técnica da humanidade. Por essa época nasceram também as técnicas de aproveitamento da pedra lascada para a confecção de armas e utensílios.

Com a evolução, ao instinto juntou-se a criatividade e as técnicas se aprimoraram. São desse período o uso da pedra polida, agricultura, domesticação e criação de animais, fabricação de vinhos e cervejas. A seguir, a descoberta de metais (bronze e ferro foram os primeiros) ampliou a gama de recursos disponíveis para o bem-estar do homem.

Essas técnicas eram consideradas então, dádivas divinas e, como tal, sua transmissão só era permitida aos escolhidos.

Foi com os gregos e suas *téchne* –saber fazer humano – que o ensino das técnicas passou a ser feito também por leigos. Este fato fez com que mais um elemento se incorporasse ao arsenal disponível ao desenvolvimento das técnicas: a **experiência**.

Desta associação da criatividade com a experiência nasceu a engenharia.

A primeira referência do uso do termo “engenheiro” foi para designar aqueles que se dedicavam ao invento dos “engenhos” de guerra.

Esta forma de engenharia foi caracterizada como **engenharia prática** (baseada no invento).

Uma característica fundamental do fazer da engenharia é o projeto. Baseado em interpretação do mundo, da empiria (o mundo como ele se apresenta) e da Ciência, a pessoa que faz engenharia faz projeto.

A observação empírica do mundo natural é realizada desde que o ser humano desenvolveu técnicas. Sua sistematização encontra-se descrita desde a antiguidade. Já o método científico, tal como o conhecemos hoje e que é característica da Ciência, se desenvolveu desde a Idade Média, mas se estabeleceu a partir da Idade Moderna Revolução Científica dos séculos XVI e XVII.

Antes do método científico, a busca do conhecimento a respeito dos fenômenos naturais era voltada para os aspectos filosóficos ou até mesmo religiosos. Com a Ciência, o domínio do conhecimento científico passou dos filósofos para os cientistas, o que o tornou menos restrito para a sociedade.

Assim, a Engenharia é anterior à Ciência. As pirâmides egípcias e as pirâmides astecas, os templos gregos, a Muralha da China, os aquedutos romanos são exemplos de obras de Engenharia muito anteriores à consolidação do método científico, baseadas em projetos que se sustentavam na criatividade, na experiência e no conhecimento prático acumulado.

Mas a incorporação do conhecimento científico ao arsenal do engenheiro levou a engenharia a um patamar mais elevado, chegando ao que tem sido chamado de engenharia moderna, cujo alicerce está no tripé criatividade – experiência – conhecimento científico.

CONCEITO DE ENGENHARIA

A engenharia pode ser definida como a atividade que gera projetos. A partir do

projeto de engenharia é possível a produção de bens, serviços ou soluções úteis à sociedade, a partir da conversão de recursos naturais ou a partir de outros produtos fabricados, de energia e de trabalho. Este conceito está ilustrado na Figura 1.

Os recursos naturais disponíveis podem ser: materiais, energéticos e o meio físico. Já os bens gerados são produtos, processos ou sistemas. Um dos recursos fundamentais para a geração de produtos, processos ou sistemas é o trabalho humano. O Trabalho humano é um recurso natural?

Aspecto fundamental da engenharia é que o resultado da aplicação do projeto de engenharia (sistema ou produto) deve ter viabilidade econômica e social (ambiental, política, etc.).

Assim, a atividade fundamental desenvolvida pelo engenheiro (conversão de recursos naturais em bens) é denominada de **projeto**.

Para se capacitar ao exercício de sua atividade, o engenheiro necessita desenvolver-se nas áreas de criatividade, habilidades e atitudes. Além disso, o engenheiro dispõe de conhecimentos oriundos da: (a) prática e do mundo empírico; (b) Ciência.

