



Tecnologia e Sociedade

ISSN: 1809-0044

revistappgte@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Brasil

Dagnino, Renato; Novaes, Henrique T.  
O PAPEL DO ENGENHEIRO NA SOCIEDADE  
Tecnologia e Sociedade, vol. 4, núm. 6, enero-junio, 2008, pp. 95-112  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Curitiba, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496650325006>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

re<sup>2</sup>alyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## O PAPEL DO ENGENHEIRO NA SOCIEDADE

*The role of the engineer at the society*

**Renato Dagnino\***

**Henrique T. Novaes\*\***

### **Resumo**

Este texto trata do papel do engenheiro numa sociedade de classes. Verifica-se inicialmente que os engenheiros vêm de forma “naturalizada” sua inserção na sociedade: eles não percebem - ou percebem parcialmente - em que medida sua atuação reforça as relações sociais de produção capitalistas, qual o sentido do seu trabalho, se podem ou não contribuir para a emancipação da classe trabalhadora. Apesar de sabermos que há outras formas de atuação, nós nos concentramos na função do engenheiro enquanto “classe auxiliar” dos capitalistas no processo de trabalho. Para os que se desempenham como pesquisadores ou professores, apresentamos a proposta da adequação sócio-técnica como um instrumento que os pode auxiliar a trilhar caminhos para a construção de um estilo alternativo de desenvolvimento.

Palavras-chave: Engenheiro. Alienação. Classes sociais. Adequação sócio-técnica.

---

\* Professor Titular do Departamento de Política Científica e Tecnológica – Instituto de Geociências – Unicamp; Engenheiro (UFRGS); mestre em Economia (UNB); doutor em Economia (Unicamp). Email: rdagnino@ige.unicamp.br

\*\* Bolsista da FAPESP; mestre e doutorando do Curso de Pós-graduação em Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp. Email: hetanov@yahoo.com.br

### **Abstract**

*This text analyzes the engineer's role in a class-society. We initially verify that engineers see their insertion in the society in a "naturalized" way. They don't realize -or they partially realize- in which measure their action could reinforce capitalists social relations of production, what is the meaning of their work, if they could or not contribute to the emancipation of the working class. In spite of knowing that engineers develop activities in other fields, we concentrate our focus on their role as capitalist's "auxiliary class" in the labour process. For those involved with research and teaching, we present the Socio-Technical Adequation proposal as an instrument that may help them to tread ways for the construction of an alternative style of development.*

*Keywords: Engineer. Alienation. Social classes. Socio-technical adequation.*

## **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 que fazem e das tentativas de reversão elaboradas por pesquisadores contra-hegemônicos<sup>1</sup>.

Seu fio condutor é a idéia de que a maioria dos engenheiros<sup>2</sup> contribui para perpetuar a sociedade de classes, ainda que não tenha consciência disso. E de que as ideologias contra-hegemônicas que, a partir da explicitação da existência de classes antagônicas, é possível apontar caminhos para uma atuação alternativa dos engenheiros.

O trabalho está estruturado como segue. Primeiramente, delineamos o que parece ser o papel do engenheiro na sociedade de classes e apontamos os caminhos que poderiam levar à sua "desnaturalização". Isto é, a um entendimento de que o capitalismo não é a "ordem natural das coisas" e, sim, um modo de produção histórica e socialmente determinado. Em seguida, ilustramos uma possibilidade de que um outro papel seja assumido pelos engenheiros a partir de um caso ocorrido numa empresa britânica (COOLEY, 1987). Para finalizar, apresentamos o conceito

de adequação sócio-técnica (AST), que nos parece um instrumento adequado para possibilitar aos engenheiros uma participação na luta dos trabalhadores em prol da autogestão no seio da fábrica, e para realizar pesquisas comprometidas com a construção de um estilo alternativo de desenvolvimento em sua área de atuação.

## O PAPEL DO ENGENHEIRO NUMA SOCIEDADE DE CLASSES

Para iniciar, perguntamos por que o engenheiro, apesar de viver da venda da sua força de trabalho, e de não ser proprietário dos meios de produção, tende a assumir um papel de *defensor* dos interesses do capital e não do trabalho?

