

POR UMA FILOSOFIA DA TECNOLOGIA NO ENSINO DE ENGENHARIA

Flávio Macedo Cunha – fmcf flavio@hotmail.com

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Depto de Engenharia Elétrica
Av. Amazonas, 7675, CEP 30 600 000 – Belo Horizonte - MG

***Resumo:** Este trabalho apresenta uma proposta de inserção do estudo de Filosofia da Tecnologia nos cursos de engenharia. Esta proposta fundamenta-se na análise crítica do papel e da importância da tecnologia – objeto de trabalho do engenheiro – no mundo atual. Considera-se que o engenheiro, além de dominar o conhecimento técnico e científico em sua área de atuação, deve ter também competência para compreender e interpretar o significado e a influência de suas decisões e ações em relação à tecnologia. Diante da complexidade da sociedade contemporânea, o campo emergente da Filosofia da Tecnologia contribui para promover a formação de um profissional que possa compreender este aspecto e colocar em questão a lógica na qual a técnica apresenta um valor em si mesma e, neste sentido, buscar alternativas que respondam às demandas emergentes do mundo atual, principalmente com relação à sua área de atuação profissional. Esta proposta responde ainda às exigências colocadas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Engenharia no sentido de fornecer fundamentos conceituais relacionados aos conteúdos de formação básica do engenheiro, especialmente no tocante às humanidades e cidadania. O presente trabalho, sem a pretensão de fornecer uma receita pronta para esta área de formação, sugere objetos de estudo e formas de implementação desta temática no ensino de engenharia.*

***Palavras-chave:** Filosofia da tecnologia, Ensino de engenharia.*

1. INTRODUÇÃO

A revista Galileu da Editora Globo, em seu número 135, no mês de outubro de 2002, apresenta uma breve reportagem anunciada com a frase de Galileu Galilei, “Eppur si muove”, onde relata a visita de uma comitiva de pesquisadores alemães ao Brasil, promovida pelo Deutscher Akademischer Austausch Dienst - em português, Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico, por ocasião da comemoração dos 30 anos do programa de cooperação técnica entre Brasil e Alemanha. O fato que chamou a atenção nesta visita, destacado pela reportagem, foi a especialidade de um dos membros presentes na comitiva, um filósofo, diretor do Departamento de Filosofia da Universidade Kaiseslautern, especializado em filosofia da ciência. Talvez este fato não seria de se estranhar, se a história da formação do mundo contemporâneo tivesse tomado outros rumos no tocante ao processo do surgimento da ciência moderna. Um dos aspectos que marcou este surgimento, tendo Galileu como um dos precursores, foi a gradual e complicada separação entre duas grandes áreas do conhecimento, as ciências exatas e as humanidades. Este percurso histórico da construção da ciência e da tecnologia levou-nos a considerar difícil e incomum o diálogo entre esta área e as humanidades, reforçando o preconceito por parte de cientistas e técnicos em relação ao papel da filosofia, considerada por aqueles como destituída de significado e portadora de ideias sem interesse prático.

Historicamente a separação entre ciências exatas e as humanidades foi reforçada ao longo do século XIX, marcada pela crença no progresso e na melhoria da condição humana, preconizada pela ciência e pelas inovações técnicas. No entanto, a sombria história do século XX, colocou em dúvida esta crença, não no progresso, mas no automatismo do progresso. Desta forma, as pessoas envolvidas com o mundo científico, com o fazer técnico e com as tomadas de decisões começaram a constatar a falência desta visão essencialmente positivista, necessitando recorrer a uma análise mais aprofundada dos elementos relacionados à sua área de atuação, o que implica retornar ao terreno próprio da filosofia. Neste particular emerge, hoje, nos ciclos de debates sobre os problemas da contemporaneidade, a filosofia da tecnologia, uma disciplina com o olhar voltado para aquela que é uma das maiores forças presentes nas decisões sobre o destino de nosso planeta. Certamente que, um dos sujeitos que se inscreve na base deste conhecimento é o engenheiro, que atua diretamente com o instrumento tecnológico, tanto na sua concepção quanto no seu manuseio e aplicação. Não há mais lugar para uma posição ingênua em relação ao significado e ao poder da tecnologia no mundo de hoje. A visão de que a técnica teria por si mesma a capacidade de garantir o progresso da humanidade tem sido, cada vez mais, combatida. Desta forma, a atividade científica e tecnológica, que são inseparáveis, apesar de possuírem enfoques específicos, precisa ser continuamente avaliada, tendo em vista a dinâmica e a forma como esta estrutura e define nossas vidas.

É inegável a presença da tecnologia em todos os aspectos do mundo contemporâneo com uma intensidade tal que dela fazemos nosso modo de ser. “Engajados, como já nos encontramos, no processo de tecnificação”, afirma MORAIS (1988, p.99), “nada mais aconselhável do que procurarmos conhecer as verdadeiras faces da tecnologia”. Consideremos, então, o quão fundamental é este entendimento para aqueles que são preparados para manipular e criar tecnologias, neste particular, o estudante de engenharia. Trata-se, neste caso, de uma escolha. Já que contribuímos na produção dos artefatos que compõem nosso universo atual e futuro, podemos optar: ou nos damos ao trabalho de avaliar nossas ações, ou deixamos que outros decidam por nós. Fato é que o bumerangue da tecnologia retornará sobre nós mesmos, com todos os seus efeitos positivos e negativos. Portanto, é fundamental desenvolver um estudo que envolva a avaliação e a crítica em relação à tecnologia, principalmente nos espaços onde esta é gerada e manipulada.