A engenharia pode ser dividida em algumas áreas, as quais poderão exigir requisitos específicos; no entanto, a maioria dos requisitos é comum a todas as áreas, como:

- (a) conhecimentos oriundos da prática e experiência, não só de cada engenheiro, mas dos conhecimentos disponíveis desde que a humanidade começou a produzir artefatos (produtos) com engenho;
- (b) Conhecimentos da Ciência, a partir da aplicação do método científico, que se consouçou a partir do século XVII.

Desta forma, o engenheiro tem, à disposição:

- as ciências naturais: física e química;
- a matemática;
- e o que se convencionou chamar de ciências de engenharia – termodinâmica, mecânica dos sólidos, fenômenos de transporte, resistência dos materiais, etc.

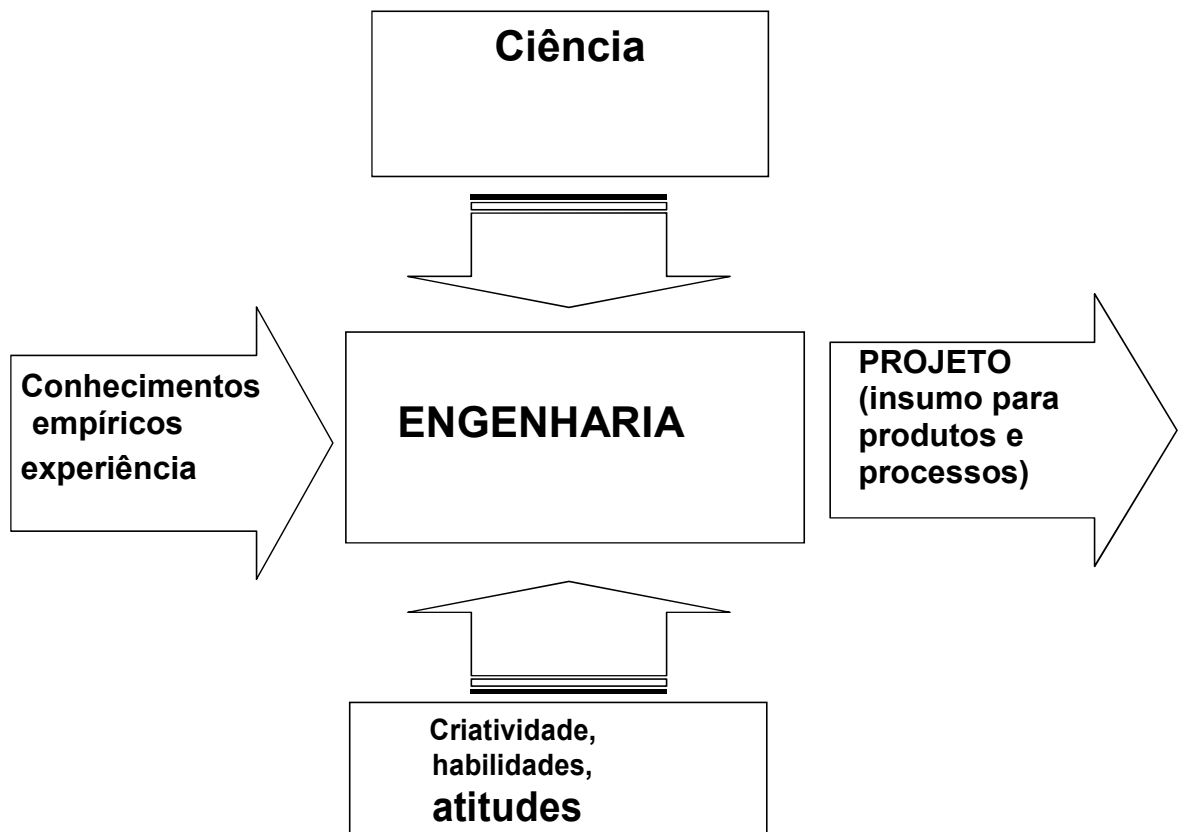


Figura 1 Conceito de Engenharia

Área de conhecimentos:

- ciências naturais: física e química;
- matemática;
- ciências de engenharia: fenômenos de transporte, resistência dos materiais, etc.