Diversos autores tentaram responder essa pergunta. Kawamura, por exemplo, adotando a matriz teórica gramsciana, analisa o papel do engenheiro na infraestrutura econômico-produtiva da sociedade, enquanto classe auxiliar dos detentores dos meios de produção. Como seria de esperar, tem crescido ao longo do tempo a necessidade de capacitar os engenheiros para o exercício dessa autoridade que garante sua posição de “administrador do capital” e de “controlador da força de trabalho” (1981). Em consequência, teríamos hoje chegado a uma etapa em que a acumulação flexível do capital estaria forçando a educação tecnológica a um balanço entre a dimensão técnica e a dimensão comportamental, aquela que fornece as habilidades atitudinais necessárias ao exercício daquela autoridade, francamente enviesado para esta última. Segundo Shiroma (1998, p.51) nunca foi tão importante na formação e nos requisitos de “empregabilidade” do engenheiro habilidades (como comunicação, relações interpessoais, solução de problemas e processos organizacionais) exigidas pela nova forma – flexível – de organização e gestão do trabalho.

No plano superestrutural, ela atribui ao engenheiro um papel essencial à perpetuação da ideologia dominante, contribuindo para a “naturalização” e a reprodução 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.

David Noble (2000), um autor que nos parece central para analisar o tema proposto, vai mais longe. Depois de afirmar que a ideologia dominante dissimula as relações sociais nela contidas, observa que a “ideologia do progresso” promovida pelos integrantes da classe dominante (sejam eles os donos dos meios de produção, jornalistas, professores universitários, etc.) é um dos veículos para perpetuação do controle da sociedade pelos que detêm o poder. Essa ideologia serve também para dificultar uma avaliação crítica daqueles que trabalham com a tecnologia acerca de seu caráter de classe.

Os engenheiros internalizam os valores da sociedade de classes, em geral da pequena burguesia, que estão subjacentes ao seu processo de formação e à sua profissão: controle, individualismo, dominação dos trabalhadores, produção voltada (à) reprodução do capital. Além dos valores da classe dominante, os engenheiros recebem nas universidades e posteriormente na fábrica os conhecimentos “técnicos”, e as capacidades e habilidades gerenciais necessários para a reprodução do capital.

Rutkowski e Lianza (2004) analisam dessa forma 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 estabelecidas e comumente aceitas, o que leva a que se conteste a possibilidade de uma suposta neutralidade técnica dos estudos sobre os processos de produção e do trabalho (2004, p. 178).*

Já Lucia Bruno (1986) se detém no papel dos gestores – incluídos aí os engenheiros - enquanto uma fração de classe que, ao lado da burguesia e no interior de uma relação de exploração, controlam o processo produtivo

e se opõem ao proletariado. Para ela,, os engenheiros estariam claramente situados ao lado dos exploradores e contra os explorados<sup>3</sup>.

No mesmo sentido, David Noble mostra que a ação dos engenheiros, enquanto administradores ou assessores técnicos, esteve a serviço do capital durante todo o século XX<sup>4</sup>. Ao contrário, portanto, da visão simplista que afirma que, ao promover o desenvolvimento tecnológico e econômico, eles estariam ajudando na emancipação dos mais pobres (1977).

Analisando o que dizem os engenheiros-pesquisadores, Noble admite que, em geral, eles não estão empenhados em “destruir diretamente o povo” (2001, p.16). Eles declaram que seu objetivo é fazer o seu trabalho da melhor forma possível. Geralmente, no entanto, eles desenvolvem soluções boas para aqueles que possuem mais poder: a direção dos processos produtivos em que eles participam. Soluções que são, freqüentemente, desastrosas para o resto da sociedade, e para os trabalhadores. Com isso, “eles acabam reforçando as relações de classe”. Segundo o autor, isso acontece porque os engenheiros têm pouco contato com o mundo dos trabalhadores e porque durante sua educação e carreira profissional somente se comunicam com as pessoas que exercem o controle do processo produtivo.

A pesquisa que Noble realizou acerca das máquinas-ferramenta automatizadas, cujo projeto pioneiro e o trabalho de desenvolvimento se levou a cabo no Massachusetts Institute of Technology, contribuiu para fundamentar sua visão. Durante suas investigações, ele descobriu que os engenheiros que estavam envolvidos nesse projeto consultaram sistematicamente os diretores industriais e militares que o patrocinavam e dirigiam, mas não encontrou o menor indício de que eles tivessem interagido com os homens e mulheres que trabalhavam como operários na indústria metal-mecânica. Isto é, eles não tiveram o menor contato com aqueles que possuem o conhecimento diretamente aplicado na usinagem de metais, e que seriam diretamente afetados pelas mudanças causadas pelo artefato tecnológico que estava sendo desenvolvido (2001, p.19).