Neste sentido, apresentamos uma sugestão de inserção desta temática – a filosofia da tecnologia – no processo de formação do engenheiro. É com o objetivo de trazer elementos que apresentem uma análise crítica em relação à tecnologia, em particular quanto ao enfoque desta no ensino de engenharia, que este artigo se faz presente. Conforme avalia Saviani, citado por PILETTI (1991), a filosofia pode abordar qualquer objeto, desde que este possa ser problematizável. A proposta em questão ao considerar o objeto da tecnologia, tem como referência sua complexidade e abrangência na vida das pessoas e no cenário do mundo atual. O fazer tecnológico e, especialmente, a formação das pessoas para este fazer, pode ser objeto de reflexão e crítica, o que implica conhecer os fundamentos a respeito daquilo que produzimos. Assim sendo, ao propormos esta temática no ensino de engenharia, sugerimos alguns pontos a serem abordados bem como formas que possam viabilizar a inserção desta prática nos já comprimidos espaços existentes dentro dos currículos de engenharia.

2. ENFOQUES DA FILOSOFIA DA TECNOLOGIA

Nas últimas décadas tem sido configurada uma filosofia da tecnologia como especialidade de conhecimento, dado a irrefutável presença da tecnologia em todos os aspectos da vida humana. QUINTANILLA (1991) destaca este fato, mostrando que a tecnologia, partindo da revolução industrial, invadiu todos os espaços nos quais o ser humano está presente, com repercussões sobre a estrutura social, e especialmente sobre a estrutura cultural de uma sociedade. Ao tratar das tarefas da filosofia da técnica, o autor destaca três

campos de problematização da técnica, a saber: ontológicos, epistemológicos e valorativos. No primeiro campo é colocado em análise a causalidade instrumental e a entidade dos artefatos. No segundo campo o foco volta-se para a estrutura do conhecimento operacional, para a natureza de uma invenção, para a relação entre conhecimento científico e tecnológico. O campo valorativo envolve critérios de avaliação de tecnologias, os objetivos da tecnologia, as implicações morais, políticas, econômicas e culturais do desenvolvimento tecnológico.

Nesta mesma direção, própria da abordagem filosófica, MIRANDA (2002) trata a questão da tecnologia considerando as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica. Na dimensão ontológica, o foco volta-se para a essência da natureza da tecnologia moderna, “condicionada a fatores históricos e circunstanciais a qual está inserida” (p. 144). É colocada em questão a identidade da tecnologia buscando as bases que fornecem os fundamentos para o entendimento desta numa perspectiva conjuntural. A dimensão epistemológica volta-se para a o entendimento do modelo de conhecimento que se encontra na base da tecnologia moderna, envolvendo aspectos históricos da construção deste modelo e associando-se a esse a recente crise do paradigma científico. Quanto à dimensão axiológica, a questão dos valores associados à tecnologia moderna é colocada em discussão, destacando-se o utilitarismo ético que, segundo a autora, lhe conferiu legitimidade moral.

Historicamente, o termo “filosofia da técnica” foi utilizado pela primeira vez pelo filósofo e engenheiro alemão, Ernst Kapp no século XIX (RODRIGUES, 1999), analisando a relação entre nosso organismo e a tecnologia. Paulatinamente, a avaliação do impacto da tecnologia em nossas vidas foi ampliando-se e abordando diversos aspectos dessa relação. Esses aspectos passam por pontos tais como o estudo da tecnologia moderna como produto da ciência emergente a partir do século XVI, a análise da tecnologia como uma nova etapa evolutiva do ser humano, a imperiosa necessidade do homem de construir a si mesmo tendo na técnica a concretização deste anseio. Outras vertentes desta análise consideram a tecnologia como resultado da tendência ocidental de explorar e dominar a natureza, a perda da autenticidade e da interioridade humana com a presença da tecnologia cada vez mais incisiva nas diversas faces da vida, a avaliação da tecnologia como meio versus um fim para o ser humano, a ideologia do sistema de produção e de lucro tendo a tecnologia como seu instrumento de efetivação, a necessidade de estabelecer um controle social da tecnologia, a tentativa de elaboração de uma ética diante das questões tecnológicas, dentre outros temas.

Em seu livro *Meditação da Técnica*, ORTEGA y GASSET (1963), cuja primeira publicação em espanhol, data de 1935, discute questões tais como a evolução histórica da técnica, a possibilidade da satisfação das necessidades humanas pela técnica, a reforma da natureza através dos atos técnicos – específicos do ser humano –, a conceituação de técnica e seu surgimento misturado com a própria história do homem. Em suas meditações Ortega y Gasset aborda ainda a relação entre técnica, sociedade, economia e natureza. Há, neste trabalho, uma brilhante análise sobre o conflito do ser humano diante da necessidade de fabricar sua existência, destacando a presença da técnica na existência humana, lembrando-se de que a vida é algo que não nos é dado pronto, “mas alguma coisa que é preciso fazer”.

