

O QUE É A ENGENHARIA?

GERALDO R. DE ALMEIDA¹

“Eu sou Eu mais a minha circunstância”

ORTEGA Y GASSET

INTRODUÇÃO

A Engenharia é um conjunto de conhecimentos sistematizado usado na Técnica. A dificuldade de “entender” o significado e uso da Engenharia está relacionada ao conteúdo das palavras usadas no conceito introdutório apresentado. Ser um “conjunto de conhecimentos”, implica de imediato trazer para a discussão os conceitos de “conhecimento” e de “conjunto”. O conhecimento no sentido agudo da Filosofia da ciência é “a capacidade que possui os indivíduos racionais de conviver com OBJETOS da sua circunstância” e, portanto, requer sempre alguma interação entre o indivíduo e a sua circunstância imediata, não importando se esta esteja na raiz de seu cérebro ou nas mais remotas regiões do UNIVERSO. O conceito de conjunto associado com conhecimento não pode existir sozinho, necessitando de algum predicado que lhe confira significado. O predicado do conjunto é ser sistematizado. Ora, Poincaré já havia antecipado “um monte de tijolos não é uma casa, assim como um amontoado de conhecimento não é ciência”.

Assim o conceito de conjunto de conhecimento dentro da ciência, Técnica e Tecnologia só é significante se for “sistematizado”. É o que é ser sistematizado? Etimologicamente é uma reunião de temas dispostos de modo ordenado. Deste modo a Engenharia encerra um conceito fechado de “conjunto de conhecimento sistematizado”, mas o aspecto fundamental está na parte PRAGMÁTICA da Engenharia, que é ser usado na TÉCNICA.

¹ GERALDO ROBERTO DE ALMEIDA é Engenheiro Eletricista (MSc, DSc), sócio Diretor da TECHSYS TECNOLOGIA E SISTEMAS S/C LTDA, consultor de Tecnologia para áreas de materiais (Polímeros, Metais e Cerâmicas) e Sistemas (Transmissão de Sinal e Potência) e consultor do GRUPO INTELLI.

E o que é a TÉCNICA? Aceito de modo generalizado, a Técnica é a parte da atividade humana que busca resolver o CONFLITO entre o INDIVÍDUO RACIONAL e a sua circunstância, modificando a circunstância. A TÉCNICA difere da CIÊNCIA apenas pelo aspecto de modificação da circunstância, que objetivamente não está na meta da ciência. Difere também da TECNOLOGIA, pois esta é apenas “o uso do conhecimento no trabalho humano”.

Este ensaio é uma contribuição para a atividade de ensino da Engenharia, onde o desejo é esclarecer os aspectos fundamentais desta ARTE.

BASES E DIMENSÃO NA ENGENHARIA

Partindo da necessidade de “conhecimento sistematizado” as bases da Engenharia são: AS TEORIAS E AS HABILIDADES. E a dimensão são as composições permitidas entre as bases anteriores. As Teorias em sua forma mais básica nada mais são que um conjunto de HIPÓTESES testadas com sucesso. Quando se fala de hipótese, é inevitável invocar a ciência e o método científico. A ciência tem como meta: (1) Alargar o conhecimento, (2) Sistematizar o conhecimento e (3) Desenvolver o MÉTODO.

Alargar e sistematizar o conhecimento são conceitos que podem ser entendidos com as discussões precedentes, mas desenvolver o Método ainda continua obscuro neste ensaio.

MÉTODO CIENTÍFICO pode ser visto através de dois enfoques disjuntos, mas complementares. O Enfoque Filosófico que melhor ajusta é aquele devido a K.R. POPPER. Segundo POPPER o problema da inertização científica se resolve com um enfoque semelhante ao da DIALÉTICA Hegeliana. De um lado colocamos a NATUREZA da forma que ela é e de outro lado colocamos o que PENSAMOS da natureza. Aquilo que pensamos da natureza é a HIPÓTESE. No sentido de POPPER deve-se buscar com os métodos mais robustos “REFUTAR” a hipótese. Se esta é refutada, deve-se buscar uma nova hipótese, todavia, se não se consegue refutar a hipótese, aceita-se como “conhecimento provisório”. O Segundo Enfoque

do método é o ESTATÍSTICO e, neste caso, é interpretado apenas como a capacidade de se retirar uma AMOSTRA da realidade circunstante.