As questões técnicas e econômicas são vistas pelos engenheiros como importantes, mas poucas vezes, no caso em que estudou, elas foram os fatores decisivos para a concepção dos sistemas tecnológicos que adotaram.

Por trás da retórica tecno-econômica, Noble acredita que existem outros impulsos: 1) obsessão pelo controle por parte da direção; 2) uma ênfase de tipo militar no mando e na intervenção e 3) “entusiasmos” e “compulsões” que fomentam “cegamente o impulso à automatização” (2001, p.19).

Segundo Noble, o impulso à automatização está associado à obsessão da direção pelo controle dos trabalhadores. Para ele, os diretores farão tudo o que for necessário para continuar sendo diretores, quaisquer que sejam os custos técnicos, econômicos e sociais envolvidos. E é por isso que solicitam e dão as boas-vindas às tecnologias que prometem aumentar seu poder e minimizar qualquer desafio à sua condição de mando. Toda a tecnologia que lhes possa permitir disciplinar os trabalhadores, restringir sua participação nas decisões e no controle da produção e diminuir a qualificação de sua função com vistas a reduzir o seu poder e o salário deve ser adotado. E, finalmente, a deslocar aqueles potencialmente rebeldes (2001, p.23).

Os engenheiros têm objetivos próprios que não por acaso, se complementam (e se aproximam) daqueles dos patrões. Eles querem criar um sistema livre de erros humanos no processo de produção. Pensando dessa forma, eles projetam sistemas que minimizam a participação dos operadores diretos da tecnologia, os trabalhadores; sistemas que Noble chama de “à prova de idiotas” (2001, p.23). Qualquer intervenção humana posterior ao “fechamento” do artefato tecnológico (Pinch e Bijker) é vista como potencialmente negativa, dado que pode levar a que se cometam erros, ao invés de ser considerada de um modo positivo, como uma possibilidade para melhorar os processos e produtos a partir da criatividade do produtor direto.

Os engenheiros ocupam uma posição privilegiada no interior da estrutura de poder industrial. É esse poder relativo, muito mais do que seu treinamento “científico”, o que lhes estimula e lhes permite projetar sistemas que sejam operados por “idiotas”. 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”.

É coerente com nossa observação a afirmação de Noble (2001, p.31), de que 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<sup>5</sup>.

## **QUESTIONANDO A SOCIEDADE DE CLASSES: QUAL SERIA O PAPEL DO ENGENHEIRO NUMA OUTRA SOCIEDADE?**

Acreditamos que o engenheiro pode vir a desempenhar um papel fundamental numa transição rumo a uma sociedade que tenha como meta a satisfação das necessidades humanas, produtora de valores de uso.

Nas aulas da disciplina de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), na Unicamp, temos observado que os estudantes de engenharia têm, como qualquer indivíduo de nossa sociedade, dificuldade em perceber o conteúdo social da ciência e da tecnologia. O que os leva a acreditar que elas são o resultado de motivações estritamente técnicas<sup>6</sup>. Não “entendem” questões relativas à filosofia e às ciências sociais que poderiam contribuir para desvendar o lado social e político da técnica, têm uma noção muito difusa dos aspectos políticos e esquivam-se dos assuntos “econômicos”<sup>7</sup>.

É facilmente perceptível em nosso trabalho docente a velha e mal discutida separação entre as ciências humanas e exatas (ou entre os cientistas “inexatos” e os “inumanos”!). Tudo se passa como se a realidade pudesse ser fragmentada ou como se os problemas que aparecem na realidade concreta viessem identificados com uma etiqueta que indicasse a disciplina que deveria ser responsável pela sua solução.

Fica também patente a visão de senso comum que carregam os alunos acerca da pretensa dissociação 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 capitalistas. Nossa percepção é de que foi a ciência moderna - aquele conhecimento que nasceu com o capitalismo - que “sacramentou” uma separação que reserva aos proprietários dos meios de produção o “monopólio” do trabalho intelectual e condena os que têm que vender sua força de trabalho a uma vida inteira de trabalho manual na qual utilizam uma parte ínfima de sua

capacidade inata de refletir e criar. Essa naturalização da separação entre trabalho manual e intelectual confere uma pretensa superioridade intelectual aos proprietários dos meios de produção. O que contribui para legitimar a exploração, uma vez que os trabalhadores, ao sequer se questionarem acerca de seu papel social subordinado, o aceitam como sendo causada pela sua “pouca qualificação”.