VARGAS (1994), formado em engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, tratou desta temática inter-relacionando ciência com tecnologia e realidade. O autor busca demarcar os espaços da filosofia e da ciência e trata, com um olhar filosófico, a questão da tecnologia e da pesquisa tecnológica defendendo a tese de que a tecnologia se aprende com a prática da pesquisa.

RODRIGUES (1999), citando Jacques Ellul, chama a atenção para o fato de que o mundo atual insere-se em um contexto tecnológico, e destaca: “A tecnologia é o pano de fundo, o próprio quadro referencial no qual todos os outros fenômenos sociais ocorrem. Ela molda nossa mentalidade, nossa linguagem, nossa maneira de estruturar o pensamento, inclusive a nossa maneira de valorar.”(p. 76).

Portanto, “a tecnologia representa o *modus vivendi* da sociedade atual.” (MIRANDA, 2002, p.11). A proposta de uma filosofia da tecnologia consiste em voltar o olhar para a

própria condição humana no mundo de hoje. Neste sentido, significa compreender a tecnologia como uma construção do ser humano, uma presença que é parte da própria paisagem cultural de uma sociedade, um fenômeno que interfere no nosso ambiente e na forma como se estabelecem as relações humanas. A tecnologia modela a vida e constitui o próprio cenário do mundo em que vivemos, é algo não neutro, implica produção de valores e jogo de poder.

Carl Mitcham, citado por RODRIGUES (1999), afirma a necessidade de engenheiros e filósofos – denominados de humanistas por Mitcham – ampliarem o diálogo entre si, ao tratarem da problemática filosófica implícita na tecnologia, uma vez que a abordagem e o interesse pelas questões não coincidem. Isto porque, os engenheiros voltam-se para o processo do conhecimento científico e do fazer tecnológico, não conseguindo obter uma visão suficientemente ampla dos problemas tecnológicos, enquanto que os humanistas, por sua vez, são considerados superficiais ao tratar dos conhecimentos tecnológicos.

A temática é, portanto, ampla sendo tratada por diversos autores sob diferentes enfoques. Alguns pontos, no entanto, sobressaem tais como: a produção e transformação da realidade no mundo atual, os significados das coisas e do mundo produzidos a partir da tecnologia, a influência da tecnologia inserida numa cultura globalizante, o problema do conhecimento relacionado à tecnologia e sua construção histórica, o poder e domínio da tecnologia na sociedade e nos diversos aspectos da vida humana, as questões relacionadas aos valores e à ética. Assim sendo, avaliar a tecnologia ou, mais especificamente, uma determinada tecnologia, passa pelo entendimento da realidade, dos significados, da relação global, da política e da ética que esta tecnologia faz emergir.

3. UMA FILOSOFIA DA TECNOLOGIA NO ENSINO DE ENGENHARIA

Neste item são destacados alguns tópicos da filosofia da tecnologia que consideramos centrais para uma abordagem no ensino de engenharia e que podem, também, constituir temas para debate entre professores da área tecnológica, de modo possibilitar-lhes a aplicação desta análise em sua área específica. Neste trabalho, estes tópicos serão abordados de forma sucinta, destacando-se: 1 – os conceitos relacionados à técnica, tecnologia e ciência bem como as questões de avaliação dessas dimensões do saber e do fazer humano; 2 – a visão da tecnologia, sugerida por Heidegger, como o resultado de um longo processo de desvelamento do ser tendo como resultado o controle dos entes do mundo; 3 – o modelo de conhecimento constituído a partir do advento da ciência moderna e da tecnologia, com foco na forma como a racionalidade instrumental ganhou espaço no mundo moderno; 4 – o advento de um novo paradigma para a ciência e a tecnologia com propostas alternativas para o mundo contemporâneo; 5 – as questões de ordem ética evidenciados pela necessidade de se estabelecer códigos de moral para a atividade tecnológica.

3.1 Ciência, técnica e tecnologia: definições e avaliação

Não faltam definições para ciência e tecnologia, em dicionários ou em textos que versam sobre este tema. Assim, as definições podem ser colocadas de formas diversas. Para efeito deste estudo, consideramos que a ciência, como produto do trabalho humano, consiste de um conjunto de conhecimentos organizados em princípios e leis, resultado da tentativa de encontrar padrões de repetição na natureza. A ciência relaciona-se a um saber teórico, é pensamento organizado sobre o mundo envolvendo uma explicação sobre a realidade. Um olhar sobre a filosofia da ciência denota, através de amplo material produzido por epistemólogos, a complexidade que envolve o entendimento e a prática deste fenômeno. Uma breve incursão pela filosofia da ciência, colocando em discussão os fundamentos e concepções com relação à ciência, como sugere CHALMERS (2000), requer um estudo detalhado desta temática. Porém, aqui limitaremos a constatar a intrincada relação existente

entre ciência e tecnologia no mundo contemporâneo, buscando colocar o foco nas discussões relacionadas aos termos técnica e tecnologia. RODRIGUES (1999) cita alguns autores que não especificam uma diferença entre esses dois termos, dentre eles Jaques Ellul e Heidegger. Para outros autores os termos apresentam distinções. MIRANDA (2002) destaca uma citação onde o termo técnica é considerado como sendo o conjunto de regras práticas para fazer determinadas coisas, incluindo o conjunto de processos de uma ciência, arte ou ofício visando a obtenção de um resultado determinado, enquanto que o termo tecnologia envolve o estudo ou conhecimento científico da técnica, implicando na aplicação de métodos das ciências físicas e naturais. Se na primeira está implícita a ideia de fazer, na segunda está colocada uma fundamentação científica para sua efetivação. Obviamente que este artigo tem por objetivo apenas colocar a questão relacionada a estes conceitos, sem a pretensão de esgotar as discussões e os posicionamentos em torno dos mesmos. Fica, portanto destacado que a demarcação conceitual é ampla e depende de pontos de vistas de diferentes autores.

