

A EPISTEMOLOGIA DA ENGENHARIA

THE EPISTEMOLOGY OF ENGINEERING

Luiz Alberto Machado¹

RESUMO: A epistemologia da engenharia busca estudar as fontes e formas do conhecimento utilizado para os trabalhos de engenharia, analisando a interação com os conhecimentos científicos e os conhecimentos práticos e como utilizar estes conhecimentos para execução de projetos e implementação de obras, procurando a integração de conhecimentos sociais no sentido de uma humanização dos trabalhos do engenheiro, numa análise do ciclo de vida de artefatos e obras, evitando passivos ambientais para as gerações futuras.

Palavras-chave: Conhecimento; Engenharia; Prática.

ABSTRACT: The epistemology of engineering seeks to study the sources and forms of knowledge used for engineering works, analyzing the interaction with scientific knowledge and practical knowledge and how to use this knowledge for the execution of projects and implementation of works, looking for the integration of social knowledge in the sense of a humanization of the engineer's work, in an analysis of the life cycle of artifacts and works, avoiding environmental liabilities for future generations.

Keywords: Knowledge; Engineering; Practice.

1. INTRODUÇÃO

A construção dos saberes na engenharia deve analisar sua relação com os conhecimentos e suas atividades. Tanto Ferguson como Vincent, autores de livros sobre o conhecimento da engenharia, consideraram que apesar da necessidade de conhecimentos científicos a engenharia é caracterizada pela tomada de decisões, não sendo todos os processos ciência. Devemos entender que a engenharia é a evolução a partir de conhecimentos e fatos já existentes, sendo a melhoria no processo de desenvolvimento tecnológico, procurando atender melhor, necessidades, com mais eficiência e com menos passivos ambientais. E neste contexto a inclusão de conhecimentos humanísticos vai melhorar o desempenho profissional do engenheiro na sua atividade de transformar a natureza no desenvolvimento de artefatos ou no projeto e execução de obras.

¹ Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail:luiz.machado@ufsm.br

2. EPISTEMOLOGIA NA ENGENHARIA: tipos e relações de conhecimento

Bazzo (2000), considera que a engenharia, somente com a escolha de um modelo epistemológico adequado, vai conseguir ter um crescimento intelectual e uma participação ativa na sociedade. Explica que a epistemologia é um ramo da filosofia, tratando do conhecimento científico seus limites e a definir a natureza da ciência, considera também que atualmente o conhecimento é considerado um processo e não mais um produto a ser repassado e a tarefa da epistemologia é procurar entender esse processo e sua estrutura. Bazzo sugere uma compreensão simples, a epistemologia é o estudo do conhecimento e do saber ou como é possível um conhecimento novo a partir de conhecimentos prévios.

Uma questão também a ser considerada, é salientada por Bachelard (1972), explica que o realista mede até a última casa, o cientista mede em relação à precisão do seu instrumento e devemos entender que o cientista busca precisão absoluta, já o engenheiro uma precisão mais adequada ao uso prático, neste caso se observa um obstáculo epistemológico, em relação ao espírito científico, como o conhecimento empírico usado na engenharia.

Pereira (2001) considera a necessidade da epistemologia a todos os engenheiros, entende que o trabalho de um engenheiro é geralmente criticado por historiadores, sociólogos e filósofos, e que a engenharia deve ser voltada para a sociedade, pois, atende necessidades práticas da sociedade, explica que o engenheiro não pode ser visto apenas como um técnico, por mais experiente que seja, onde seu trabalho o torna um ser político. Considera-se a engenharia como uma transformadora da sociedade, é necessário passar dos limites da técnica para entender esses desafios que se impõem com objetivos científicos e sociopolíticos. Avalia que o ensino da engenharia no Brasil é semelhante a do século XIX e somente a epistemologia juntamente com outras iniciativas vai garantir um desenvolvimento tecnológico, e que não represente apenas uma dependência do conhecimento externo.

