

# O papel do engenheiro na sociedade

Henrique Novaes (Unicamp)

Renato Dasninp(Unicamp)

Abstract.....	1
Resumo .....	1
1. Introdução .....	2
2. O papel do engenheiro na sociedade de classes .....	2
3. Questionando a sociedade de classes:qual seria o papel do engenheiro?.....	4
4. Adequação Sócio-Técnica como instrumento de auxílio ao engenheiro.....	5
5. Considerações Finais .....	6
6. Referências Bibliográficas:.....	7

## Abstract

*This text discusses the engineer's role in a society of classes. It is verified initially that the engineers perceive in a "naturalized" way its function in the society: they don't perceive - or they perceive partially - if their performance reinforces or if it undermines the capitalist relations of production, which is the meaning of their labour, if they contribute or not for the emancipation of the subordinate classes. We presented the Socio-technical Adequation concept as an instrument that can help them to construct an alternative style of development.*

**Key-words: Engineer, Society of Classes, Socio-Technical Adequation, Alienation**

## Resumo

*Este texto discorre sobre o papel do engenheiro numa sociedade de classes. Verifica-se inicialmente que os engenheiros vêem de forma "naturalizada" sua inserção na sociedade: eles não percebem - ou percebem parcialmente- em que medida sua atuação reforça ou solapa as relações de produção capitalistas, qual o sentido do seu trabalho, se contribuem ou não para a emancipação da classes subalternas. Apesar de sabermos que há outras formas de atuação, nos concentramos na função do engenheiro enquanto classe auxiliar dos capitalistas no processo de trabalho e na atividade desempenhada pelo engenheiro enquanto pesquisador e professor universitário. Para os últimos, apresentamos o conceito de Adequação Sócio-Técnica como um instrumento que pode os auxiliar a trilhar alguns caminhos para a construção de um estilo alternativo de desenvolvimento.*

**Palavras-chave: Engenheiro; Alienação; Classes sociais; Adequação Sócio-Técnica**

## 1. Introdução

Este trabalho, escrito sob a forma de um diálogo com estudantes de engenharia, procura dar algumas pistas para a compreensão da ideologia dominante nos cursos de engenharia e as tentativas de reversão elaboradas por pesquisadores contra-hegemônicos.

Seu fio condutor é idéia de que a grande maioria dos engenheiros contribui para perpetuar a sociedade de classes, ainda que não tenha consciência disso. E que, ao mesmo tempo, as ideologias contra-hegemônicas procuram desobscurecer a sociedade de classes e apontar caminhos para uma atuação alternativa dos engenheiros.

O trabalho está estruturado como segue. Primeiramente, delineamos o que seria o papel do engenheiro na sociedade de classes e apontamos os caminhos que poderiam levar à “desnaturalização” deste papel. Em seguida, ilustramos uma possibilidade de atuação com o exemplo do engenheiro Mike Cooley na Cia Aeroespacial Lucas. Para finalizar, apresentamos o conceito de Adequação Sócio-Técnica, que nos parece um instrumento adequado para possibilitar aos engenheiros participar na luta dos trabalhadores em prol da construção da autogestão no seio da fábrica e realizar pesquisas comprometidas com a construção de um estilo de desenvolvimento alternativo.

## 2. O papel do engenheiro na sociedade de classes

Para iniciar perguntamos por que o engenheiro, apesar de não ser proprietário dos meios de produção, o que o faria partícipe dos interesses da classe capitalista, assumindo um papel de *defensor* dos interesses do capital e não do trabalho?

Diversos autores tentaram responder essa pergunta. Kawamura (1981), por exemplo, adotando a matriz teórica gramsciana, analisa o papel do engenheiro da sociedade enquanto classe auxiliar dos detentores dos meios de produção, seja enquanto administrador do capital, professor (aparelho tecno-ideológico do Estado) ou controlador da força de trabalho.

Ela atribui ao engenheiro um papel essencial à ideologia dominante, contribuindo para a “naturalização” da sociedade de classes. O capitalismo é apresentado no âmbito dessa ideologia como um modo de produção a-histórico, eterno, como se a sociedade capitalista não tivesse seu processo de surgimento e expansão histórica e socialmente referenciados.