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

No nosso entender, parece não haver soluções de curto prazo para o redesenho ou reprojetoamento da tecnologia capitalista. Não que a ação seja impossível, mas que para iniciá-la seria necessária uma mudança no processo de formação dos engenheiros. Aquele em que hoje ele se encontra envolvido não lhe proporciona elementos para projetar soluções tecnológicas alternativas às convencionais.

Temos observado que mesmo os engenheiros de “coração vermelho” possuem a “mente cinzenta”. Isto é, mesmo aqueles que, com o coração, se engajam na construção de um novo estilo de desenvolvimento sócio-econômico, não conseguem atuar coerentemente com seus valores. O conhecimento armazenado em suas mentes (que lhes foi “vendido” como neutro, universal, técnico, que apenas busca a eficiência) foi gerado num ambiente excludente e impregnado por preconceitos, valores morais e interesses econômicos que promovem a permanência e legitimação do capitalismo. Em consequência, não percebem que, por meio de processos de realimentação intermediados pela sua própria ação, eles contribuem involuntariamente para a crescente desagregação social, desigualdade econômica e deterioração ambiental que estamos presenciando.

Frente a isso, temos chamado atenção para a necessidade de que esse conflito entre o “coração vermelho” e a “mente cinzenta” seja internalizado e possa explicitar o comportamento quase esquizofrênico que podem vir a ter esses engenheiros e pesquisadores (DAGNINO, 2004).

Sobre a ideologia, é necessário reconhecer que, por mais que exista uma que é dominante, há sempre uma disputa. Infelizmente ao lado dos donos dos meios de produção que são responsáveis pela orientação do

desenvolvimento da C&T, está a maioria dos professores, pesquisadores e formadores de opinião.<sup>8</sup>

A consciência de que um estilo de desenvolvimento alternativo não pode prescindir de uma base cognitiva distinta da que hoje sustenta o estilo dominante, levaria o engenheiro de coração vermelho a perceber que ele não tem outro remédio que aceitar o difícil desafio de “contaminar” os ambientes de trabalho e de pesquisa (de onde deverá surgir o substrato cognitivo alternativo) com os valores e interesses coerentes com este novo estilo: cooperação e solidariedade versus controle e subordinação, sustentabilidade versus degradação ambiental, equidade versus competição etc. E com interesses coerentes com o estilo alternativo. Isto é, com os interesses dos que vendem a sua força de trabalho versus aquele dos que são proprietários dos meios de produção, das classes subalternas versus o das elites econômicas e de poder, das pequenas empresas e cooperativas versus o das transnacionais etc. A idéia, então, é que esses valores e interesses venham a servir como orientação para sua ação enquanto profissionais engajados na pesquisa e na produção.

Mas, o que fazer imediatamente, no curto prazo? Como proceder quando uma cooperativa demanda uma tecnologia distinta da convencional (DAGNINO, 2004)? Que fazer quando um programa de inclusão social do governo solicita um curso de capacitação para seus beneficiários que lhes permita a geração de seus próprios postos de trabalho fora do circuito formal da economia que cada vez mais funciona com a lógica do “crescimento sem emprego”? Como responder a uma fundação de amparo à pesquisa que se dispõe a financiar projetos coerentes com os princípios do que estamos referindo como estilo alternativo de desenvolvimento quando ela nos pergunta que orientação “concreta” deve colocar no edital para os grupos potencialmente interessados? Como propor uma agenda de pesquisa nas instituições públicas que seja coerente com a idéia de Economia Solidária? Que dizer aos alunos de “coração vermelho” que participam nas Incubadoras Tecnológicas de Cooperativas Populares (ITCP) das universidades brasileiras quando perguntam como resolver um problema de uma cooperativa de modo coerente com as restrições de recursos materiais e humanos que apresentam e com os princípios da solidariedade, da autogestão, etc?

A verdade que temos que reconhecer é que não sabemos! E é isto o que temos sistematicamente respondido. De fato, se pedirmos a um engenheiro que projete uma tecnologia, ele vai fazê-lo com as ferramentas que conhece, de acordo com o marco analítico-conceitual de que dispõe. Que é aquele predominante no ambiente em que foi formado. O que cai fora desse marco - a tal tecnologia coerente com o estilo alternativo de desenvolvimento - não tem solução. E a tecnologia que pedimos não tem como ser projetada. Se ele não sabe como introduzir na sua “planilha de cálculo”, aquela com a qual está acostumado a trabalhar, os parâmetros e algoritmos técnicos e econômicos associados ao “custo” de condenar um trabalhador há trinta anos de “trabalho forçado” numa fábrica em que ele apenas “aperta botões”, do custo do desemprego, da degradação ambiental, da obsolescência planejada, do controle predatório da mão-de-obra, etc. ele não conseguirá atender a nossa demanda.

