

## **O engenheiro na relação sociedade, ciência e tecnologia no atual contexto de desenvolvimento capitalista**

**Autores:** Zinara Marcet de Andrade Nascimento (UFPR)

### **Resumo**

O presente texto tem como objetivo apresentar algumas reflexões acerca do papel do engenheiro frente à relação sociedade, ciência e tecnologia. Percebe-se que no atual estágio de avanço da ciência e sua respectiva aplicação em tecnologia, a engenharia ganhou destaque por ser capaz de preparar profissionais aptos a produzir inovações. Por outro lado, há muito essa categoria de profissionais é chamada para uma visão mais responsável e humanizada na produção e na utilização da ciência e da tecnologia. Porém, apesar de anuência de que sobre a lógica do capital a ciência e a tecnologia são sistematicamente utilizadas em prol do lucro, poucos questionam a mais-valia. Para melhor elucidar tais questões, utiliza-se o referencial teórico marxista. Conclui-se que é preciso compreender a essência predatória do referido modo de produção para poder alterar-lhe as estruturas e com isso utilizar a ciência e tecnologia em todos os ramos a favor da classe trabalhadora e da emancipação da humanidade.

Palavras-chave: Engenharia, Ciência, Tecnologia, Sociedade, Capitalismo

### **1. Introdução**

Ao longo da civilização humana a Engenharia tem sido uma profissão de destaque, tanto por trazer benefícios que possibilitam a humanidade a viver melhor e vencer dificuldades de várias ordens, sobretudo as impostas pela própria natureza, como por engenhar artefatos que contribuíram com a dominação e repressão político-ideológica pelos estratos mais elevados das classes sociais.

De acordo com o arcabouço teórico-metodológico marxista, o qual orienta este texto, a análise histórica deste ramo de atividade, evidencia a sua proximidade com as classes dominantes e, conseqüentemente, *status* sócio-econômico dos seus profissionais. Embora se caracterize como uma categoria relativamente pequena quando comparada ao total da divisão técnica e social do trabalho, houve um aumento expressivo de cursos e do número de engenheiros nos últimos anos. Esse fenômeno, entretanto, não retirou dessa profissão o seu prestígio social e nem apagou o imaginário título de doutor que recebem os bacharéis de engenharia, mas trouxe outras expressivas alterações na formação e inserção dos engenheiros no mercado de trabalho e também na relação com a sociedade e com a natureza.

Importa, porém, perceber que a engenharia, tal como as demais áreas de conhecimento, não é uma questão isolada, mas sim parte de uma totalidade complexa: o mundo dos homens, repleto de contradições, cuja realidade, na maioria das vezes, permanece encoberta em função dos interesses particulares de segmentos existentes na forma de organização social estabelecida. È o caso do atual modo de produção predominante na face da terra, o capitalismo, cuja essência predatória fica velada pelas relações sociais de produção na qual os trabalhadores, portanto, significativa parcela de engenheiros, tem como única forma de subsistência a venda da força de trabalho, quer num contrato formal ou informal.

Logo, o presente artigo tem como objetivo apresentar algumas reflexões críticas acerca das possibilidades de atuação da categoria profissional em questão na sua relação com a sociedade e a natureza, uma vez que estas impactam diretamente na vida e na existência de toda a humanidade, mas não são dependentes apenas da ética profissional ou dos valores pessoais dos engenheiros como pessoas.

Para tanto, tal como mencionado anteriormente, utiliza-se como referencial teórico o materialismo histórico dialético que “[...] estuda as formas gerais do ser, os aspectos gerais da realidade, as leis dos reflexos desta última na consciência dos homens” (CHEPTULIN, 1982, p.1). Para dar consistência e melhor possibilidade de compreensão, apresenta ao longo do artigo alguns dos principais fundamentos do marxismo. Todavia, dadas as limitações inerentes a um artigo, a exposição do tema ocorre de forma bastante sucinta.

## **2. Questões acerca da formação e atuação dos engenheiros na atual fase da acumulação capitalista**

A necessidade da ciência e da tecnologia em praticamente todos os aspectos da contemporaneidade exacerbou a importância da educação tecnológica, em especial a de nível superior, com destaque para os cursos de engenharia em razão da suposta densa formação técnico-científica de tal área de conhecimento.