No livro *“What Engineers Know and How they Know It”*, Vincent (1993) considera que o conhecimento do engenheiro moderno provém de cientistas e processos intelectuais, para o desenvolvimento de seus projetos, e entende a

tecnologia como subordinada à ciência, ou seja, a tecnologia usaria as descobertas científicas. Salieta que o conhecimento do engenheiro é muito mais do que simplesmente ciência aplicada, e também. que ter a tecnologia subordinada a ciência mostra a transformação das descobertas científicas em aplicações práticas.

Mitcham (1998) analisa a formação dos estudantes de engenharia nos Estados Unidos em relação a exigências curriculares, quanto a distribuição e exigências curriculares nos EUA, sendo um ano de matemática e ciências básicas, meio ano de humanidades e ciências sociais e um ano e meio de engenharia e tópicos, no ano de 2000 a ABET² preparou uma reformulação nas exigências curriculares para os cursos de engenharia, conforme listado a seguir:

- a - a capacidade de aplicar os conhecimentos de matemática, ciências e engenharia;
- b - uma capacidade de projetar e conduzir experimentos, bem como analisar e interpretar os dados;
- c - a capacidade de projetar um sistema, componente, ou processo para satisfazer as necessidades pretendidas;
- d - a capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares;
- e - a capacidade de identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- f - a compreensão da responsabilidade ética e profissional;
- g - a capacidade de se comunicar de forma eficaz;
- h - a ampla educação necessária para compreender o impacto das soluções de engenharia em um contexto global e social;
- i - o reconhecimento de uma necessidade, e uma capacidade de continuar a aprendizagem ao longo da vida;
- j - o conhecimento de questões contemporâneas;
- k - a capacidade de utilização das técnicas, habilidades, e as modernas técnicas de engenharia, ferramentas necessárias para a prática da engenharia.

² ABET foi fundada em 1932 como “Conselho dos Engenheiros de Desenvolvimento Profissional” (ECPD), um corpo profissional de engenharia dedicada ao ensino, acreditação, regulação e desenvolvimento profissional dos profissionais de engenharia e estudantes nos Estados Unidos. Disponível em: <<http://www.abet.org/History/#sthash.Jl9tv7mx.dpuf>>. Acesso em 10 jan. 2015.

Loder (2009) considera que é um paradigma da engenharia a preocupação na relação custo/benefício, sem preocupações com outras questões, mas existindo muitas críticas, e entende que deveria haver uma mudança de paradigma, com análise de custos sociais e ambientais relacionados aos benefícios. Surgindo então cada vez mais, a necessidade dos cursos se adaptarem, numa mudança, com a inclusão de disciplinas ligadas à área sociais e ambientais para que os engenheiros estejam ligados a esse contexto social de suas profissões.

Lorenzano (2004) analisa a questão do conhecimento prático, considera que a pessoa comum tem conhecimentos práticos, mas não tem condições de descrever este conhecimento, e considera que Kant³ tentou explicar, que temos o “conhecer ou saber que” e o “conhecer ou saber como” e esclarece que muitos autores consideram “saber como” não implicar conhecimento, mas considera que o conhecimento prático não consiste numa mera repetição do que já se conhece, podendo este conhecimento passar para a inovação.

Kuhn (2011), analisa a questão do conhecimento tácito e da intuição, tentando esclarecer, que a observação não é suficiente para a compreensão de muita coisa, exemplificando que a cegueira para cores nunca tinha sido percebida até a sua descrição por John Dalton em 1794. Analisa também questões de interpretar sensações, como processos neurológicos onde a percepção é um processo interpretativo.

O trabalho de Feenberg (2009) representou uma preocupação na área da filosofia em relação à engenharia, mas principalmente as análises eram sobre a tecnologia, já que a indústria, nesta época, apresentava inúmeros artefatos tecnológicos em todo o mundo. Também devemos estar cientes que o desenvolvimento de um produto ou uma obra, são ligados à engenharia, Feenberg explica que a tecnologia provém de inventos e inovações, não havendo uma relação direta, principalmente das invenções, com a engenharia, mas o desenvolvimento de um produto ou uma obra sempre é ligado à engenharia. A tecnologia está presente cada vez mais em nossas vidas, e se