O que sabemos, e temos dito, é que para dar resposta àquelas perguntas temos que desconstruir o marco analítico-conceitual que “herdamos” e reconstruir um novo, que permita a consideração dos valores e interesses que conformam o novo estilo de desenvolvimento de que estamos tratando. É claro que quando nos referimos a essas duas operações - de desconstrução e reconstrução - não estamos querendo aludir a algo assim como estágios diacrônicos e autocontidos ou sucessivos.

Estamos, isto sim, propondo uma sucessão de momentos, iterativos, interativos, interpenetrados e realimentados, em que operações de desconstrução e reconstrução sejam realizadas ao mesmo tempo em que o marco analítico-conceitual em processo de paulatina transformação (já que ele será diferente daquele que “herdamos”) se mantenha em utilização. Conceitos, critérios, relações, fatos estilizados, algoritmos, variáveis e parâmetros terão que ser especialmente concebidos para ir tornando a “planilha de cálculo” dos engenheiros flexível, permeável e coerente com os novos valores e interesses.

Para explicar a situação em que estamos, o quanto falta caminhar (ou “nadar”) para desconstruir o modelo cognitivo hegemônico e construir um modelo alternativo, vamos reproduzir aqui uma narrativa que concebemos numa de nossas aulas.

Depois de um naufrágio, uma pessoa que se agarrou a uma tábua do casco que estava abaixo da linha de flutuação do barco, impregnada de água, e que está afundando, encontra alguém que lhe diz: *“Nade até aqui, segure-se nesta tábua que estava seca. Vamos nadar até aquelas outras que estão boiando ali. Podemos juntá-las e fazer uma jangada. E se encontrarmos um pano, improvisar uma vela. E pelo que ouvi de um marinheiro, existe uma ilha aqui perto...”* Ao que o primeiro responde, quase se afogando, mas sem coragem de abandonar o “modelo cognitivo” que ele sabe que vai levá-lo junto para o fundo do mar: *“Mas você tem certeza que tem uma ilha aqui perto?”*

O que queremos dizer, em síntese, é que, como anuncia o título desta seção, embora o questionamento da sociedade de classes seja necessário, ele está longe de ser suficiente. Ele é apenas o início de nosso percurso. Para chegar à definição do papel do engenheiro numa outra sociedade, e precisar qual deveria ser o processo de formação que os estudantes teriam que seguir, é preciso cobrir uma larga distância. E o pior é que terá que ser “a nado” e “contra a corrente”, o que exige condições de mobilização que demandam um período prévio de debate e difusão das análises sobre o papel que desempenha o engenheiro numa sociedade de classes e sobre a necessidade de reestruturação ou reprojetoamento das forças produtivas capitalistas<sup>9</sup>. Estamos, portanto, frente a um problema que, além de implicar inevitáveis questionamentos ideológicos e políticos, é extremamente complexo, e só pode ser resolvido em longo prazo. O que não implica em confundir longo prazo com gradualismo e reformismo.

Tal como temos elaborado em outros trabalhos, as operações de desconstrução e reconstrução do marco analítico-conceitual “herdado” (que na seção seguinte iremos associar à proposta de adequação sóciotécnica) demandam o questionamento dos modelos cognitivos que utilizamos para entender a relação ciência, tecnologia e sociedade (THOMAS, DAGNINO, 2006) e a crítica às concepções determinista e instrumental da Tecnociência (DAGNINO, NOVAES, 2005).

O que temos dito também a nossos alunos é que quando tivermos feito tudo isso, coletiva e participativamente, ninguém mais vai nos fazer essas perguntas “capciosas” Cada engenheiro vai saber como atacá-las

e, por isso, como resolvê-las. Da mesma forma que hoje se resolve as perguntas que o contexto sócioeconômico atual formula, o novo marco analítico-conceitual será o fundamento cognitivo para a sua solução.

A esse respeito, cabe destacar que, à semelhança de outras construções sociais que constituem a superestrutura ideológica de um modo de produção (capitalista, neste caso) o marco analítico-conceitual que “herdamos” possui uma relação de cumplicidade que decorre de sua longa convivência com outros elementos dessa superestrutura e com a infra-estrutura econômico-produtiva que lhe serve de substrato e que é por ela legitimada e naturalizada. Processos de co-organização sistêmica reiterados ao longo do tempo fazem com que o contexto político-social e econômico só “formule” ao marco analítico-conceitual que ele “construiu” (e que se transformou no “senso técnico comum” e nas “melhores práticas”) aquelas perguntas que ele “sabe” que podem ser resolvidas mediante a aplicação deste marco e dentro dos limites impostos pela sua manutenção<sup>10</sup>.