Noble (2000), vai mais longe. Depois de afirmar que a ideologia dominante dissimula as relações sociais nela contidas, observa que a “ideologia do progresso” promovida pela classe dominante (sejam eles os donos dos meios de produção, jornalistas ou professores universitários, etc) é um dos veículos para a perpetuação do controle por parte daqueles que estão no poder. Ela serve também para dificultar uma avaliação crítica daqueles que buscam transformar a tecnologia e, em geral, as forças produtivas.

Consciente ou inconscientemente, os engenheiros introjetam os valores da sociedade de classes que estão subjacentes ao seu processo de formação e à sua profissão: controle, individualismo, dominação dos trabalhadores, produção voltada para a reprodução do capital. Rutkowski e Lianza (2004), na passagem abaixo, analisam a relação entre a tecnologia e a ideologia:

em cada escolha técnica está presente um olhar específico do(a) engenheiro(a) sobre a interação de seu “modelo”, seja com o mercado, com o Estado, com a sociedade, com o capital, com o trabalho, ou na relação entre eles. Seria lícito inferir que em cada projeto elaborado por um(a) engenheiro(a), estaria implícita – ou explícita – uma ideologia, expressa num modelo técnico, numa concepção de tecnologia ou numa política de gestão de pessoas e de relações de trabalho, baseadas em relações de poder restabelecidas e comumente aceitas, o que leva a que se conteste a possibilidade de uma suposta neutralidade técnica de estudos sobre os processos de produção e do trabalho (RUTKOWSKI; LIANZA, 2004, p. 178).

Lucia Bruno (1986) se detém no papel dos gestores - engenheiros ou não - enquanto uma fracção de classe que, ao lado da burguesia, se opõe ao proletariado no interior de uma relação de exploração para gerir o processo produtivo.

David Noble, um autor que nos parece central para analisar o tema que nos ocupa, mostra que a ação dos engenheiros enquanto administradores ou assessores técnicos esteve a serviço do capital durante todo o século XX. Ao contrário, portanto, das interpretações que afirmam que eles estavariam ajudando a sociedade a se emancipar (Noble, 1977)

Analisando o papel do engenheiro-pesquisador, Noble (2001 p. 16) admite que poucos estão empenhados em “destruir diretamente o povo”. Seu objetivo é fazer o melhor trabalho possível. Geralmente, no entanto, eles constroem soluções boas para aqueles que estão no poder: a direção. Mas que são desastrosas para o resto da sociedade, e para os trabalhadores. Com isso, “eles acabam reforçando as relações de classe”.

Segundo ele, isso acontece porque os técnicos têm pouco contato com o mundo dos trabalhadores e porque durante sua educação e carreira profissional somente se comunicam com a direção.

Um exemplo bastante ilustrativo deste fato é a história das Máquinas-Ferramenta automatizadas cujo projeto pioneiro e o trabalho de desenvolvimento se levou a cabo no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Durante suas investigações, Noble descobriu que os engenheiros que estavam envolvidos nesse projeto estiveram em constante contato com os diretores industriais e militares que patrocinavam e dirigiam o projeto, mas não encontrou o menor indício de que eles estiveram em contato com os milhares de homens e mulheres que trabalhavam como operários na indústria mecânica. Isto é, eles não tiveram o menor contato com aqueles que possuem o maior conhecimento sobre a usinagem de metais. Com aqueles que estariam mais diretamente afetados pelas mudanças tecnológicas causadas pelo artefato tecnológico que estava sendo desenvolvido (NOBLE, 2001, p.19).

Vale lembrar a esse respeito a colocação de Bryan (1985) de que a distinção que começou a vigorar nos EUA no final do século XIX entre o mecânico e o engenheiro mecânico era baseada “menos na posse do saber técnico que no exercício de uma significativa autoridade”.