Quando existir um conjunto de hipóteses testadas, com sucesso a “sistematização deste conhecimento provisório” recebe a denominação de TEORIA. Por certo, todas as Engenharias são “domínio” das Teorias e, portanto, não é possível conceber a FORMAÇÃO DE ENGENHARIA sem um grande domínio teórico.

Todavia, não basta o SABER TEÓRICO para que um indivíduo seja considerado ENGENHEIRO. Os FÍSICOS, os QUÍMICOS, os MATEMÁTICOS também possuem este saber teórico e, no entanto, suas dimensões profissionais não têm como META “ferir” a circunstância, modificando-a para resolver um problema de conflito entre o INDIVÍDUO e sua circunstância. Na dimensão do ENGENHEIRO é requerido também HABILIDADES.

Se de um lado o SABER TEÓRICO requer como HABILIDADE apenas capacidade intelectual, no momento que modificar a circunstância o ENGENHEIRO se defronta com a necessidade de HABILIDADES emocionais. Afinal o que são estas habilidades? São todas as CAPACIDADES ativas que possui um indivíduo manifestado na execução de alguma AÇÃO. Ser capaz no seu sentido largo é PODER agir em plenitude convivendo e administrando conceitos pessoais e com os demais indivíduos.

As habilidades foram e têm sido negligenciadas no trabalho dos Engenheiros de tal sorte que se criou nesta profissão dois ESTERÓTIPOS: (1) O Engenheiro Teórico e (2) O Engenheiro Prático. Em ambos os casos as HABILIDADES ficaram reduzidas ao SABER TEÓRICO na primeira e a capacidade de realizar TAREFAS sozinhas. Na realidade dos fatos, estes dois profissionais existindo sozinhos (individualmente), não podem ser considerados Engenheiros, talvez Matemáticos e Técnicos, mas não Engenheiros. O Engenheiro deve conjugar a TEORIA e a PRÁTICA com todas as habilidades humanas para consecução de uma MISSÃO ou atingir OBJETIVOS parciais.

TEORIA, CONHECIMENTO E VERDADE.

O conhecimento e a verdade são temas da Filosofia da Ciência e da Filosofia pura e respectivamente, mas não pode escapar do contexto de esclarecimento do que é a ENGENHARIA. A Teoria e a Engenharia estão ligadas por uma correspondência.

Engenharia \Leftrightarrow *Teoria*

E NO SENTIDO Booleano poderíamos simplesmente, resumir.

Engenharia \subseteq *Teorias*

Se considerarmos que as teorias são conjuntos de hipótese testadas com sucesso, no sentido PRÁTICO a teoria, (mesmo refutável por princípio, conforme o critério científico de POPPER) pode ser considerada TODO O CONHECIMENTO DISPONÍVEL (até que seja refutada) e pragmaticamente TODA A VERDADE (O logos, 4 Episteme ou a Doxa no sentido grego ou a Pragma no sentido de Charles Sanders Pearce).

Admitindo em princípio estes conceitos a ENGENHARIA é uma atividade em que se pode determinar à priori o ERRO contido numa ação derivada de CALCULO AXIOMÁTICO dentro de uma teoria.