Além disso, constituem requisitos para o engenheiro as seguintes habilidades: capacidade de trabalhar em equipe, capacidade de comunicação oral e escrita, domínio de linguagens e conceitos de informática e de ciências de dados, e, por fim, as atitudes fundamentais como ética profissional, consciência ambiental, responsabilidade social e política, busca permanente de atualização profissional, etc.

HABILITAÇÕES DA ENGENHARIA

Na prática, a Engenharia foi se dividindo, ao longo do tempo, em diferentes habilitações, como engenharia mecânica, elétrica, naval, aeronáutica, de produção, de alimentos, mecatrônica, elétrica com ênfases em telecomunicações, em automação e controle, em computação e muito mais. De fato, o engenheiro vinha sendo formado em uma parte da engenharia. No entanto, ainda que muitos se especializem mais ainda no mercado de trabalho, muitos acabam trabalhando em áreas diferentes das quais se formaram, não por dificuldades do mercado em si, mas porque as trajetórias possíveis, com o passar do tempo, valorizam o modo de pensar do engenheiro, o modo de formatar problemas e mobilizar conhecimentos de várias fontes para chegar a soluções criativas e inovadoras, etc. Assim, engenheiros originalmente formados como civis podem se tornar excelentes engenheiros aeronáuticos. As fronteiras entre as habilitações estão, cada vez mais, se desfocando e, aos poucos, a engenharia se tornando uma área que se diferencia pela especialização por problemas, produtos, e não por divisão a priori entre áreas de conhecimento.

O PROJETO DE ENGENHARIA

Nós acabamos de ver, em linhas gerais, qual é a atividade essencial que caracteriza a atuação de um engenheiro na sociedade. Em termos bem sintéticos, um engenheiro é um profissional que participa (executando projetos ou gerenciando) do processo de transformação de recursos em bens, ou produtos, componentes, processos e sistemas, que atendam às necessidades ou desejos da sociedade. Vimos também que para exercer esta atividade o engenheiro necessita dispor de uma série de informações, conhecimentos, habilidades e posturas que lhe permitam atuar com excelência neste

processo.

Este processo de transformação que culmina com a concepção/criação dos bens para atender as demandas da sociedade nada mais é do que o **PROJETO DE ENGENHARIA**.

Neste momento, a definição pode estar provocando certa confusão ou dúvida em você: “Mas o projeto de engenharia não são os cálculos, desenhos ou plantas que o engenheiro faz?”. Na realidade, como veremos mais adiante, o Projeto de Engenharia não se restringe somente a desenhos e cálculos técnicos. Ele é um processo que envolve uma série de outros elementos e aspectos fundamentais para que se consiga transformar ou converter, da melhor forma possível, os recursos em bens ou serviços que atendam a certa necessidade ou objetivo. Faz parte deste processo também a implementação do bem ou serviço, ou seja, sua fabricação ou disponibilização física ou até virtual – para produtos intangíveis - para operação. Portanto o Projeto de Engenharia também não se esgota na entrega de relatórios e desenhos.

Para começarmos a entender um pouco mais o que é e o que envolve um Projeto de Engenharia vamos analisar algumas características dos bens criados a partir dele e de que forma elas influenciam o Projeto.

Como vimos anteriormente, os produtos, componentes, processos ou sistemas criados através de um Projeto de Engenharia têm por objetivo atender a uma determinada necessidade da sociedade. No entanto estes bens ou serviços, por estarem inseridos dentro do meio social, devem atender, além das funções específicas para as quais foram criados, a uma série de outros requisitos que, aparentemente, nada têm a ver com os aspectos tecnológicos envolvidos na criação dos mesmos. De uma maneira geral, estes requisitos estão associados a aspectos das seguintes naturezas: econômica; ambiental; legal; política; estética; de segurança e confiabilidade; de saúde; etc. Eles complementam aqueles de natureza técnica que, de um modo geral, estão relacionados a: desempenho; consumo de energia; resistência mecânica e durabilidade; resistência à corrosão e degradação; facilidade de fabricação, operação e manutenção; etc.