Graduar-se como engenheiro, porém, nunca foi uma tarefa simples, pois independentemente de época histórica, criar engenhosidades é um ato que requer acúmulo de conhecimentos, embora seja possível afirmar que, por muitos séculos, isto tenha ocorrido de forma tácita, ou seja, por meio da experiência prática, sem o conhecimento científico. Porém, há muito, para além da prática, a formação em engenharia consiste num processo de aprendizagem que exige uma sólida formação escolar e acúmulo de conhecimentos na trajetória pessoal, fatores diretamente articulados às condições materiais de existência e não somente ao interesse e ao gosto pela arte de engenhar. Assim, é condição *sine qua non*, para concluir a graduação em tal área, que o indivíduo tenha adquirido o domínio da ciência básica no decorrer da sua escolarização para posteriormente assimilar os conteúdos inerentes e graduar-se.

Todavia, o aprofundamento teórico dos conteúdos e grau das competências técnicas desenvolvidas no decorrer de um curso de engenharia transcendem as condições objetivas individuais dos graduandos. Dependem, sobretudo, das relações sociais estabelecidas para a reprodução material, as quais se manifestam no avanço da ciência e da tecnologia, com seus diversos reflexos, em cada contexto sócio-histórico.

Do ponto de vista teórico-metodológico que fundamenta este texto, a condição tecnocientífica, por sua vez, está objetivada nos mecanismos e instrumentos disponíveis para a reprodução da base material, ou seja, nas forças produtivas, as quais se desenvolvem qualitativamente de um modo de produção ao seguinte, de maneira que a abrangência e profundidade do conhecimento, em cada um deles, são superiores ao interior (SILVA, 2005, p.44). Logo, elas representam o somatório do todo trabalho e conhecimento desenvolvidos por uma dada sociedade a partir de suas atividades práticas e que possibilitam estruturar de forma específica a organização de uma coletividade de indivíduos, pois “A natureza não constrói máquinas nem locomotivas [...] São estes produtos da indústria humana; material natural, transformado em órgãos da vontade humana sobre a natureza ou de sua ação na natureza. São órgãos do cérebro humano criados pela mão humana; força objetivada em conhecimento” (MARX, 1985, p.230).

A partir de tal compreensão, é possível afirmar que a ciência e a tecnologia, bases da engenharia, são de caráter transitório, isto é, mudam de acordo com as necessidades reais da forma de estruturação social vigente e predominante, o que não significa que ocorram mecanicamente, com o passar do tempo, mas conforme as demandas que garantam a constituição sócio-econômica hegemônica, conscientemente ou não, de um coletivo.

Sob o mesmo enfoque, cabe ainda afirmar que ao mesmo tempo em que o estágio alcançado da ciência e a sua aplicação tecnológica definem as relações sociais de produção, em especial a divisão social e técnica do trabalho, bem como suas formas de organização e gestão, são também determinados por elas. Não é por outro motivo que nos últimos séculos elas possuem características do modo de produção capitalista, ou seja, elaboradas e implementadas a fim de alcançar o principal objetivo deste, o acúmulo de mais valia, parte não paga do trabalho, único elemento capaz de valorizar o capital empregado e que só pode ser obtida por meio da compra da força de trabalho.

Nesta perspectiva, entende-se que os diversos ramos da engenharia são diretamente proporcionais às exigências do capitalismo e desenvolvem-se marcadas pela constante busca de agregação de valor. O mesmo acontece com todos os demais ramos de atividades, independentemente de prestarem trabalho simples ou complexo, trabalho produtivo ou improdutivo.

Portanto, para entender a atual formação e a inserção dos engenheiros no mercado de trabalho é preciso, sobretudo, a apreensão da dinâmica do capital, um movimento dialético entre a infra e a superestrutura, cuja compreensão só é possível com o resgate histórico do capitalismo e da divisão social do trabalho resultante desta movimentação. Porém, em razão da limitação estabelecida, não é possível apresentar esse resgate com a profundidade que o tema requer.

Entretanto, faz-se imprescindível ressaltar que historicamente o acúmulo de conhecimentos da humanidade articula-se diretamente ao poder político de uma coletividade e ao seu potencial de dominação sobre os demais, fenômeno que se acentuou a partir do sistema capitalista.

Neste sentido, de acordo com a ideologia dessa forma hegemônica de organização social no mundo contemporâneo, o potencial tecnológico é considerado preponderante para o desenvolvimento da civilização em todos os aspectos, motivo pelo qual as nações que desenvolvem pesquisas científicas avançadas são consideradas as mais desenvolvidas, denominadas de países centrais e industrializados. As demais, a maioria, as quais dependem da produção técnico-científica dos países centrais, são conhecidas por países periféricos. Esses últimos, na medida de suas possibilidades são importadores de tecnologias, nem sempre de acordo com suas necessidades por dois motivos: falta de recursos (financeiros, materiais, científicos) e a disposição de liberalização do conhecimento pelos países centrais já que o conhecimento “de ponta” pode ser segredo industrial. Além disso, é preciso ter clareza de que “[...] a dinâmica convencional de exploração de conhecimento científico e tecnológico liderada pelos países centrais não contempla os interesses dos países periféricos” (DAGNINO, 2004. p.102), pois suas necessidades imediatas são bastante distintas.