Mais fundamental que focalizar os conceitos é voltar-se para a avaliação da tecnologia. MORAIS (1988) coloca esta discussão fazendo a pergunta: “O mais alto valor é o progresso tecnológico? Ou não será mais certo que o mais elevado valor seja o homem?” (p.112). O autor cita alguns estudiosos em relação a esta questão, tais como Mark Twain, Jacques Ellul, Erick Fromm e Philip Rieff. Twain fazendo citações empolgadas a respeito do fenômeno implantado pela técnica destaca as maravilhas científicas de seu tempo. Isto, porém, ocorreu antes das duas Grandes Guerras que marcaram o século XX, o que provocou uma crise em relação às posições dogmáticas e otimistas para com o progresso da ciência e da tecnologia. Ellul criticou essa aceitação passiva dos dogmatismos resultantes da técnica que destituiu o ser humano do poder de condução de sua própria história e colocou a tecnologia como um meio e não como um fim de afirmação do humano. Fromm considera que o crescimento da técnica no ambiente humano se dá em virtude da profunda atração emocional pelo mecânico, em contraposição ao interesse pelo que é vivo, o que reforça uma indiferença pela vida. Rieff percebeu a tendência ao empobrecimento da vida interior promovida pela presença massante da técnica em nosso mundo. Este relata o fascinante poder da sociedade tecnologizada em esvaziar o ser humano do contato com seu interior, produzindo um ser vazio e superficial. Trata-se de um modo de proceder que impede a contemplação, uma vez que tudo passa a ser exteriorizado e trivializado, acabando por deixar que o sistema dominante organize a sociedade segundo seus padrões e interesses.

O debate a respeito dos conceitos e dos aspectos positivos e negativos da técnica pode ser colocado em pauta como etapa de um processo reflexivo visando o desenvolvimento da postura crítica no estudante. Não há que ser necessariamente conclusivo de modo a sugerir uma tendência para este ou aquele enfoque, ou seja, não deve ser dogmatizante, mas é importante que seja devidamente fundamentado em conceitos e que possibilite o desenvolvimento da capacidade criativa e reflexiva do grupo. O importante é colocar o tema em debate, refletir sobre os significados, dialogar com as diferentes posições e desenvolver um modo de olhar que possibilite uma postura aberta e dinâmica com relação a esta realidade. É fundamental que estudantes e professores compreendam que, enquanto agentes inseridos no sistema de produção, produzimos e somos produto deste mundo cambiante da tecnologia.

3.2 Sobre a essência da tecnologia

Perguntar pela essência da tecnologia implica tratar a questão ontológica desta, ou seja, buscar sua identidade, seu ser, sua natureza. Este constitui um passo fundamental para a compreensão das questões acerca do conhecimento tecnológico e das questões éticas suscitadas pela tecnologia. A presença da tecnologia no mundo atual requer um olhar atento uma vez que ela mesma constitui o referencial e o quadro no qual este olhar repousa. Uma das mais significantes contribuições nesta área é atribuída a Heidegger que, ao perguntar pela

essência da tecnologia, considera ser esta uma forma de desvelamento do Ser. Esta interpretação de Heidegger tem sua fundamentação na constatação do filósofo em relação à origem do pensamento ocidental, quando então os filósofos gregos, ao buscarem o conhecimento do Ser, ou seja, ao perguntarem pelo princípio que fundamenta a existência das coisas, acabaram voltando-se para as próprias coisas, os entes. Neste sentido, o projeto de conhecimento ocidental a partir do mundo grego – na verdade, um projeto metafísico – consistiu numa gradual penetração na natureza das coisas, retirando dela algo que estava encoberto e obrigando-as a se revelar. Nesta tentativa de intervenção na natureza técnica foi se afirmando como a possibilitadora desse empreendimento. Este modelo de conhecimento configurou o grande projeto da ciência moderna tendo na tecnologia sua revelação máxima (SAFRANSKI, 2000, p.64), resumiu esta idéia com a seguinte frase: “Muitos dos sonhos da metafísica – maior controle do corpo, superação do tempo e espaço – tornaram-se realidades técnicas”.

Neste sentido, a tecnologia obriga a natureza a fazer algo a serviço dos desejos humanos. Ao represarmos um rio para construção de uma central hidrelétrica, alteramos sua natureza em função de fatores econômicos e práticos e estabelecendo uma nova lógica de relacionamento com ele. Da mesma forma, ao acumular as aves em espaços quadriculados, devidamente calculados para aumentar a produtividade das granjas, ao planejar a produção de grãos geneticamente selecionados e tratados com fertilizantes e agrotóxicos, estamos provocando o controle da natureza para atender a vontade humana. Com a tecnologia “não deixamos a natureza acontecer, mas nós a provocamos e a abordamos de modo a que *ela se anuncie em alguma forma comprovável por cálculo, e permaneça à nossa disposição como um sistema de informações*” (SAFRANSKI, 2000, p. 464). Conforme destaca RODRIGUES (1999, p. 103): “Tudo passa a ser visto como possível fonte de energia e de riqueza para ser explorada e estocada. E enquanto transforma o mundo, a tecnologia impõe ao homem seus próprios padrões”.