Para Noble, as considerações técnicas e econômicas são importantes, mas poucas vezes, no caso em que estudou, são os fatores decisivos dos sistemas que finalmente se adotam. Por trás da retórica tecno-econômica, Noble acredita que existem outros impulsos: 1) obsessão da direção pelo controle; 2) uma ênfase militar sobre o mando e a intervenção e 3) “entusiasmos” e “compulsões” que fomentam “cegamente o impulso à automatização” (NOBLE, 2001, p.19).

O maior impulso por trás da busca da automatização vem da obsessão da direção pelo controle sobre os trabalhadores. Para Noble, os diretores farão o que for para continuar sendo diretores, quaisquer que sejam os custos técnicos, econômicos e sociais. E é com este fim que solicitam e dão as boas-vindas às tecnologias que prometem aumentar seu poder e minimizar qualquer desafio, permitindo-lhes disciplinar e desqualificar os trabalhadores com vistas a

reduzir o seu poder e os seus salários e a deslocar os potencialmente rebeldes (NOBLE, 2001, p.23).

Já os engenheiros têm objetivos próprios que se complementam de forma clara (e se aproximam) aos dos patrões: eles querem criar um sistema livre de erros. De erros humanos, é claro. Pensando desta forma, eles projetam sistemas que excluem o máximo possível qualquer intervenção humana, sistemas que Noble chama de “a prova de idiotas” (NOBLE, 2001, p.23). Qualquer possibilidade de intervenção humana é assumida negativamente como possibilidade de cometer erros no lugar de ser considerada, de um modo positivo, como uma possibilidade de criatividade e melhora.

Os engenheiros ocupam uma posição privilegiada no interior da estrutura de poder industrial. É esse poder relativo, muito mais que seu treinamento “científico” que lhes estimula e lhes permite projetar sistemas que sejam operados por “idiotas”. Se o engenheiro projetasse um sistema (máquina, processo, produto) que ele tivesse que operar pessoalmente, deixaria com toda certeza uma ampla margem para poder desenvolvê-lo posteriormente, através de um procedimento incremental de aperfeiçoamento (NOBLE, 2001, p.31).

3. Questionando a sociedade de classes: qual seria o papel do engenheiro?

Acreditamos que o estudante de engenharia pode vir a desempenhar um papel fundamental numa transição rumo a uma sociedade que venha a ser construída com uma certa autonomia em relação à órbita do capital.

Em conversas com estudantes de engenharia, nas aulas da disciplina de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), história da tecnologia, etc, temos os ouvido dizer que, se gostassem de história, teriam feito outro curso. Assim como outros estudantes, eles têm dificuldade em identificar o conteúdo social da tecnologia. O que os leva a acreditar que a mesma é o resultado de motivações estritamente técnicas. Não “entendem” os problemas relativos a filosofia, têm uma noção muito branda da política e esquivam-se dos assuntos “econômicos”. Está aqui a velha e mal discutida separação entre as ciências humanas e exatas (ou (inexatas e inumanas!)), como se a realidade pudesse ser engavetada. Sem falar na discussão da separação entre teoria e prática, que obscurece o fato de que esta separação decorre de uma “naturalização” do conteúdo de subordinação e controle intrínseco às relações sociais de produção.

Mas, poder-se-ia perguntar: e depois de retirado o véu que encobre a atuação do engenheiro enquanto um perpetuador da sociedade de classes, o que fazer?

Ao nosso ver, as linhas esboçadas por pesquisadores que abordam essa temática nos mostram que não há soluções a curto prazo para o reprojeto da tecnologia capitalista. Não que a ação seja impossível, mas que para iniciá-la seria necessário criar condições de mobilização que não parecem viáveis sem um período prévio de debate e difusão das análises sobre o papel do engenheiro na sociedade de classes, bem como sobre a necessidade de reestruturação radical das forças produtivas capitalistas. Neste sentido, temos em mente um problema extremamente complexo e que só pode ser resolvido no longo prazo. O que não significa confundir longo prazo com gradualismo e reformismo.