Desta forma, embora as principais características das sociedades regidas pela lógica do capital sejam universais, e apesar de ser a forma predominante por todo globo terrestre no presente, isto é, tanto nos países centrais, como nos periféricos, suas estratégias, possibilidades e necessidades de organização e gestão de reprodução da base material diferem entre as nações, pois dependem de diversos fatores, mas, sobretudo, do grau de desenvolvimento intelectual alcançado e objetivado nas suas forças de produção. Não foi por outra razão que no início, na

fase concorrencial do capitalismo, final do século XVII e início do XVIII, quando o comércio e a navegação eram setores mais desenvolvidos do que a manufatura, “A nação mais poderosa no mar, a Inglaterra, conservou a primazia no comércio e na manufatura”. (MARX, ENGELS, 1998, p.68).

Séculos mais tarde, após a consagração do capital, pela mesma razão, isto é, potencial e domínio científico, a partir do pós-guerra, os Estados Unidos, perante os países devastados, desenvolveram as condições objetivas e se tornaram a mais importante potência mundial. Segundo Germer *et al*, eram o país que para além da liderança industrial, possuía a superioridade economia, pois “[...]possuíam um gigantesco mercado, a mais apurada tecnologia, a maior disponibilidade de capital, a força de trabalho mais qualificada e os gerentes mais eficientes. Paralelamente, o país detinha absoluta superioridade monetário-financeira [...]” (GERMER, *et al*, 1994, p.7)

Com a reconstrução de vários países, o Japão e a Alemanha alcançaram níveis semelhantes de ciência e tecnologia. Os Estados Unidos, conseqüentemente, perderam o *status* de potência hegemônica do sistema capitalista. A engenharia, em especial os ramos da aeronáutica e bélica, desenvolveu-se de forma fantástica nesse período.

Portanto, apesar dos engenheiros desempenharem um papel relevante no decorrer do processo de humanização, na maioria das vezes, atuaram como colaboradores dos capitalistas e criaram produtos e serviços que, em benefício de uma minoria, prejudicaram as condições de existência da maioria. A primeira máquina a vapor, marco da Revolução Industrial e considerada decisiva no desenvolvimento da engenharia, surgiu após um longo processo de pesquisas e tentativas, em 1698, pelo engenheiro inglês Thomas Savaary. Essa inovação possibilitou a máquina a vapor de James Wat, que trouxe grandes alterações na organização e gestão do trabalho naquele momento, com sérias repercussões negativas na vida dos trabalhadores. No livro “A Situação da Classe Operária na Inglaterra”, escrito por Engels (1845), esta questão é bem muito retratada. Engels abordou, entre outros fatos, o movimento Ludista e o Cartismo como exemplos das contradições entre capital e trabalho e de resistência da classe trabalhadora. Os trabalhadores ameaçados pela perda emprego chegaram a combater com destruição o próprio meio de trabalho: a máquina, causando grandes prejuízos.

Porém, um dos exemplos mais contundentes no sentido do empenho dos engenheiros na acumulação da mais-valia, foi o engenheiro norte-americano Frederick Winslow Taylor, que se consagrou com seus estudos e com a publicação do livro “Princípios da Administração Científica” publicado em 1910, obra que se tornou uma referência para o setor industrial.

Na década de 80, Lili Kawamura mostrou por meio de uma rigorosa análise marxista, publicada com o título de “Engenheiro: Trabalho e Ideologia”, que, durante a fase de industrialização brasileira, os engenheiros exerceram o papel de intelectuais orgânicos a favor da hegemonia capitalista. A mesma autora mostra também que no Brasil a engenharia tem como tradição a manutenção e o gerenciamento de projetos e não o desenvolvimento de inovações.

### **3. A responsabilidade dos engenheiros**

A atuação dos engenheiros na sociedade é algo relativamente novo, pois um resgate histórico da categoria mostra que os engenheiros estiveram mais próximos aos estratos mais elevados das camadas sociais. Contudo, o questionamento acerca da atuação dos engenheiros, mais preocupados com a busca de melhorias e com as resoluções de problemas no processo

produtivo, foi amplamente instituída a partir da explosão da bomba atômica. Tal fenômeno fez surgir na Europa e nos Estados Unidos, em meados do século XX, uma área de conhecimento chamado Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS. Com um enfoque eminentemente educativo, o campo CTS tem como finalidade fomentar nos indivíduos uma determinada reflexão na formação de atitudes, valores e normas de comportamento com respeito relacionadas ao desenvolvimento e à aplicação da ciência e da tecnologia na sociedade. Por conseguinte, alguns cursos de engenharia introduziram os conteúdos desse campo em suas grades curriculares. No Brasil esta área ganhou enfoque somente no final do século XX.