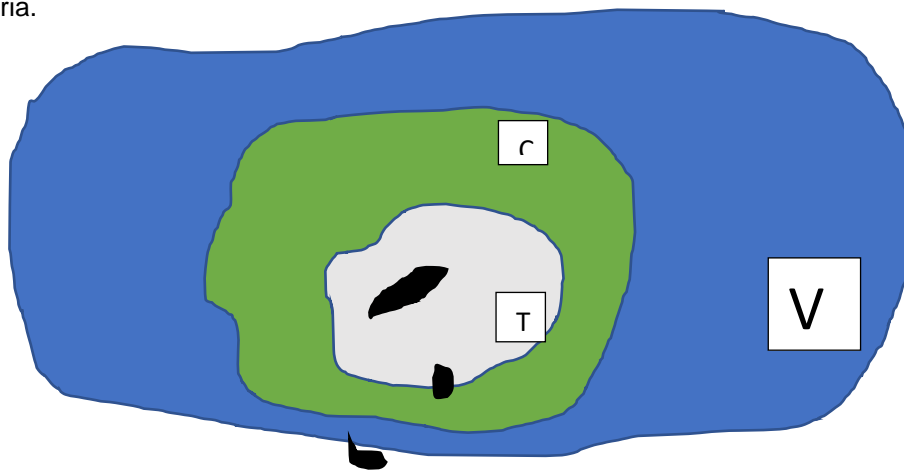


FIG - 1 - Diagrama esquemático dos conjuntos

VERDADE, CONHECIMENTO E TEORIA $\{T \subseteq C \subseteq V\}$

O conjunto VERDADE é o conjunto universo e os demais são subconjuntos. A rea não clareada representa o resíduo Empírico, ou seja, a ponte desconhecida que as teorias ainda não incorporam.

Na figura 1 temos ilustrado o domínio das Engenharias em relação aos demais domínios. O domínio da Engenharia é o domínio da TEORIA, do conhecimento sistematizado. Ora! O que seria então o RESÍDUO EMPÍRICO e o ERRO no conceito da Engenharia?

Retornemos agora a fig. 1 e dela retiremos apenas os conjuntos CONHECIMENTO E TEORIA (visto que o conjunto verdade  do ambiente de estudo teológico e transcende a Racionalidade).

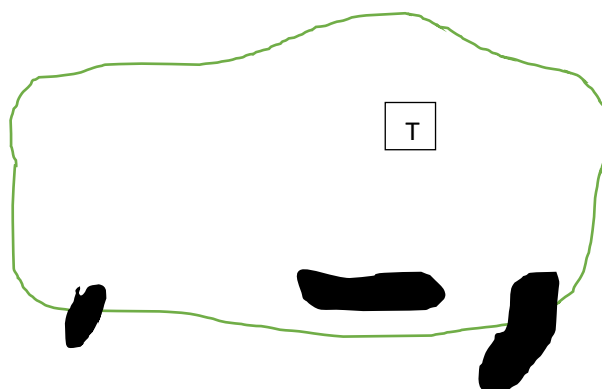


Fig. - 2 O RESÍDUO EMPÍRICO –

É o conjunto complemento das teorias em relação ao conhecimento possível.

À meta da ciência a sistematização do conhecimento, porém é pressuposto da ciência que todo conhecimento disponível  provisório e, portanto, toda teoria, sendo um conjunto de hipóteses testada com sucesso, é por princípio refutável.

Deste modo o erro na Engenharia pode ser classificado em dois tipos: (1) Dentro do domínio da Teoria disponível, ainda não refutada e (2) Fora do domínio da teoria disponível (a ser refutada ou implementada).

O primeiro tipo de erro é aquele que a ENGENHARIA administra em todas suas ações e faz desta ARTE a única capaz de conhecer “a priori” o erro contido num PROJETO e administrá-lo dentro da ciência da CONFIABILIDADE.

O segundo tipo de erro é aquele que deve ser afrontado com o FERRAMENTAL do MÉTODO CIENTÍFICO, num ambiente científico se for apenas uma questão de alargamento do conhecimento racional, ou num ambiente tecnológico, se necessitar usar conhecimento no trabalho humano.

E qualquer dos dois tipos de erro a ESTATÍSTICA tem um papel de suprema importância na FORMULAÇÃO, EQUACIONAMENTO e RESOLUÇÃO do problema de conhecimento do ERRO.

AS HABILIDADES

Se “o conjunto de conhecimento sistematizado” fosse apenas uma atividade de BIBLIOTECONOMIA a Engenharia teria uma ação bastante simplificada. Entretanto este conhecimento sistematizado deverá “ser usado pela técnica” e esta última “fere” de modo significativo todo ambiente circunstante ao ambiente onde está agindo o indivíduo racional.

Por isso, a ENGENHARIA tem ao longo dos últimos anos adquirido muitos aspectos das CIÊNCIAS SOCIAIS. Entre outros poderíamos elencar alguns deles: (1) o trabalho em grupo, (2) o empreendimento pessoal ou grupal, (3) O ENSINO E EDUCAÇÃO e (4) A COMUNICAÇÃO TÉCNICO CIENTÍFICA.

Neste ensaio ficaremos neste (4) aspecto como aqueles que têm procurado mais IMPACTOS observáveis na Engenharia. O EMPREENDIMENTO PESSOAL OU GRUPAL é a principal MOTIVAÇÃO da atividade de Engenharia.

