



# OS SABERES DA ENGENHARIA

## THE KNOWLEDGE OF ENGINEERING

Luiz Alberto Machado<sup>1</sup>

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v42p92-98.2023

**RESUMO:** Apresenta-se uma análise das questões que envolvem os saberes utilizados pelas engenharias, procurando esclarecer sobre o início do desenvolvimento técnico como arte e a posterior evolução para uma Engenharia Moderna, apoiada em conhecimentos científicos, e suas relações com o meio social e ambiental, na busca por uma harmonia entre o uso da tecnologia e a melhoria das atividades humanas, tanto laboral quanto de lazer.

**PALAVRAS-CHAVE:** conhecimento; história; técnicas; ciência aplicada.

**ABSTRACT:** An analysis of the issues surrounding the knowledge used by engineering is presented, seeking clarification on the beginning of technical development as an art and subsequent evolution to modern engineering supported by scientific knowledge and also its relations with the social and environmental, in the search for a harmony in the use of technology to improve human activities, both work and leisure.

**KEYWORDS:** knowledge; history; techniques; applied science.

---

## INTRODUÇÃO

Procura-se elucidar algumas questões que envolvem o conhecimento das engenharias, a transformação da arte na engenharia, usando conhecimentos científicos a fim de se conseguir um desenvolvimento da humanidade, respeitando as condições sociais e ambientais e utilizando as técnicas modernas de cálculo que permitiram artefatos mais eficientes e que geram menos passivos ambientais.

Graças à ciência, avanços técnicos e a elucidação dos processos implicados na produção de artefatos foram possíveis. Verifica-se que esta seja uma relação recíproca, uma vez que certos artefatos e inovações técnicas podem abrir

---

<sup>1</sup> Prof. Dr., Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), luizalmachado44@gmail.com



horizontes de eventos novos para a ciência. Entretanto, as engenharias parecem possuir um sistema próprio de conhecimentos, tanto procedimentais quanto axiológicos, mas que também refletem sobre os retornos (*feedbacks*) contidos em suas interações e que estão implicados em suas práticas, de modo a se utilizar a “falha” como parte de um processo de correção e aperfeiçoamento.

Há que se considerar que engenharia é a modificação do natural pelo homem, visando a atender suas necessidades; nesse contexto ele procura, inicialmente a partir da arte e com o apoio da ciência, o desenvolvimento da tecnologia.

Nesta questão epistemológica, pode-se considerar que ciência, tecnologia, projeto, invenção, verdade e utilidade se relacionam com o conhecimento envolvido para o desenvolvimento da humanidade. Algumas dessas questões, como ciência e tecnologia, já são mais conhecidas, mas a procura pela utilidade é sempre a meta pesquisada, com finalidade de busca da novidade ou da solução de um problema.

## **OS SABERES**

Na arte e na técnica antes do século XV, as atividades se desenvolviam independentes da teoria e se baseavam em conhecimentos práticos ou empíricos. Segundo Telles (1994), tais atividades sequer se caracterizavam por uma habilidade, e a engenharia não era reconhecida como é atualmente.

Nas obras executadas antes do século XV e até mesmo antes do século XVII não se usavam cálculos na sua engenharia. Nesse período, conforme Auyang (2004), todavia, já existia uma engenharia praticada por artistas e artesãos, que trabalhavam com métodos – como tentativa e erro. Foi nesse período que, então, surgiu o termo engenharia.

Ferguson (1994) entende que a engenharia remonta à Antiguidade, quando artesãos e camponeses romanos já possuíam conhecimentos técnicos ao projetar bombas d'água, utilizando técnicas bastante sofisticadas.

Entende-se que, inicialmente, mesmo o que já se considerava como engenharia, tratava-se da solução de problemas práticos, como construção de pontes e construção de grandes prédios, que aliavam uma arte a conhecimentos que geralmente tinham sido transmitidos de pai para filho. Obviamente esses desafios foram se tornando maiores – pontes maiores, prédios maiores –, o que exigiu cada vez mais conhecimentos.



Nesse contexto, ainda que já recebesse o nome de engenharia, não havia uma utilização de conhecimentos mais aprofundados. Somente mais tarde, com o advento da ciência e com a interação da ciência e da engenharia foi possível se realizar alguns cálculos e iniciar o desenvolvimento de técnicas; ou seja, a Engenharia Moderna surgiu dessa interação.

Uma questão importante que é explicada por Bunge (1980) se refere à ciência aplicada. Enquanto a ciência básica seria, por assim dizer, a ciência pura, a ciência aplicada, por sua vez, é a aplicação da ciência no desenvolvimento de questões práticas. Nesse contexto, deve-se entender que a ciência está ligada a problemas cognitivos e a técnica está ligada a problemas práticos. Ademais, a ciência está ligada ao conhecimento e a técnica está ligada à economia; ou seja, uma técnica só será técnica se tiver valor econômico.