Ainda sobre a ideologia, é necessário reconhecer que, por mais que exista uma que é dominante, há também uma disputa.. Infelizmente ao lado dos donos dos meios de produção, estão a maioria dos professores, pesquisadores e formadores de opinião. É bem provável que enquanto nós – pesquisadores e professores engajados na emancipação humana - estamos “remando contra a maré” e tentando desobscurecer as relações sociais, muitos professores estejam ridicularizando este discurso. Sem falar na mídia, que afirma todos os dias que estamos vivendo na sociedade do conhecimento, que estamos numa sociedade do progresso

ilimitado, que a tecnologia avança inexoravelmente, que estamos descobrindo as curas para as enfermidades, e que o que falta à sociedade é, tão-somente o exercício da ética como reguladora do uso (para o bem) do conhecimento que está sendo desenvolvido.

Mais do que insistir nesse ponto (coisa que já temos feito em outros trabalhos) e ainda que correndo o risco de que um exemplo dificulte a abstração que nos parece necessária, vamos lembrar a atuação contra-hegemônica do engenheiro Mike Cooley (Coolery, 1986) na Cia Aeroespacial Lucas, uma das maiores fabricantes de armas do Reino Unido. Ela serve para mostrar os caminhos alternativos que os engenheiros poderiam trilhar.

A certa altura do “campeonato” da Guerra Fria, ao invés de produzir armas de destruição em massa, os trabalhadores da Lucas apresentaram um Plano, no qual expressavam o desejo e apontavam as possibilidades de produzir bens socialmente úteis. O qual era, ademais, uma alternativa ao plano de reestruturação da empresa (de 1971) que iria demitir milhares de trabalhadores. A Companhia inicialmente recusou o Plano, mas em 1974 o Partido Trabalhista recém eleito aceitou a proposta que iria englobar um complexo que englobava 15 fábricas e 18 mil trabalhadores.

O Plano Lucas foi o resultado de dois anos de planejamento e debates entre os trabalhadores. Todos os engenheiros sindicalizados, técnicos e trabalhadores de produção e secretários foram envolvidos. Foram levantadas informações detalhadas sobre a maquinaria e equipamento de todas as fábricas do complexo, como também o tipo de qualificações que existiam na companhia para avaliar as possibilidades de projetar e produzir bens “socialmente úteis”.

Em 1980, depois de ser demitido da Lucas, Mike Cooley se tornou o diretor da “Technology Division of the Greater London Enterprise Board - GLEB”, criada para combater o desemprego em Londres. Ele organizou a “London Technology Networks”: redes que ligavam grupos das comunidades, universidades e escolas politécnicas para o desenvolvimento de sistemas e produtos ecologicamente desejáveis, que poderiam servir para a criação de pequenas empresas e cooperativas. Cooley também desenvolveu o projeto que levou à “Human Centered Advanced Manufacturing System” que acentuava as habilidades humanas ao invés de diminuí-las e subordiná-las às máquinas.

#### 4. Adequação Sócio-Técnica como instrumento de auxílio ao engenheiro

Em linhas gerais, o conceito de AST pode ser entendido com o concurso do instrumental de análise proporcionado pelo construtivismo social da tecnologia. Segundo esse enfoque, Construção Sócio-Técnica é o processo mediante o qual artefatos tecnológicos vão tendo suas características definidas através de uma negociação entre *grupos sociais relevantes*, com preferências e interesses diferentes, no qual critérios de natureza distinta, inclusive técnicos, vão sendo empregados até chegar a uma situação de *estabilização e fechamento* (BIJKER, 1995, p.23).

Nesse sentido, a AST pode ser entendida como um processo *inverso* ao da construção, em que um artefato tecnológico sofreria um processo de adequação aos interesses políticos de grupos sociais relevantes distintos daqueles que o originaram. Definido como um processo, e não como um resultado (uma tecnologia desincorporada ou incorporada em algum artefato) a ser obtido tal como concebia o movimento de Tecnologia Apropriada (TA), a AST substitui a idealização típica do laboratório pela prática concreta dos movimentos sociais. O conceito de AST permite abarcar uma multiplicidade de situações: o que denominaremos *modalidades* de AST.