Portanto, conhecer uma determinada necessidade a ser satisfeita não significa conhecer somente a função que o bem a ser criado deve executar, mas, também, de que forma esta função deve ser realizada, ou seja, quais requisitos este bem deve satisfazer para atender adequadamente a necessidade, a que parte da sociedade estará

se dirigindo o produto e, principalmente, se a necessidade foi identificada de maneira correta. Por exemplo, a necessidade de deslocamento de pessoas da Zona Leste para a Zona Centro de São Paulo pode ser “lida”, individualmente, como a necessidade de ser proprietário de um carro. Mas para a cidade, a solução pode ser tanto a construção de uma ou mais linhas de metrô, acompanhada de linhas de ônibus ou também a construção de várias avenidas para a rolagem de automóveis. A formulação do problema, o mapeamento dos usuários, sem reais interesses e, muitas vezes, os conflitos que um projeto de solução pode acarretar é chave para o sucesso.

O que se observa na maioria dos processos de criação de bens ou serviços é que estes requisitos são em geral conflitantes, ou seja, quando se tenta satisfazer algum deles da melhor forma possível degrada-se o atendimento a outros. Por exemplo: admita-se que se queira reduzir o custo de um determinado produto (requisito econômico), através da seleção de materiais mais baratos; nesta condição pode-se estar reduzindo também sua durabilidade e resistência mecânica (requisitos técnicos) aumentando, assim, os riscos de acidentes (requisitos de segurança e saúde) para usuários ou operadores do produto ou mesmo para pessoas que nada tem a ver com o processo projetado (vide caso das barragens de Mariana e de Brumadinho). Portanto, há uma estreita correlação entre os requisitos associados a uma determinada necessidade, sejam eles técnicos ou não, sendo que o atendimento a um deles afeta o atendimento aos demais e vice-versa.

Além disso, a engenharia precisa dar conta de um problema mais complexo: às vezes o produto ou serviço precisa ser lançado ao lado da própria criação da necessidade. Como disse um grande poeta brasileiro, Ministro da Cultura, as pessoas às vezes não sabem o que querem, e às vezes “querem o que não sabem” (Gilberto Gil). O processo social e econômico leva a problemas como poluição (se o projeto de engenharia não der conta dos rejeitos e subprodutos do processo produtivo) ou a necessidade de sustentabilidade e ou durabilidade. Mas ainda, por exemplo: até 2004, ninguém no mundo consumia um sistema de informações que conectasse pessoas produzindo informações pelas próprias pessoas. Em 2019, quinze anos depois, mais um bilhão de pessoas consomem e se relacionam através do produto Facebook! Às vezes, portanto, a engenharia participa de processos de criação de necessidades, e não apenas da identificação de necessidades. Ou, para pensar: o sistema econômico-social precisa de uma contínua cornucópia de produtos e serviços para sustentar um consumo. Seria o consumo – e a produção – a verdadeira necessidade que move o ato de

projetar?

Bom, se existem tantos requisitos a serem atendidos e se eles são conflitantes entre si, deve existir então um sem número de alternativas de bens para atender a necessidade estipulada, umas atendendo melhor alguns conjuntos de requisitos, e outras atendendo melhor outros conjuntos. Então, como vamos saber qual alternativa escolher, ou mesmo como vamos saber se entre as alternativas vislumbradas encontra-se a melhor possível? Ainda, como saberemos quais são os requisitos fundamentais e qual a ordem de importância entre eles? Como vamos avaliar as alternativas em termos dos requisitos não técnicos? Será que estamos propondo alternativas de bens que realmente atendem à necessidade apresentada?