³ Immanuel Kant foi um filósofo prussiano. Amplamente considerado como o principal filósofo da era moderna, Kant operou, na epistemologia, uma síntese entre o racionalismo continental, e a tradição empírica inglesa.

manter afastado fica cada vez mais difícil, os bancos com seus caixas eletrônicos e os próprios supermercados com seus códigos e caixas, sem falar dos meios de pagamento. Devemos também entender que inicialmente a engenharia estava ligada à construção de fortificações e não havia uma necessidade maior de considerações sociais ou reflexões humanísticas, mas atualmente a degradação ambiental, matérias-primas, mão de obra, questões como ciclo de vida dos produtos cada vez mais descartáveis gerando passivos ambientais, devem ser bem compreendidos.

Outra questão é sobre a democracia da tecnologia, defendida por Feenberg, entendendo que seria um trabalho governamental, inibindo o desenvolvimento ou implementação de artefatos tecnológicos prejudiciais a sociedade. Nesse contexto vemos que surgem produtos apenas em relação ao interesse econômico, sem agregar nada para a sociedade, além de obras às vezes feitas apenas com fins políticos, sem grandes impactos em termos de benefícios para a sociedade, e percebemos que os engenheiros envolvidos nesses processos geralmente são apenas empregados, não tomando as decisões mais importantes sobre a construção ou não dessas obras.

O que entendemos é que o engenheiro é apenas um tecnicista, ou seja, sem uma formação humanística, geralmente não ocupa cargos decisivos tornando-se executor das obras, não participando das questões que envolvem a engenharia e as questões sociais. Então o que vemos é que só teremos engenheiros que atuem tecnicamente e que envolva a questão humanística somente se a filosofia da engenharia for incluída, e conhecimentos na área humanística, comunicação e outras ideias de importância, garantirão avanços mais abrangente e não apenas questões técnicas.

3. CONCLUSÃO:

O que podemos perceber é que o conhecimento de engenheiro deve envolver as questões humanísticas, ele neste contexto somente quando o engenheiro contar com disciplinas que envolvam essas questões sociais é que ele vai poder desenvolver seus trabalhos considerando essas questões, evitando passivos ambientais futuros e inclusive com ações imediatas que envolvam a

sociedade. Mas isso só será possível se o engenheiro tiver os conhecimentos necessários para interpretar adequadamente as implicações de seus projetos e trabalhos. Mas devemos observar que a modernização dos cursos de engenharia nos últimos anos tem contemplado a inclusão de disciplinas relacionadas ao meio ambiente e as questões sociais.

REFERÊNCIAS:

BACHELARD, Gastón (1972), *La Formacion del Espiritu Científico*, 2 ed., Siglo XXI Argentina Editores S. A. Argentina.

BAZZO, Walter Antônio; Pereira, Luiz Teixeira do Vale; von Linsingen, Irlan (2000), *Educação Tecnológica Enfoques para o ensino de engenharia*. Florianópolis: UFSC.

FEENBERG, A. (2009), "Ciencia, tecnología e democracia: distinciones y conexiones", Simon Fraser University, Culturas Científicas y Alternativas Tecnológicas, 1º Encontro Internacional.

KUHN, Thomas S. (2011), *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira, São Paulo: Perspectiva.

LODER, Liane Ludwig (2009), *Engenheiro em formação: o sujeito da aprendizagem e a construção do conhecimento em engenharia elétrica*. UFRGS, Porto Alegre.

LORENZANO, J. C. (2004), "La estructura del conocimiento práctico", *Revista de Filosofía*, Vol. 29, No. 2 pp. 40- 61, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

MITCHAM, C. (1998), "The Importance of Philosophy to Engineering", *Teorema*, Revista Internacional de Filosofía.

PEREIRA FILHO, Osvaldo (2001), "A importância da epistemologia no ensino da engenharia", COBENGE XXIX, Porto Alegre, RS.

VINCENTI, W. G. (1993), *What Engineers Know and How They Know It, Analytical Studies from Aeronautical History*. Baltimore, U.S.A.: The Johns Hopkins University Press.