É bem provável que enquanto nós – pesquisadores, professores e alunos engajados na emancipação humana - estamos “nadando contra a maré” e tentando deslindar as relações sociais que a impedem, muitos desqualifiquem este nosso discurso. Sem falar na mídia, que afirma todos os dias que estamos vivendo na “sociedade do conhecimento”, que estamos numa rota de “progresso ilimitado”, que a tecnologia “avança” inexoravelmente, que estamos descobrindo as curas para as enfermidades, revertendo a degradação ambiental 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<sup>11</sup>.

Mais do que insistir nesse ponto -coisa que já temos feito em outros trabalhos- e ainda que correndo o risco de dificultar a abstração que nos parece necessária, vamos mostrar, com um exemplo, que não é impossível atuar coerentemente com a proposta que estamos defendendo. Lembraremos a atuação contra-hegemônica do engenheiro Mike Cooley (COOLEY, 1987) 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.

No contexto da Guerra Fria, em 1971, ao invés de produzir armas de destruição em massa, os trabalhadores da Cia. Lucas apresentaram um Plano para enfrentar a crise por que passava a empresa, 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 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 do qual participavam 18 mil trabalhadores em 15 fábricas.

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

O plano estava pautado no uso civil e social das potencialidades da indústria aeroespacial. Como a ênfase desta indústria se dá na minimização do tamanho e do peso, havia muito conhecimento aeroespacial que poderia ser aproveitado pela sociedade. Para se ter uma idéia dos resultados, citamos um veículo desenvolvido para ser utilizado por crianças que tinham “coluna bífida” (spina bifida) e outros, como equipamentos médicos, técnicas alternativas de produção de energia, células solares, equipamentos de mineração, de combate a incêndios, etc. Em linhas gerais, a proposta se dedicava à produção de bens civis que gastavam pouca energia, intensivos em mão-de-obra, com que, ademais, não fosse alienante. Eles propuseram *designs* e sistemas de produção para fazer isto.

No seu livro *Architect or Bee?*, Mike Cooley (1987) afirma que “ou nós teremos um futuro no qual, os seres humanos serão reduzidos a um tipo de comportamento de abelha, que apenas se adapta aos sistemas e equipamentos especificados para isso, ou nós teremos um futuro no qual as pessoas, consciente das suas habilidades tecno-políticas, decidam que vão ser os arquitetos de uma forma nova de desenvolvimento tecnológico que aumentará a criatividade humana e significará maior liberdade de expressão”.

O envolvimento dos trabalhadores no processo decisório foi apontado como o que desencadeou a oposição da antiga administração e do Governo Thatcher que sucedeu, opondo-se posteriormente à proposta. E é bem provável que tenha sido assim porque mais do que um exemplo de produção de “bens socialmente úteis” que os trabalhadores de Lucas puderam desenvolver e fabricar eram “perigosos” os exemplos da autonomia e da autogestão que eles estavam dando a outros trabalhadores e engenheiros.

Em todo caso, trata-se de um plano que demonstrou de maneira prática como civis podem mudar os rumos do militarismo e do crescimento do desemprego (WAINWRIGHT; ELLIOT, 1982).

Em 1980, depois de ser demitido da Lucas, Mike Cooley se tornou o diretor da “Technology Division of the Greater London Enterprise Board”, criada para combater o desemprego em Londres. Ele organizou a “London Technology Networks”: redes que ligavam grupos das comunidades, universidades e escolas técnicas para o desenvolvimento de sistemas e produtos ecologicamente desejáveis, que adequados à 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.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atuações contra-hegemônicas que temos observado no ensino da engenharia estão na verdade, na defensiva. Elas tentam fazer uma “gambiarra”: introduzir as modificações mais ou menos semelhantes ao que adotamos neste trabalho que parecem política e academicamente viáveis nos cursos existentes. Isso se manifesta, entre outras, na luta - quase perdida antes mesmo de começar - para a implantação do que denominamos genericamente de disciplinas “ciência, tecnologia e sociedade” (DAGNINO, 2006). A maioria dos professores de engenharia está internalizando (muitos deles de forma inconsciente, e com a maior das boas intenções) as concepções instrumental e determinista da C&T nas “cabeças” dos alunos, de modo adaptado à visão “naturalizada” da

sociedade que outros aspectos da superestrutura ideológica do capitalismo se encarregam de disseminar. Enquanto isso, as disciplinas CTS buscam criticar e desconstruir essas concepções, substituindo-as por uma de natureza crítica.