Por outra via de entendimento, a AST pode ser concebida por semelhança ao processo - denominado por alguns de Processo de Aprendizado e por outros de Tropicalização - extensivamente abordado na literatura latino-americana (e posteriormente, mundial) sobre Economia da Tecnologia desde os anos de 1960, de adaptação da tecnologia proveniente dos países centrais às nossas condições técnico-econômicas (preço relativo dos fatores capital e trabalho; disponibilidade de matérias-primas, peças de reposição e mão-de-obra qualificada; tamanho, capacidade aquisitiva, nível de exigência dos mercados; condições edafo-climáticas, etc).

A AST pode, então, ser entendida como um processo que busca promover uma adequação do conhecimento científico e tecnológico (esteja ele já incorporado em equipamentos, insumos e formas de organização da produção, ou ainda sob a forma intangível e mesmo tácita), não apenas aos requisitos e finalidades de caráter técnico-econômico, como até agora tem sido o usual, mas ao conjunto de aspectos de natureza sócio-econômica e ambiental que constituem a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

No contexto da preocupação com os empreendimentos autogestionários, o processo de AST teria então por objetivo adequar a tecnologia convencional (e, inclusive, conceber alternativas) aplicando critérios suplementares aos técnico-econômicos usuais a processos de produção e circulação de bens e serviços em circuitos não formais, situados em áreas rurais e urbanas (como as Redes de Economia Solidária) visando a otimizar suas implicações .

No seu aspecto normativo, o conceito de AST representa a necessidade de uma alternativa mais eficaz para a solução dos problemas sociais relacionados à tecnologia e pode ser entendido como um vetor para a adoção de políticas públicas que abordem a relação CTS num sentido mais coerente com a nossa realidade .

Buscando operacionalizar o conceito de AST, julgou-se conveniente definir modalidades de AST. O número escolhido (sete) não é arbitrário e poderia ser maior.

1) Uso: O simples uso da tecnologia (máquinas, equipamentos, formas de organização do processo de trabalho, etc) antes empregada (no caso de cooperativas que sucederam a empresas falidas), ou a adoção de tecnologia convencional, com a condição de que se altere a forma como se reparte o excedente gerado, é percebida como suficiente.

2) Apropriação: entendida como um processo que tem como condição a propriedade coletiva dos meios de produção (máquinas, equipamentos) ela implica em uma ampliação do conhecimento, por parte do trabalhador, dos aspectos produtivos (fases de produção, cadeia produtiva, etc), gerenciais e de concepção dos produtos e processos, sem que exista qualquer modificação no uso concreto que deles se faz.

3) Ajuste do processo de trabalho: implica a adaptação da organização do processo trabalho à forma de propriedade coletiva dos meios de produção (pré-existentes ou convencionais), o questionamento da divisão técnica do trabalho e a adoção progressiva da autogestão<sup>1</sup>.

4) Alternativas tecnológicas: implica a percepção de que as modalidades anteriores, inclusive a do Ajuste do processo de trabalho, não são suficientes para dar conta das demandas por AST dos empreendimentos autogestionários, sendo necessário o emprego de tecnologias alternativas à convencional. A atividade decorrente desta modalidade é a busca e seleção de tecnologias existentes.

5) Incorporação de conhecimento científico-tecnológico existente: resulta do esgotamento do processo sistemático de busca de tecnologias alternativas e na percepção de que é

---

<sup>1</sup> Cabe acentuar que até a Modalidade 3, estamos lidando com mudanças *software* e *orgware*. A partir da Modalidade 4, mudanças *hardware*.

necessária a incorporação à produção de conhecimento científico-tecnológico existente (intangível, não embutido nos meios de produção), ou o desenvolvimento, a partir dele, de novos processos produtivos ou meios de produção, para satisfazer as demandas por AST. Atividades associadas a esta modalidade são processos de inovação de tipo incremental, isolados ou em conjunto com centros de P&D ou universidades.

6) Revitalização ou Repotenciamento das máquinas e equipamentos: significa não só o aumento da vida útil das máquinas e equipamentos, mas também ajustes, recondicionamento e a revitalização do maquinário. Supõe ainda a fertilização das tecnologias *antigas* com componentes novos.