A tecnologia é a moldura pela qual vemos e vivemos no mundo. Desta forma, mais que fornecer meios e instrumentos que o ser humano utiliza, a tecnologia penetrou no âmago do ser humano transformando-o internamente. Para ORTEGA y GASSET (1963) a técnica deve atender às necessidades humanas, criando “possibilidades sempre novas que não existem na natureza do homem”. Na realização deste projeto, o ser humano vai transformando o mundo à sua imagem e semelhança. Porém, a tecnologia cria novas necessidades, e esta também produz o homem à sua imagem e semelhança. A tecnologia torna-se o definidor do que vamos vestir, do que vamos alimentar, do que vamos fazer, portanto, atinge o nosso próprio corpo e nosso ritmo biológico. Da mesma forma que os instrumentos tecnológicos são considerados extensões do nosso corpo, sugerido pelo engenheiro e filósofo alemão Ernst Kapp (citado por RODRIGUES, 1999), podemos considerar que, no estágio atual nosso corpo acaba por tornar-se extensão da técnica, na medida em que temos que nos adaptar física e mentalmente para utilizá-la e, portanto, para relacionarmos com o mundo da forma como ela nos impõe.

Uma discussão que aborde essa temática, qual seja, o significados e as visões de mundo que a tecnologia produz hoje, poderá ser incentivada entre estudantes ficando aqui mais uma sugestão de tema. É uma questão de compreender como a técnica se insere na natureza, na vida e nos valores, e enquanto ela vai sendo moldada, nós estamos também sendo moldados. Um aspecto que, para ser entendido, implica ir além dos fatos descritos pela história, significando, neste particular, perceber como que aquilo que fazemos e pensamos já se encontra inscrito no contexto desta história.

3.3 A construção histórica do modelo de conhecimento tecnológico

MORAIS (1988), ao focalizar este aspecto, considera duas fases da história da tecnologia que ele classifica como sendo a civilização pré-tecnológica e a civilização tecnológica. Na primeira fase, que se encerraria a partir da primeira Revolução Industrial, o ser humano se

formava em contato mais próximo com a natureza, fato este que repercutia na constituição de seu psiquismo, promovendo um desenvolvimento mais rítmico em virtude deste contato. O mundo tecnificado retirou do ser humano esta vivência rítmica interferindo em sua saúde, seu convívio social, sua experiência espiritual, promovendo, desta forma, um processo de aviltamento da natureza humana. Morais cita Francis Bacon e Rousseau que alertavam para a força desumanizadora do conhecimento científico e tecnológico, dado o potencial de dominação da ciência e da tecnologia em detrimento da liberdade. Para este autor, isto não significa defender a tese de que no período pré-tecnológico as condições de vida fossem melhores que na fase atual ou que a tecnologia venha constituir uma ruína para a civilização, mas ele pretende chamar a atenção para o fato de que a penetração da tecnologia no mundo moderno implicou em uma mudança radical na forma como os significados e costumes em relação à vida foram transformados.

A ciência moderna, que tem sua gênese por volta dos séculos XVI e XVII, estabeleceu o patamar para o surgimento da civilização tecnológica, cuja afirmação se deu efetivamente com a Revolução Industrial. Enquanto a concepção anterior considerava o universo como um organismo vivo, a visão que surge a partir do advento da ciência moderna, influenciada pelas idéias de Galileu, Newton e Descartes, trouxe uma concepção de universo mecânico e manipulável. Esta tendência para o controle da realidade reforçou o propósito do ser humano em buscar o conhecimento tendo em vista o domínio da natureza e a exploração de seus recursos, colocando-a a seu serviço. O método científico tornou-se o modelo de conhecimento predominante e hegemônico, caracterizando-se por uma ciência experimental em contraposição a uma ciência contemplativa, com a ênfase no quantitativo substituindo a valorização do qualitativo e a instrumentalização e a medição tornando-se formas de garantia de obtenção da verdade científica. Com o dualismo cartesiano o mundo natural passou a ser interpretado como uma grande máquina desprovida de “alma”, resultando, por exemplo, nos tão conhecidos problemas ecológicos que hoje tentamos resolver. Esta visão de mundo acabou por converter-se, no dizer de DOMINGUES (1991), na dominação do próprio homem sobre o homem.

A grande contradição resultante deste processo é o fato de que a ciência e a tecnologia, que teriam em princípio a finalidade de libertar e reduzir o sofrimento do ser humano, acabaram por demonstrar a incapacidade de, em si mesmas, atingirem este projeto. Para os filósofos da Escola de Frankfurt, o aspecto da racionalidade que passou a vigorar na sociedade industrial, foi a dimensão instrumental. Com o predomínio da razão instrumental, a natureza passou a ser mera objetividade, algo manipulável pelo homem. Essa postura constituiu o processo da dominação, com o conhecimento colocado a seu serviço. Este cenário revela o aspecto contraditório do projeto científico e tecnológico do mundo moderno. A filosofia da tecnologia possibilita um olhar para a presença da tecnologia no mundo de hoje buscando relacioná-la com sua construção histórica, em vez de tomá-la como algo que apenas se projeta para um futuro. É a partir da compreensão desta história, de seus erros e acertos, que podemos intervir na construção de uma tecnologia que possibilite melhorar a vida das pessoas e do planeta de uma forma geral.