Vislumbramos algumas saídas efetivas para ir da defensiva rumo a uma ofensiva. Tendo como projeto a construção de um ensino de engenharia alternativo, uma saída seria “inocular” nos nossos professores-pesquisadores uma visão alternativa, crítica, da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade. Assim, ao invés de uma disciplina CTS autocontida, que tenta sozinha “nadar contra a maré”, poderíamos avançar para uma diluição dessa visão crítica no conjunto das disciplinas do currículo e, pouco a pouco, promover uma 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 autogoverno pelos produtores associados, e outras coisas mais que o tempo e o espaço – estas duas dimensões intrínsecas à profissão do engenheiro – não nos permitem seguir apontando.

## NOTAS

- 1 Agradecemos a eles, em especial aos alunos da disciplina de Ciência, Tecnologia e Sociedade da Unicamp, a oportunidade que nos deram de elaborar as idéias apresentadas neste trabalho. E, a dois pareceristas anônimos da Revista, as críticas que levaram a que elas ficassem expostas mais claramente.
- 2 É claro que tudo aquilo a que fazemos referência neste trabalho particularizando para o caso do homem-engenheiro foi pensado como se aplicando também para a mulher-engenheiro (ou engenheira). Não obstante, ouvindo colegas mulheres que o leram, começamos a pensar que talvez isso não seja verdade. E, também, que a mulher-engenheiro possa vir a contribuir com ingredientes essenciais para a superação das situações indesejáveis aqui comentadas.
- 3 É preciso reconhecer que em algumas conjunturas históricas revolucionárias houve uma modificação no papel dos engenheiros na sociedade. Isso pode ser visto, por exemplo, em Portugal (na Revolução dos Cravos) e no Chile (entre 1970-1973), quando alguns engenheiros auxiliaram os trabalhadores na construção da autogestão. Esse tipo de comportamento tem ocorrido mais recentemente em fábricas recuperadas (NOVAES, 2007).
- 4 Ver também Bruno e Laudaes (2000).
- 5 Ainda que num outro contexto e com outro propósito, Simondon, (1969, p. 46-7) parece concordar com essa idéia. Segundo ele, depois de uma fase “precária” dos objetos técnicos, que corresponde a sua configuração, quando dependem da manipulação humana, eles perderiam seu caráter artificial. Passariam, então, a prescindir da proteção de seu criador contra o mundo natural. Ou seja, não precisariam mais que seu criador, ou o engenheiro, se mantivesse monitorando a sua otimização.

Rosenberg (2006, p. 188-9) aborda uma idéia semelhante quando escreve que as características de desempenho de um bem de capital durável não podem ser cabalmente estabelecidas antes que aqueles que o desenvolvem tenham tido uma fase de experiência com ele”.