Esta constatação e estas perguntas podem, neste momento, trazer certo desconforto, ainda mais quando se sabe que estamos falando de Engenharia, que é frequentemente definida como uma “ciência exata”. Por outro lado, elas nos dão uma pista de quais são as características fundamentais de um problema de Engenharia.

O desconforto decorre basicamente da noção, ou percepção típica, que a maioria das pessoas tem sobre o que é Engenharia. A noção que mais se observa é a de que Engenharia nada mais é do que Ciência Aplicada e Matemática. Para constatarmos isto basta lembrar alguns argumentos muito utilizados pelos estudantes quando os mesmos se deparam com a situação de escolher uma carreira para prestar vestibular: “Eu vou escolher Engenharia porque gosto de Matemática e Física”; ou então: “Eu vou fazer Engenharia porque me dou bem nos problemas de Matemática e Física”.

A esta altura do texto, deve ter ficado claro que a Ciência, e as Ciências Exatas, em particular, são elementos da formação do engenheiro dentre vários outros.

Como consequência desta noção vem a tendência de se caracterizar um problema de Engenharia como similar aos problemas de matemática e ciência que os estudantes enfrentam no ensino médio e na própria universidade. Os problemas nestas áreas apresentam, em geral, quatro características em comum:

São problemas bem definidos (problemas fechados), ou seja, sua descrição é completa, sem ambiguidades ou contradições; sabemos exatamente o que devemos obter como solução e dispomos de todos os dados necessários para isto.

A solução para cada problema é única e facilmente caracterizável, isto é, são

números, conjunto de números, equações ou símbolos.

Os problemas têm um encerramento facilmente identificável, ou seja, é fácil reconhecer quando a solução foi obtida (ACABEI !!!!###***''''''&&@@).

Para serem resolvidos os problemas requerem a aplicação de uma área de conhecimento bem especializada e, em geral, não há dúvida sobre qual é o assunto tratado em cada um.

Voltando agora às perguntas que fizemos anteriormente, é fácil perceber que elas estão indicando que o problema de criar um bem para atender certa necessidade não deve possuir nenhuma das características que listamos acima. E isto é verdade! Raramente um problema de Engenharia possui estas características. Na verdade, os problemas reais de Engenharia são, em geral, inicialmente mal propostos ou formulados, não possuem uma única solução correta e um encerramento claramente identificável, e quase sempre necessitam da aplicação de conhecimentos de várias outras áreas além das de matemática ou ciências.

Um bom engenheiro deve perceber claramente que a vida é plena de problemas a serem resolvidos, mas nenhum deles tem um enunciado preciso, como encontramos nos livros de estudos da escola.

Bom, se um problema de Engenharia é assim como é que eu vou conseguir resolvê-lo? Eu só entendo de matemática e física! Calma, não se desespere. É aqui que entra o Projeto de Engenharia.

O Projeto de Engenharia é o resultado da aplicação de um processo de solução dos Problemas de Engenharia. Esse processo é uma abordagem metódica que nos permite resolver classes de problemas grandes e/ou complexos que possuem as características “nebulosas” que acabamos de identificar – quase todos para não dizer todos.

Assim, um Projeto de Engenharia deve, inicialmente, estabelecer a definição clara da necessidade e dos requisitos que se deve atender, a geração e análise de várias alternativas de solução, a definição de critérios para comparação das alternativas, a escolha, o detalhamento e a comunicação da solução final. Faz parte também do projeto, a fabricação e disponibilização do bem; afinal, o problema só estará resolvido quando o bem estiver fabricado e operando. Além disso: que outros problemas são provocados pela fabricação de um determinado produto. Exemplo: uma mina de minério

tem um projeto de engenharia; a fabricação de acordo com esse projeto pode acarretar a produção de rejeitos, que precisam ser armazenados. Que tal uma barragem de rejeitos? Mas se essa barragem entrar em colapso, por alguma razão possível, quais serão as consequências? Como mitigar esse risco e reduzir os danos potenciais? Tudo isso deve fazer parte de um projeto de engenharia para mineração de minério de ferro.