7) Incorporação de conhecimento científico-tecnológico novo: resulta do esgotamento do processo de inovação incremental em função da inexistência de conhecimento suscetível de ser incorporado a processos ou meios de produção para atender às demandas por AST. Atividades associadas a esta modalidade são processos de inovação de tipo radical que tendem a demandar o concurso de centros de P&D ou universidades e que implicam na exploração da fronteira do conhecimento.

## 5. Considerações Finais

As atuações contra-hegemônicas que temos observado estão na verdade, na defensiva. Elas tentam fazer uma “gambiarra”: introduzir as modificações que parecem política e academicamente viáveis nos cursos de engenharia existentes. Isso se manifesta, entre outras, na luta - quase perdida antes mesmo de começar – para a implantação do que denominamos genericamente de disciplinas CTS (Dagnino, 2006). Enquanto a maioria dos professores de engenharia estão introjetando (muitos deles de forma inconsciente, e com a maior das boas intenções as concepções instrumental e determinista da C&T) nas “cabeças” dos alunos, uma visão “naturalizada” da sociedade, a perspectiva daquelas atuações é criticar e desconstruir essas concepções substituindo-as por uma de natureza crítica (Dagnino, Brandão e Novaes, 2004).

Vislumbramos duas saídas efetivas para sair da defensiva rumo a uma ofensiva. Tendo como projeto a construção de um ensino de engenharia alternativo, a saída seria “inocular” nos nossos professores-pesquisadores uma visão alternativa, crítica, da relação de CTS. Assim, ao invés de uma disciplina CTS autocontida, que tenta “remar contra a maré”, poderíamos avançar para genuína transformação do ensino de engenharia.

Deveria estar introjetada nesta visão totalizante a necessidade de produção de bens socialmente úteis, tal como propõe Cooley, o auto-governo pelos produtores associados, e tantas coisas mais que o tempo e o espaço - estas duas dimensões intrínsecas à profissão do engenheiro – não nos permitem seguir apontando.

## 6. Referências Bibliográficas:

BRUNO, L. Gestores: A prática de uma classe no vácuo de uma teoria. In: BRUNO, L. e SACCARDO, C. (Org.). Organização, trabalho e tecnologia. São Paulo: Atlas, 1986.

BRYAN, N. A Ciência e Tecnologia na prancheta dos monopólios capitalistas. Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência, Campinas, v.1, n. 1, p. 51-55, fev.1985.

COOLEY, M. Architect or Bee? the Human/Technology Relationship - The Human Price of Technology. London: Hogarth Press, 1987.

DAGNINO, R. Conversa com um engenheiro que esteve em Cuba (ou uma reflexão sobre as dificuldades cognitivas para conceber a política universitária e de C&T a partir do contexto sócio-econômico). Campinas, Impresso, 2006.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F.C.; NOVAES, H.T. Sobre o marco analítico conceitual da tecnologia social. In: LASSANCE Jr. et al. Tecnologia Social – uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro, Fundação Banco do Brasil, 2004, p.15 a 64. (Disponível em [eiffel.dcc.ufla.br/abpes/](http://eiffel.dcc.ufla.br/abpes/)).

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

LINSINGEN, I. O enfoque CTS e a Educação Tecnológica: origens, razões e convergências curriculares. (s.d.) Disponível em [www.emc.ufsc.br/nepet/Artigos/Texto/CTS%20e%20EducTec.pdf](http://www.emc.ufsc.br/nepet/Artigos/Texto/CTS%20e%20EducTec.pdf)

NOBLE, D. America by Design. Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalism. New York Oxford University Press, 1977.

NOBLE, D. Una visión diferente del progreso – En defensa del luddismo. Barcelona: Alikornio, 2000.

NOBLE, D. La locura de la automatización. Barcelona: Alikornio, 2001.

RUTKOWSKI, J.; LIANZA, S. Sustentabilidade de empreendimentos solidários: que papel espera-se da tecnologia?. In: LASSANCE JR, A. et al. Tecnologia Social – uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004, p. 167 a 186.