- 6 Sobre as experiências pioneiras de Educação CTS no Brasil, ver Lisingen (s/d).
  - 7 É preciso salientar que há pontos de contato entre a alienação dos estudantes de engenharia e de outras ciências: sociais, econômicas, etc. em função do momento histórico. As ditaduras militares na América do Sul reforçaram a alienação dos estudantes e seu apartamento em relação a seu povo, à história do seu país, etc. No entanto, os estudantes de engenharia parecem ter estado sempre em condição de desvantagem para “se defender” desse processo e, também, do avanço do pensamento conservador neoliberal que se seguiu. O que pode ser explicado pela quase ausência de espaço no seu curso para uma reflexão crítica sobre os aspectos sócioeconômicos e políticos do contexto em que vivem.
  - 8 É nos anos 1990 que este conflito aparece de forma mais nítida nas universidades públicas. De um lado, os professores consultores reforçaram seus elos com as empresas privadas, em geral corporações multinacionais. Do mesmo lado, mas com um discurso um pouco diferenciado, alguns professores reforçam a ideologia do “empreendedorismo”. De outro, e totalmente na defensiva, outro grupo de engenheiros, em geral com pouco financiamento, procuraram conectar suas pesquisas e projetos de ensino e extensão às necessidades das poucas empresas estatais que restaram ou com com os movimentos sociais, por exemplo, de economia solidária, movimento sem-terra, sem teto, etc na esperança de resgatar a função “pública” de algumas instituições estatais. Sobre isso, ver Novaes (2008).
  - 9 Para saber mais sobre a necessidade de reestruturação das forças produtivas, ver Dagnino e Novaes (2005). Este artigo contrasta as visões de um dos profissionais brasileiros mais respeitados (por nós, inclusive) envolvidos com a economia solidária e a autogestão - Paul Singer - com a de um pesquisador estrangeiro também bastante conhecido e acima de qualquer suspeita - István Mészáros -, sobre as forças produtivas e pode ajudar os engenheiros a se “libertar” da visão neutra e determinista da tecnologia.
- O'Donnell (1981), ao explicar o caráter do Estado contemporâneo a partir das características do modo de produção capitalista, proporciona elementos que valeria a pena utilizar para entender a relação entre o marco analítico-conceitual “herdado” e este modo de produção. Ele evidencia, entre outras coisas, esse tipo de cumplicidade que, no caso que ele aborda, se estabelece entre o Estado e as relações sociais de produção capitalista cuja manutenção, legitimação e naturalização é sua função garantir. Explica, também que este Estado é o resultado de um processo de tentativa e erro, desprovido (ao contrário do que muitos acreditam) de uma “racionalidade” superior. Um terceiro ente que se desprende das duas classes – capitalistas e assalariados – que formam o tecido social desse modo de produção e se vai constituindo ao longo de ajustes sucessivos conduzidos no âmbito de um contínuo enfrentamento social marcado pelo antagonismo intrínseco que ele é destinado a controlar mediante sua própria conformação.
- Note-se, a este respeito, que 70% do que hoje se gasta em pesquisa no mundo é gasto empresarial e que, deste total, 70% é de empresas transnacionais. O fato de que 50% do que hoje se gasta em pesquisa no mundo seja de responsabilidade de transnacionais mostra a debilidade desse argumento.

## REFERÊNCIAS

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.

BRUNO, L.; LAUDARES, J. B. (Orgs.). **Trabalho e formação do engenheiro**. Belo Horizonte: Fumarc, 2000.

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. A tecnologia social e seus desafios. 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 <http://www.redetecnologiasocial.net/>).

DAGNINO, R.; NOVAES, H. T. Adequação Sócio-Técnica e Tecnologia Social. In: **X Encontro Nacional de Economia Política**, maio de 2005, Campinas, CD-Rom.

DAGNINO, R. **Conversa com um engenheiro que foi a Cuba**. DataGramaZero - **Revista de Ciência da Informação**. Disponível em [http://www.dgz.org.br/fev06/Art\\_03.htm](http://www.dgz.org.br/fev06/Art_03.htm)

DAGNINO, R.; NOVAES, H. T. As forças produtivas e a transição ao Socialismo: contrastando as concepções de Paul Singer e István Mészáros. **Revista Organizações & Democracia**, Unesp, Marília, vol. 8, n.1/2; 2007, p.23-46.

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 <http://www.redetecnologiasocial.net/>).

FEENBERG, A. **Transforming technology**. Oxford: Oxford University Press, 2002.

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.

NOVAES, H. T. **O Fetiche da Tecnologia – a experiência das fábricas recuperadas**. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

NOVAES, H. T. **Reféns na cidadela inimiga: sobre as dificuldades de sobrevivência da esquerda universitária diante do avanço da barbárie social**. Campinas, impresso, 2008.

O'DONNELL, G. **Anotações para uma teoria de Estado**. São Paulo, **Lua Nova** nº 4, 1981.

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa-preta**. Campinas: Ed. Unicamp, 2006.

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.

SHIROMA, E. O. Novos modelos de produção: trabalho e pessoas. **Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo**, São Paulo, v. 10, p. 197-200, 1999.

SIMONDON, **Du mode d´existence des objets techniques**. Paris: Aubier Montaigne, 1969.

THOMAS, H.; DAGNINO, R. Efectos de transducción: una nueva crítica a la transferencia acrítica de conceptos y modelos institucionales. **Ciencia, Docencia y Tecnología**, 16(31), Parana, Argentina. p.9-46, 2006.

WAINWRIGHT, H.; ELLIOT, D. **The Lucas Plan: A New Trade Unionism in the Making?**. London: Allison & Busby, 1982.

WINNER, L. Social Constructivism: Opening the Black Box and Finding It Empty, **Science as Culture**, Vol. 3, part 3, no. 16, pp. 427-452. 1993.