3.4 Um paradigma emergente na abordagem da ciência e tecnologia

Os fatores históricos decorrentes de uma visão de mundo amplamente apoiada no domínio e na manipulação da natureza e das pessoas, na lógica da produção e do lucro, na ciência e tecnologia como um fim em si mesma atingiram seus efeitos contraditórios em meados do século passado, denominado por diversos autores como crise do paradigma científico e tecnológico do mundo moderno. Como destaca CAPRA (1982) este sistema de valores moldados nos séculos XVI e XVII e que estão na base de nossa cultura precisam ser cuidadosamente reexaminados. SANTOS (2002) é enfático em confirmar a profunda crise do modelo racionalista, afirmando tratar-se de uma crise não só profunda, mas irreversível e

destaca a fragilidade dos pilares em que se funda o paradigma dominante. Neste caso, esta crise constatada em algumas áreas por volta do final do século XIX e início do século XX, possibilitou a abertura para novas formas de abordagem do saber. É o caso do legado de Einstein com a introdução dos conceitos de relatividade e de simultaneidade de acontecimentos, revolucionando nossas concepções de espaço e de tempo. Outro elemento que abalou o paradigma dominante até então, destacado por Santos, foi o diferencial trazido pela mecânica quântica no domínio da microfísica, desabando o determinismo mecanicista e produzindo uma mudança nos conceitos de conhecimento da realidade. Cita-se ainda o teorema da incompletude de Gödel colocando em dúvida a possibilidade de garantia do rigor das leis da natureza, posto que estas se baseiam em leis matemáticas que, por si mesmas, podem carecer de fundamentação consistente. Há também uma quarta condição teórica que evidencia esta crise de paradigma resultante dos conhecimentos da microfísica, da química e da biologia nos últimos anos, o que levou aos estudos sobre a irreversibilidade dos sistemas abertos. Santos ressalta que estas mudanças fazem parte de um movimento que passa pelas ciências da natureza atingindo inclusive as ciências sociais, promovendo profundas alterações no modelo científico atual, com efeitos nos mais diversos campos da atuação humana e trazendo consigo um paradigma emergente.

MIRANDA (2002) destaca cinco pontos relacionados à crise do paradigma resultante dos modelos de ciência e tecnologia que herdamos até então. Enquanto a ciência moderna reforçou a compartimentalização do saber e a especialização, no paradigma emergente busca-se considerar a realidade por meio do “complexo de relações que compõe o todo” (p. 88). Enquanto o modelo de conhecimento moderno enfatizou apenas o fenômeno como possível de ser conhecido, banindo o metafísico de qualquer legitimidade como saber científico, a nova abordagem da ciência se abre para o multidimensional, abre-se para além do aspecto essencialmente material, empírico e quantificável, ampliando as possibilidades de conhecimento de outras faces da realidade. Enquanto que o modelo científico do paradigma anterior reforçou a pretensão de legitimar o conhecimento com bases na neutralidade, não contaminando o objeto com o sujeito cognoscente e desconhecendo sua construção histórica, o paradigma emergente, realça a influente interação entre sujeito e objeto no processo do conhecimento, retomando a impossibilidade de negar a dimensão subjetiva do conhecimento. Enquanto o conhecimento científico direcionou-se para a causalidade formal, buscando responder como as coisas funcionam, reduzindo o mundo à descrição dos fatos e produzindo a generalização com o aniquilamento do singular, o novo modo de olhar o mundo leva em conta a intencionalidade das coisas, vai até o “para quê” dos eventos, considerando a complexidade, a auto-organização, as interações entre os fenômenos no universo. Enquanto o paradigma existente postula a ordem existente no universo e vai atrás desta, considerando que não encontrá-la representa uma falha do método adotado, no novo paradigma um novo “olhar exige que concebamos conjuntamente a ordem e a desordem” (MORIN, 1998, p.195), uma vez que ordem e desordem são complementares, revelando uma nova postura diante do real.

Portanto, discutir sobre um novo paradigma na ciência e tecnologia, não se trata meramente de uma retórica, mas de uma condição de continuidade do próprio cenário no qual estes segmentos prosseguem. Compreender estes processos implica a própria sobrevivência das pessoas diante dos sistemas complexos que emergem no mundo de hoje e sua análise e interpretação requer mudanças de postura durante o processo de sua formação como profissionais, aprendendo a lidar com o novo que emerge em cada momento. Um novo paradigma também se aplica à educação, entendendo que, formar um profissional, sobretudo na área tecnológica, não é apenas dotá-lo de elementos técnicos para dominar uma realidade, mas permitir-lhe compreender o significado e as tendências desta realidade, para sua vida e para a vida do planeta.