Outra questão importante destacada por Bunge (1980) diz respeito às ciências sociais. A engenharia, baseada em conhecimentos científicos, principalmente matemática, química e física, deve envolver também as questões sociais. Por exemplo, na área de hidrelétricas, em que as questões sociais, às vezes, tornam-se importantes devido aos passivos na área de agricultura e aos grandes deslocamentos de pessoas sem um planejamento adequado, o que pode gerar grandes transtornos.

Bunge (1980) também explica que as questões práticas ou empíricas não sofrem influências da ciência, a qual está em contínuo processo de desenvolvimento e evolução. Os temas práticos estão relacionados à resolução de problemas práticos, ou seja, não estão envolvidos em processos mentais complexos e não utilizam teorias e sim manuais e conhecimentos adquiridos ao longo do tempo.

Para Telles (1994), a engenharia surgiu ao longo do século XVII, principalmente na área militar, a qual exigia fortificações, estradas e pontes. No entanto, devemos considerar que somente com a Revolução Industrial, no século XVIII, é que a engenharia começou a se desenvolver. Muitos autores consideram que as novas teorias, como a lei da indução magnética de Faraday<sup>2</sup>, de 1831, permitiram um grande avanço na engenharia. A demonstração de Faraday de que o campo

---

<sup>2</sup> Foi na Royal Institution que Faraday desenvolveu os seus trabalhos em Física e Química, que incluíram a descoberta da indução eletromagnética, o efeito magnético-óptico, rotação magnética de polarização, o diamagnetismo, o conceito de linhas de força, as leis da eletrolise, a síntese do benzeno, a liquefação do cloro etc. Faraday desenvolveu uma intensa atividade de divulgador de Ciência, fundando as séries de conferências "Friday evening discourses" e as lições de Natal para jovens, que ainda hoje se realizam na Royal Institution. Faraday é por muitos considerado o maior físico experimental de sempre. As suas descobertas são a base da nossa tecnologia eletromagnética (motores, transformadores, geradores etc). Disponível em: <http://faraday.fc.up.pt/Faraday/>. Acesso em: 10 de jan. 2015.



magnético variável no tempo produzia a eletricidade é tida como marco criador da Engenharia Elétrica.

Para Telles (1994), a Engenharia Moderna surgiu graças a duas consequências: a Revolução Industrial e o movimento filosófico e cultural conhecido como Iluminismo, com a evolução da matemática e da física. Há que se considerar que os problemas de engenharia sempre existiram, mas somente com aplicação da ciência – principalmente o conhecimento da estrutura da matéria, da composição química de materiais, da mecânica e modelagem matemática – é que foi possível a evolução da engenharia, utilizando-se conhecimentos científicos para garantir segurança, eficiência e para que tenhamos alcançado o desenvolvimento atual.

Não se deve esquecer que Leonardo da Vinci e Galileu eram cientistas e foram precursores da engenharia, inclusive, que Galileu escreveu um livro sobre resistência dos materiais. Também não deve ser esquecido o francês Bélidor<sup>3</sup>, que escreveu o primeiro livro sobre ciência da engenharia, o qual apresenta abordagens científicas sobre estruturas. Todavia, conforme Telles (1994), somente em 1798 foi publicado um livro que trata especificamente da resistência dos materiais, escrito por Girardi. Telles (1994) considera que os livros permitiram difundir o conhecimento da engenharia e evitar o excessivo superdimensionamento das estruturas, fazendo se entender que as estruturas antigas eram garantidas simplesmente pelo exagero no dimensionamento na construção.

Segundo Auyang (2004), Leonardo da Vinci se apresentava com o título de engenheiro e, de acordo com suas anotações, os engenheiros daquela época se preocupavam com o funcionamento de diversos mecanismos. Já a Engenharia Moderna é dividida por Auyang (2004) em duas fases.

A primeira se inicia com o surgimento da Revolução Industrial e com Galileu buscando uma abordagem das ciências para a solução dos problemas práticos. Essa primeira fase termina quando há substituição do trabalho braçal pela máquina a vapor, gerando, conseqüentemente, a substituição dos trabalhadores artesanais pelos profissionais modernos.

A segunda fase começa com a produção de eletricidade, no início da década de 1880, quando os primeiros geradores de energia elétrica foram instalados. Também nessa época surgiram os segmentos da engenharia, tais como a Engenharia Civil, Mecânica, Elétrica, Naval e Aeronáutica. Com elas, surgiram também alguns princípios da automação, mas foi somente após o início da Guerra

---

<sup>3</sup> Bernard Forest de Bélidor escreveu manuais compreensivos sobre balística, fortificações e engenharia civil. Publicou *La science des ingénieurs dans la conduite des travaux des fortifications et des bâtiments civils* (1729-1734), que, constantemente atualizada, transformou-se no breviário de várias gerações de engenheiros até ao século XIX. Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/biografias/>. Acesso em: 10 de jan. 2015.



Fria que emergiram as engenharias que envolvem as novas tecnologias, como a Espacial, Eletrônica, Informática, Telecomunicações e diversas outras.