Apesar da emergência do campo CTS trazer a baila questões importantíssimas acerca da compreensão da ciência e da tecnologia como construções sociais, bem como criando espaços de pesquisa, sistematizando estudos nas universidades, ampliando o debate com os movimentos sociais, inclusive com críticas ao modo de produção capitalista, raros são os intelectuais dessa área que têm a clareza de que as relações sociais têm como origem a atividade prática. Em outras palavras, tal como afirmou Marx e Engels em a Ideologia Alemã: “Não é a consciência que determina a vida, mas sim a vida que determina a consciência” (MARX, ENGELS, 1998, p.20)

Assim, ao desconsiderar ou desconhecer que a consciência, os valores e a ética são determinados pelas condições materiais objetivas de um determinado contexto sócio-histórico, os engenheiros e demais profissionais ligados às áreas que produzem inovações tecnológicas são freqüentemente cobrados por uma atuação profissional responsável e humanista. Entretanto, mesmo que fosse possível aos engenheiros optarem pelos projetos, mecanismos e instrumentos de seu trabalho, cabe enfatizar que não é por meio de ações isoladas, individuais, que qualquer profissional pode alterar a estrutura social vigente e a melhorar as condições de existência da humanidade.

Portanto, é preciso ter a clareza de que os engenheiros qualificam-se e desenvolvem suas atividades profissionais em meio ao caráter antagônico do sistema capitalista que, ao mesmo tempo em que desenvolve a produção a partir do acúmulo de conhecimento científico, perpetua a pobreza; e, ao mesmo tempo em que desenvolve as forças produtivas, valendo-se de inovações tecnológicas, desenvolve as forças repressoras sobre a classe que vive do trabalho.

#### **4. Considerações Finais**

O presente texto teve como objetivo apresentar alguns pontos que possam contribuir com as reflexões recorrentes acerca da relação entre o engenheiro e o conhecimento na atual fase de desenvolvimento capitalista.

Houve a intenção de evidenciar que esta relação não é algo isolado, linear ou neutra, mas que se trata de um fenômeno social, dinâmico e contraditório, modificado no decorrer do processo civilizatório na medida. Neste sentido, a cada avanço da ciência e sua aplicação em tecnologia, a engenharia ganhou um caráter cada vez menos desinteressado e cada vez mais pragmático, utilitarista e mercadológico em razão das demandas da base material de produção dos diferentes contextos sócio-históricos.

Tais questões, ao serem analisadas à luz do movimento do modo de produção capitalista, tendo como fundamentação teórica o marxismo, desvelam que a graduação e a formação em engenharia, assim como as demais áreas, são determinadas de acordo com as necessidades de valorização constante do capital, que em função de suas inerentes contradições se reproduz ao

substituir cada vez mais trabalho vivo por trabalho morto, diminuindo drasticamente a quantidade de força de trabalho em todos os setores e, paralelamente, buscando simplificar as tarefas complexas a fim de pagar salários mais baixos.

Portanto, por se um lado a ciência e a tecnologia desenvolvem-se em ritmo acelerado, sem precedentes na história, produzindo mais valor de uso e valor de troca com menor custo, por outro, polariza-se a estrutura de classes da sociedade, agudiza-se a concentração de riqueza sob a posse de uma minoria que convive com uma maioria subordinada à sua lógica de exploração e pauperização. Apenas um pequeno estrato da classe trabalhadora participa do desenvolvimento de pesquisas científicas, as quais na maioria das vezes são utilizadas em prol da valorização do capital e não da emancipação da humanidade.

A categoria dos engenheiros que historicamente provém de camadas sociais com melhores condições materiais, apesar de todas as discussões acerca da não neutralidade da ciência e da tecnologia existentes, permanece sem reconhecer o seu atual papel de força de trabalho explorada e reproduz as condições necessárias à continuidade da sociedade capitalista ao gerar inovações usadas para aprofundar as diferenças sociais existentes. Neste sentido, há uma forte integração técnica e comportamental na sua formação para a aceitação do seu papel nesse processo. Assim, significativa parcela de reflexões que se pretendem críticas, mas sem a devida radicalidade nas suas análises, entendem que a democratização da ciência capitalista, ou seja, com uma maior participação da sociedade nos processos que discutem e decidem sobre o avanço tecnológico, os abusos e os absurdos em favor dos lucros podem ser controlados.