No início desta profissão todos os Engenheiros eram empreendedores. Foram os “VENTURE CAPITALIST” que “compararam” deste indivíduo suas capacidades empreendedoras para garantir mais LUCRO para seu CAPITAL. Deste modo assistiu-se nascer o ENGENHEIRO empregado. O EMPREENDIMENTO GRUPAL era e tem sido a forma mais avançada do USO DA ENGENHARIA. Um grupo de pessoas, Engenheiros e/ou não, se agrupam para formar uma EMPRESA, em cuja MISSÃO há um forte componente de USO DO CONHECIMENTO TEÓRICO. Em qualquer atividade empreendedora, o ENGENHEIRO necessitará de um forte componente de HABILIDADES que geralmente não fazem parte do seu Curriculum escolar. O TRABALHO EM GRUPO tornou-se atualmente a MODALIDADE mais comum ao trabalho de ENGENHARIA, seja porque a base de conhecimento aumentou muito, seja para “diluir” o erro contínuo na ação. Esta modalidade requer do participante COMPETÊNCIA INTERPESSOAL, que em síntese é um outro conjunto de conhecimento e habilidades para o efetivo convívio entre as pessoas. O ENSINO E A EDUCAÇÃO são uma habilidade hoje, de todo profissional de ENGENHARIA. Não mais é possível fazer desenvolvimento Técnico (e também científico e tecnológico) sem os componentes de habilidades de ensino e educação.

Ensinar tem uma semântica muito restrita nas Engenharias, APRESENTAR OS SIGNOS, que na realidade dos fatos, são estes signos apenas as TEORIAS que dão base às diversas modalidades de Engenharia. Educar, por outro lado, possui uma semântica larga (Educere do Latim, arrancar de dentro). Pode-se aplicar desde a MAIEUTICA SOCRÁTICA aos métodos atuais de MOTIVAÇÃO, mas compete ao educando “administrar” as suas ações. Finalmente, A COMUNICAÇÃO TÉCNICA CIENTÍFICA é uma habilidade completamente negligenciada na maioria dos profissionais de Engenharia e que os tem penalizado de modo consistente.

Enfim, as HABILIDADES na Engenharia atualmente adquiriram uma dimensão e um papel tão importante, ou mais, que as TEORIAS que dão suporte a esta arte.

CONCLUSÃO

É apresentado um breve ensaio sobre “O que é Engenharia”, sendo enfatizados os aspectos relativos ao conhecimento sistematizado usado na Técnica. Dentro do conhecimento foram abordados aspectos das Teorias e erros. Finalmente enfocou-se alguns capítulos de habilidades, que tem tornado tão importante quanto o conhecimento que elas administram.

LEITURA RECOMENDADA

[01] RUY GAMA “História da Técnica e da Tecnologia”.

São Paulo (SP) - EDUSP – 1985.

[02] GALILEO GALILEI “ Discorsi e Dimostrazioni Matematiche a due nuome Scirnze”
(edizione organizzata da Adriano Carugo e Ludovico Geymonat) - BORINGHERI -
TORINO - ITÁLIA – 1958.

[03] ORTEGA Y GASSET “Meditación de la Técnica Y Ochos Ensayos Sobre Ciencia Y
Filosofía” - Colección Editada por Paulino Garagoni - Revista de Occidente en Alianza-
1996.

[04] STEPHEN P. TIMOSHENKO - “History of Strength of Materials” - DOVE PUBLICATION –
1983.

[05] BOX, HUMTER & HUMTER “Statistics for Experimenters” - John Wiley & Sons – 1978.

[06] MARIO BUNGE “Tratado de Filosofia Básica - SEMÂNTICA” - EDUSP - 1974 - 2 vols.

[07] CHARLES S. PIERCE - “Semiótica e Filosofia” CULTRIX, 1975.

[08] KARL R. POPPER - “A Lógica da Pesquisa Científica” - CULTRIX – 1972.

[09] PETER DRUCKER “Inovação e Espírito Empreendedor” - PIONEIRA – 1985.

[10] L. SEDOV “ Mécanique des Millieux Continus” - MIR - 1973 - 2 vols.

[11] RUTHERFORD ARIS - “Mathematical Modelling Techniques” - DOVER – 1974.