3.5 Questões de ordem ética relacionadas à tecnologia

Como resultado de um processo de construção social e cultural, a tecnologia enquadra-se na problematização da ética e da atribuição de valores. A origem e estruturação deste processo, no sentido moderno, baseada no princípio baconiano de “saber é poder”, pautou-se no consórcio entre ciência e técnica com propósito de domínio de todos os aspectos da natureza. Este propósito, reforçado pelo racionalismo instrumental, transformou-se em racionalização, no sentido de submeter o mundo, tanto no aspecto físico, quanto humano e social, a padrões de decisão racional, penetrando todos os domínios da vida. É este princípio, enunciado por HABERMANS (1975) como “agir-racional-com-respeito-a-fins” e ligado à “institucionalização do progresso científico e técnico” (p. 303), que requer uma avaliação da ética relacionada à tecnologia moderna.

Nesta linha de análise, MIRANDA (2002), destaca o utilitarismo como “o modelo de ética que propicia política e ideologicamente a tecnologia moderna” (p. 111). O utilitarismo resgata modelos anteriores de ética que se fundamentam na busca do prazer, tendo em Bentham e Stuart Mill, no século XVIII, seus representantes. Este se baseia no princípio da utilidade e considera o bem a partir de sua finalidade e eficácia evidenciado pela experiência. O objetivo seria maximizar o prazer e minimizar a dor como um fim a ser conquistado, tendo na utilidade a regra para estabelecer os valores relativos a uma ação. O projeto ético com esta abordagem, que emergiu simultaneamente com o surgimento da sociedade capitalista, enxergou na posse dos bens e na obtenção das riquezas sua grande possibilidade de efetivação. Desta forma, no aspecto ideológico e valorativo o terreno estava pronto e adequado para a implantação de um projeto que teria na tecnologia moderna sua base de sustentação. A aliança entre a tecnologia e o utilitarismo ético, constata MIRANDA (2002), se sustenta na concepção de valor como aquilo que é útil, daí o propósito de utilizar e dominar a natureza e de adotar diante do mundo uma postura pragmática para a realização destes propósitos. No entanto, apesar da tentativa de encontrar um espaço para a realização humana do prazer e da felicidade, dentro das circunstâncias de uma época, esta ética foi insuficiente em termos de possibilitar o acesso à felicidade para o ser humano, tornando-se alvo de críticas por diversos estudiosos do tema.

Não é possível nem pertinente, no caso do presente trabalho, apresentar uma discussão ampla em torno da problemática da ética e de suas vertentes na filosofia. Neste caso, em se tratando de uma introdução à temática da filosofia da tecnologia, algumas visões relativas à ética nesta área merecem uma menção. Podemos citar a proposta de Habermas, com a ênfase na racionalidade comunicativa em contraposição à racionalidade instrumental, buscando estabelecer um espaço de discussão que possibilite ampla participação dos sujeitos envolvidos no processo de tomada de decisão visando ao consenso. Uma proposta similar é encontrada em Karl Apel, citado por RODRIGUES (1999), com vistas ao estabelecimento de uma moral universal, que leve em conta as responsabilidades pelos efeitos perniciosos da tecnologia. Hans Jonas é citado por RODRIGUES (1999) e MIRANDA (2000) como apresentando uma proposta ética que tem em vista os aspectos conflitivos da civilização tecnológica, ao focalizar sua ênfase no princípio da responsabilidade para com as gerações futuras. Esta proposta fundamenta-se no dever do ser humano para com o outro e para com a natureza, uma vez que o ser humano, no mundo contemporâneo, dispõe de uma grande variedade de recursos disponibilizados pela tecnologia permitindo-lhe amplo poder de ação.

Estas questões perpassam as mais diversas áreas nas quais a tecnologia avança e produz interferências, uma vez que esta constitui um fenômeno social e cultural envolvendo, portanto, aspectos valorativos. Da ecologia às mutações genéticas, dos computadores aos experimentos com animais, da produção de armas à forma de atuação dos meios de comunicação, o problema ético encontra-se no foco das discussões. Com igual intensidade e numa escala de poder de difícil controle, a tecnologia encontra-se na base da globalização da economia, da especulação de capitais voláteis, da propaganda ideológica entre nações e povos, da acumulação de riqueza por um grupo cada vez mais restrito de pessoas e países, do

terrorismo, do tráfico internacional etc, apenas para lembrar algumas, dentre tantas outras mazelas, que implicam em problemas éticos que afetam nossas vidas no mundo atual.

Para fechar esta questão, sem a pretensão em esgotá-la, vale a pena citar DYSON (1998) que considera os desafios éticos de três novas eras relacionadas à tecnologia no mundo de hoje, a saber: a Era da Informação impulsionada pelos computadores, que já está presente em nosso mundo, a Era Biotecnológica, impulsionado pela engenharia genética, que já chegou com força total no início deste milênio e a Era Neurotecnológica, impulsionada por sensores neurais, possibilitando a manipulação, através de mecanismos físicos, da emoção e da personalidade humana, anunciando-se para meados do século XXI. Este é apenas mais um exemplo que reforça a complexa questão da tecnologia na vida humana. Desta forma, elementos desta natureza não podem ser colocados à margem como que constituindo problemas secundários quando se trata de formação de pessoas que lidarão de forma incisiva e constante com estas realidades.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um breve olhar por alguns currículos de graduação em engenharia no Brasil, nos permite constatar a presença de disciplinas voltadas para a área das humanidades e ciências sociais o que pressupõe a existência, nesses currículos, de espaços para a reflexão e análise crítica de temas relacionados às questões da tecnologia e da engenharia. Esta constatação reforça nossa tese em relação à importância da abordagem desta temática como um dos pontos fundamentais para a formação plena do engenheiro. No caso específico deste trabalho, o foco volta-se para a tecnologia, analisada de forma sistêmica e inserida em um contexto que envolve valores e interesses diversos. Portanto, a proposta consiste em desvendar os significados, influências e consequências da tecnologia tendo em vista sua aplicação na engenharia.