Logo, embora existam vários questionamentos acerca das condições em que se desenvolvem as inovações e a educação tecnológica, em especial as engenharias, indagando sobre a responsabilidade do cientista/engenheiro na produção de conhecimentos que certamente serão apropriados com o objetivo de obter lucro perante a concorrência global e exacerbada, são poucos os intelectuais que estabelecem nexos com o principal fator do contexto em que a educação em questão está inserida: o modo de produção capitalista, com suas contradições, que necessita tanto das inovações para obter a mais-valia, único elemento capaz de valorizar o capital, como do consenso da sociedade para manter a sua existência, o que o faz a partir da construção de instrumentos, tais como as políticas e suas relativas legislações.

Portanto, o debate sócio-histórico nos cursos de engenharia com foco na discussão da ética e, conseqüentemente, valores, precisa considerar que estes são reflexos das relações sociais que se estabelecem no processo de reprodução da existência humana sob a lógica do capital, para a qual a ética e os valores são usados na continuidade e domínio de seus interesses. O apelo para as consciências daqueles que produzem inovações, em especial os engenheiros e cientistas, esquece-se de que não é consciência que determina a vida e os homens, mas a vida real e a atividades práticas que determinam o pensamento e a conduta humana.

Um dos resultados consiste na continuidade de uma formação pragmática e utilitarista para a maioria, portanto, capacitando profissionais polivalentes, com domínio operacional para fazeres diversos, porém muito distante da politecnia que permite a compreensão do processo tecnológico na sua totalidade, ou seja, o domínio da lógica de funcionamento em detalhes e, conseqüentemente, saber decidir e alterar as formas de acordo com as necessidades históricas da humanidade.

Por tais razões, em tese, a formação sócio-histórica imprescindível ao ensino tecnológico, propiciada pelas políticas públicas, seria aquela que permitisse ao proletariado a compreensão da necessidade de uma qualificação profissional que o possibilite ter o domínio dos

fundamentos da ciência básica para acompanhar o ritmo da produção das inovações que o atual estágio de desenvolvimento das forças produtivas requer. Em outras palavras, dar-lhes o rumo à “politecnicidade”. Para tanto, há ainda um longo caminho, pois segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas, INEP, os estudantes brasileiros não conseguem ultrapassar 77% do mínimo que deveriam saber para ser considerados proficientes em leitura e 82% do mínimo que deveriam saber em matemática, o que corrobora com as afirmações de Gorz (1979) quando diz que há um “fosso” entre os cientistas e os proletários. Portanto, uma formação que conduza a classe trabalhadora ao raciocínio lógico-formal é a condição inicial *sine qua non* para o longo percurso de emancipação e, portanto, de vida plena, mas que só será possível em outra forma de organização social que não seja o capitalismo, já que este ao deter os meios de produção, detém também os meios para produzir e difundir o conhecimento.

Todavia, apesar de reconhecer que a teoria do valor desenvolvida por Marx, a fim de explicar as relações sociais que se desenvolvem no seio das organizações sociais regidas pela lógica do capital, não é condição suficiente para a apreensão da atual fase de acumulação capitalista face à sua complexidade, há que se convir que a referida teoria continua a ser condição necessária, pois conforme Harvey, após um longo percurso analítico, para além das diferenças de organização e gestão do trabalho, o modo de produção continua a ser o capitalista. Outro imenso desafio, como há muito alerta o professor Renato Dagnino está em perceber que não basta tomar o poder e utilizar a mesma ciência e tecnologia existentes, assim como tão pouco resolve criar ciência e tecnologia para os menos favorecidos, proposições resultantes das análises marxistas que compreendem o avanço da ciência como algo neutro ou determinista.

## Referências

CHEPTULIN, A. **A Dialética Materialista**. Categorias e leis da Dialética. São Paulo: Alfa-Omega, 1982.

DAGNINO, R. A Relação Pesquisa – Produção. In: SANTOS et al orgs. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: o desafio da interação**. IAPAR, 2004

GERMER et al. A economia capitalista mundial dos anos 80: globalização financeira, mutação tecnológica e coordenação macroeconomia. **Revista de Economia da UFPR** n° 18, ano 20, 1994

KAWAMURA, L. K. **Engenheiro: Trabalho e Ideologia**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1981.

MARX, K; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. 2.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998

SILVA, S. T. **A A Qualificação para o Trabalho em Marx**. 2005. Tese. (Doutorado em Economia, Área de Desenvolvimento Econômico), Setor de Ciências Sociais da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.