Portanto, para resolver problemas de Engenharia, o Engenheiro vai precisar conhecer o processo que leva à solução dos mesmos, ou seja, ele vai precisar saber como se faz e tudo o que envolve o Projeto de Engenharia.

Bom, e como ficam os nossos conhecimentos de matemática e ciências de engenharia? Na realidade estes conhecimentos são fundamentais ao longo do processo de solução dos problemas de Engenharia, principalmente quando vamos analisar e avaliar as características de desempenho das diversas alternativas.

Mas além deles, como vimos, vamos precisar de conhecimentos de diversas outras áreas para podermos tratar com os requisitos que não são de natureza técnica. Isto não significa que devemos ser “experts” em todas as áreas, mas algum conhecimento em algumas delas é muito importante para a atividade do Engenheiro. Na realidade, para realizarmos um Projeto vamos precisar de profissionais com conhecimento específico nestas diversas áreas e, inclusive, de Engenheiros especializados nas diferentes áreas da Engenharia. Em outras palavras, o Projeto de Engenharia é, em geral, uma atividade multidisciplinar normalmente realizada por grupos ou equipes multidisciplinares. Esse projeto pode, inclusive, lançar mão de conhecimentos que não engenheiros sejam portadores: os trabalhadores experientes em uma sequência de processos, outros profissionais cujo conhecimento seja relevante no projeto, como médicos, psicólogos, marketólogos, etc

Estas considerações nos mostram que além dos conhecimentos, vamos precisar dispor também de algumas habilidades para participar de um Projeto de Engenharia. O que está evidente acima é que um delas deve ser saber trabalhar em grupo ou em equipe. Outras habilidades importantes são saber estimular a criatividade e saber se comunicar escrita e oralmente.

Bom, se tudo isto é necessário para que possamos realizar um Projeto e resolver um Problema de Engenharia, é evidente que nossa formação em Engenharia deve nos propiciar este aprendizado. Então, como é que vamos aprender tudo isto?

Nós do curso de **Introdução à Engenharia** entendemos que uma das melhores

maneiras de iniciarmos este aprendizado é fazendo na prática. É por isto que alguns dos objetivos do curso são os de propiciar as condições para que você experimente e vivencie vários dos aspectos envolvidos num Projeto de Engenharia, e possa exercitar algumas das habilidades fundamentais para executá-lo.

MÉTODO DO PROJETO DE ENGENHARIA

Como forma de organização do trabalho na disciplina vamos empregar uma abordagem metódica que permite lidar com problemas vultosos e complexos. Esta abordagem envolve diversas etapas, como descritas a seguir.

- Identificação de necessidades ou demandas e sua configuração em requisitos;
- Formação de várias alternativas de solução;
- Definição de critérios para comparação de alternativas;
- Escolha, detalhamento e comunicação da solução;
- Fabricação, operação e manutenção;
- Previsão do descarte.

Para formular e resolver um problema de Engenharia, o engenheiro precisa SABER O QUE ENVOLVE E COMO SE CONDUZ O PROJETO DE ENGENHARIA

Algumas habilidades:

- Trabalho em equipe;
- Criatividade;
- Comunicação.

Formação em Engenharia

Deve propiciar:

- Aprendizado de conceitos;
- Desenvolvimento de habilidades para resolver problemas;
- Oportunidades para realizar projetos em Engenharia.

Como?

Uma possibilidade: **Aprender fazendo.**

Em PNV3100, são propiciadas condições para que você:

- Experimente e vivencie alguns dos aspectos envolvidos no projeto de Engenharia.
 - Exercite algumas das habilidades e atitudes necessárias para executar um Projeto de Engenharia.