Ferguson (1992) esclarece que o fim do Renascimento marcou a substituição do engenheiro artista por um engenheiro especialista, fazendo emergir as especialidades da engenharia, as quais se iniciaram com o advento da Engenharia de Fortificações, a Naval e a Civil. Para o autor, os trabalhos de da Vinci e de seus discípulos era uma habilidosa arte aplicada.

Importante também é a tecnologia. Desde os primórdios da humanidade, o desenvolvimento de processos para a produção permitiu um avanço do desenvolvimento, como o fogo, a produção de carvão e as tecnologias que envolviam a agricultura na melhoria de processos produtivos. Inclusive, foi com a melhoria da tecnologia da produção agrícola que se iniciaram as questões de propriedade ou a ideia de propriedade território, mesmo que se considere que, somente a partir do século XVIII, tenha ocorrido um aumento da produção agrícola e essa produção tenha passado de um processo artesanal para um processo industrial. Há que se considerar, ainda, que nesse século também houve o início do uso do carvão para gerar energia, o desenvolvimento da máquina a vapor e o uso do trem como meio de transporte.

Devemos, então, entender que no século XVIII houve essa grande transição dos processos artesanais para os processos tecnológicos e que a tecnologia foi responsável por esse desenvolvimento, bem como a própria Revolução Industrial. Não se pode esquecer, ainda, que nesse período começaram a surgir as grandes questões sociais que envolvem a utilização da tecnologia e as questões ambientais que acabaram se envolvendo nesse desenvolvimento tecnológico.

Para Feenberg (2012), Marx foi um dos primeiros a considerar que as questões sociais e ambientais estavam relacionadas com o desenvolvimento tecnológico e que deveriam ser consideradas em relação ao ser humano, ou seja, o melhor tratamento de questões como segurança e jornada de trabalho. Também Williams (2000) entendia que a intervenção dos governos deveria ser considerada para se garantir que os programas tecnológicos respeitassem os direitos do homem, questões que foram sendo levantadas a partir do século XIX até o século XXI, no sentido de se obter uma harmonia.

É preciso compreender as distinções dos processos epistêmicos e técnicos e as distinções entre ciência, tecnologia e engenharia. Faz-se necessário reconhecer que historicamente a engenharia ou os processos, como arte ou técnica, precedem a ciência, que surgiu bem mais tarde. Todavia, o desenvolvimento científico é que transformou a engenharia no que ela é atualmente. Importa



também entender que a tecnologia é definida pelos processos de solução de problemas práticos pela sua capacidade em tornar reais artefatos mais eficientes.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Atualmente, percebe-se que os saberes do engenheiro, especialmente os de ciência, provém da Universidade; já os conhecimentos práticos estão ligados a questões mais complexas. Primeiramente, importa compreender que o conhecimento prático para um engenheiro não é o “saber fazer”, no sentido de construir um artefato, e sim o saber como é ou deve ser construído.

A prática da engenharia geralmente é a execução de um projeto ou acompanhamento da execução de obras. Dessa maneira, para projetar, o engenheiro deve conhecer os diversos aspectos que envolvem seu trabalho, evitando, como muitas vezes acontece, que os projetos sejam de difícil execução, exigindo inúmeras modificações ou até mesmo se tornando inviáveis.

O engenheiro, durante seu curso, deve desenvolver atividades ligadas a projetos, aulas em laboratórios e participar de estágios que vão auxiliar na sua formação. Evidente é que depois de formado e no exercício da sua profissão, ele terá uma aprendizagem contínua, a partir da qual agregará aos seus os conhecimentos práticos adquiridos em cada trabalho elaborado. Por sua vez, os seus conhecimentos teóricos também podem ser ampliados com cursos nos diferentes níveis de pós-graduação os quais irão abrir horizontes para a execução de projetos mais complexos.

## **CONCLUSÃO**

A soma de conhecimentos práticos – a experiência – à aplicação da ciência – com cálculos, física, química e todo conjunto de ciências sociais – permitirá o desenvolvimento de novas tecnologias ou novos artefatos que vão beneficiar a humanidade e garantir uma evolução continuada no sentido da busca pela redução de custos e melhores condições ambientais para o desenvolvimento. É preciso ter a compreensão mais ampla de que a engenharia não é apenas o conhecer as disciplinas científicas, mas o conhecimento das ações sociais e ambientais que envolvem todo o contexto do desenvolvimento de novos projetos.



## REFERÊNCIAS

AUYANG, S. **Engineering – An Endless Frontier**, Harvard University Press, 2004.

BUNGE, M. **Ciência e desenvolvimento**. Trad. Cláudia Regis Junqueira. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Universidade de São Paulo, 1980.

FEENBERG, A. **Transformar la tecnologia**. Una nueva visita a la teoría crítica. Bernal, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes, 2012.

FERGUSON, E. **Engineering and the mind's eye**. Cambridge, U.S.A: MIT Press, 1994.

TELLES, P. C. S. **História da Engenharia no Brasil – sec. XVI a XIX**, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1994.

WILLIAMS, T. **Historia de la tecnologia 1900-1950**. Madrid, Espanha: Siglo XXI Editores, 2000.