No presente trabalho são destacados alguns pontos da filosofia da tecnologia como sugestão para abordagem no ensino de engenharia. O mais importante é que o enfoque seja considerado numa perspectiva problematizadora, com vistas ao cenário nacional e o mais próximo possível das questões relacionadas ao campo de atuação do engenheiro.

A forma como esta temática pode ser inserida no currículo envolve diversas possibilidades. Por um lado, no conjunto de disciplinas que compõem a área das ciências humanas e sociais no ensino de engenharia, a filosofia da tecnologia abrange parte significativa desta área. Neste caso, as disciplinas podem trabalhar com textos e discussão de temas polêmicos que tenham como foco questões relacionadas à tecnologia no campo da engenharia. Outra abordagem pode envolver a implementação de dinâmicas e de atividades organizadas ao longo do curso tais como palestras, debates, vídeos e notícias veiculadas pela mídia que tenham como pano de fundo a análise crítica de questões relacionadas à tecnologia.

Um ganho significativo para viabilizar a implementação desta proposta seria o envolvimento de professores de diversas áreas no ensino de engenharia em estudos e encontros que possibilitassem a uniformização dos conceitos em relação a este tema de modo a aplica-lo em sua disciplina específica. Esta seria uma forma de colocar em prática aquilo que é anunciado pelo paradigma emergente – a efetivação de um diálogo entre os engenheiros e profissionais de outras áreas de conhecimento – visando enfocar a tecnologia numa abordagem sistêmica. Neste caso, cada professor, diante de uma situação específica relacionada ao conteúdo com o qual trabalha, poderia colocar em questão pontos polêmicos e discutir projetos tendo em vista despertar o estudante para o entendimento da complexidade que envolve a tecnologia nos tempos atuais.

Fato é que o desafio com relação à formação do engenheiro tem sido cada vez mais iminente uma vez que esta formação envolve o preparo de um profissional apto a lidar com um aparato tecnológico que implica uma relação com poder e transformação cultural. O engenheiro, para enfrentar o mundo do trabalho de modo a obter êxito em sua atividade

profissional, deverá estar em condições de conduzir processos e pessoas, precisando ter uma visão ampla e fundamentada das questões básicas que se relacionam ao seu campo de trabalho. A abordagem filosófica, com um enfoque direcionado para os aspectos aqui destacados, pode contribuir de modo significativo neste processo de formação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. SP: Cultrix, 1982.

CHALMERS, A F. **O que é ciência afinal?** SP: Brasiliense, 2000.

DOMINGUES, Ivan. **O grau zero do conhecimento**. São Paulo: Loyola, 1991.

DYSON, Freeman. **Mundos imaginados**. São Paulo: Cia das Letras, 1998.

HABERMAS, Jürgen. **Técnica e ciência enquanto “ideologia”**. São Paulo: Abril Cultural, 1975, p. 303 – 334 (Col. Os Pensadores, vol. XLVIII).

MIRANDA, Angela Luzia. **Da natureza da tecnologia: uma análise filosófica**. Curitiba, 2000. (Dissertação de Mestrado)

MORAIS, Regis. **Filosofia da ciência e da tecnologia**. Campinas: Papyrus, 1988

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

ORTEGA Y GASSET. **Meditação da técnica**. RJ: Ibero-Americano, 1963.

PILETTI, Claudino. **Filosofia da educação**. 3ª Ed. São Paulo: àtica, 1991.

QUINTANILLA, Miguel A. **Tecnología: un enfoque filosófico**. Buenos Aires: Eudeba, 1991.

RODRIGUES, Anna Maria Moog. *Por uma filosofia da tecnologia*. In: GRINSPUN, Mírian P. S. Z. (Org.). **Educação tecnológica: desafios e perspectivas**. São Paulo: Cortez, 1999.

SAFRANSKI, Rudiger. **Heidegger: um mestre na Alemanha entre o bem e o mal**. SP: Geração Ed., 2000.

SANTOS, Boaventura de Souza. **Um discurso sobre as ciências**. Porto: Ed Afrontamento, 2002.

VARGAS, Milton. **Para uma filosofia da tecnologia**. São Paulo: AlfaOmega, 1994.

TOWARDS A PHILOSOPHY OF TECHNOLOGY IN ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *This work proposes the introduction of Philosophy of Technology studies in Engineering education as an way of coping with the unavoidable task of helping students*

develop an accurate critical perception of the awesome power technology holds nowadays. We consider that Engineering students must acquire not only scientific knowledge and technical skills, but also the ability to understand the social issues connected with his/her professional area and the interrelation of those with the meanings and choices associated with technology. We therefore advocate a contact with the field of Philosophy of Technology as a means of helping students question the widespread idea of technology as a goal in itself and build up conditions for a more reflective involvement with the search of solutions to the world's technological challenges. The work thence proceeds with the suggestion of both a set of relevant humanistic and ethic themes and a methodology for implementing their study in the engineering curriculum.

Key-words: *Philosophy of technology, Engineering education.*