

Biblioteca Anarquista



Por uma Tecnologia Libertária

Murray Bookchin

Murray Bookchin
Por uma Tecnologia Libertária
Maio 1965

Adquirido de em 18/02/2021 de <https://theanarchistlibrary.org/library/lewis-herber-murray-bookchin-towards-a-liberatory-technology>

Lewis Herber é um pseudônimo de Murray Bookchin. Traduzido do inglês por Libélula Nunes

bibliotecaanarquista.org

Maio 1965

Conteúdo

TECNOLOGIA E LIBERDADE	5
AS POTENCIALIDADES DA TECNOLOGIA MODERNA	12
AS NOVAS TECNOLOGIAS E A ESCALA HUMANA	22
O USO ECOLÓGICO DA TECNOLOGIA	28
TECNOLOGIA PARA A VIDA	44

mesquinhos, uma comunidade liberada não tentará dominar à outra pois ela tem o monopólio potencial do cobre, "experts" de computador não tentarão enjaular os macacos enlabuzados, e novelas sentimentais sobre virgens donzelas tuberosas e inalcançáveis não serão escritas. Nós podemos apenas pedir uma coisa dos homens e mulheres livres do futuro: perdoem-nos que tenha levado tanto tempo e que tenha sido tão difícil. Como Brecht, nós podemos pedir que não pensem de nós tão duramente, que nos deem sua simpatia e compreensão, pois vivemos nas profundezas do inferno social.

Mas, então, eles certamente saberão o que pensar sem que precisemos dizê-los nada.

[1]. N.T. Hino grego em homenagem a Apolo e Diana

das muitas atividades econômicas nas quais ela iria se envolver - parte de uma área econômica maior, aperfeiçoada, orgânica. O mesmo valeria para comunidades cujo clima seja mais adequado para o cultivo de comidas especiais ou cujos recursos sejam raros e de valor único para a sociedade como um todo. Toda comunidade iria aproximar uma autarquia local ou regional. Ela buscaria atingir a totalidade, pois a totalidade produz homens completos, aperfeiçoados que vivem em relação simbiótica com seu ambiente. Mesmo se uma porção substancial da economia cair na esfera da divisão nacional do trabalho, o peso econômico mais significativo da sociedade iria ainda assim repousar com a comunidade. Se não ocorrer distorção das comunidades, não haverá sacrifícios de qualquer parte da humanidade para os interesses da humanidade como um todo.

Um senso básico de decência, simpatia e ajuda mútua fica no centro do comportamento humano. Mesmo nesta sociedade burguesa não achamos incomum que adultos resgatem crianças do perigo mesmo que isso arrisque suas vidas; não achamos estranho que mineiros, por exemplo, arrisquem suas vidas para salvar seus companheiros trabalhadores na caverna ou que soldados rastejem sob fogo pesado para carregar camaradas feridos para a segurança. O que tende a nos chocar são as situações nos quais a ajuda é recusada - quando o choro de uma menina que foi esfaqueada e está sendo assassinada são ignorados numa vizinhança de classe média.

Ainda assim não há nada nessa sociedade que pareça garantir uma molécula de solidariedade. A solidariedade que encontramos existe apesar da sociedade, contra todas as expectativas, como uma luta sem fim entre a decência inata do homem e a indecência inata da sociedade. Podemos imaginar como as pessoas iriam se comportar se essa decência fosse tornada livre, se a sociedade ganhasse o respeito, mesmo o amor, do indivíduo? Nós ainda somos a cria de uma história violeta, sanguinária, ignóbil - os produtos finais da dominação do homem pelo homem. Nós talvez nunca cheguemos ao fim dessa condição de dominação. O futuro pode muito bem trazer a nós e nossa sociedade barata uma *Gottterdammerung* Wagneriana. Quão idiota seria! Mas também podemos acabar com a dominação do homem pelo homem. Podemos finalmente obter sucesso em romper as correntes do passado e atingir uma sociedade humanista, anarquista. Não seria o máximo do absurdo, na verdade da indecência, medir o comportamento das gerações futuras pelos próprios critérios que nós desprezamos em nosso próprio tempo? Os homens livres não serão

Nunca desde os dias da Revolução Industrial as atitudes populares sobre a tecnologia flutuaram tão nitidamente como nas últimas décadas. Durante a maior parte dos anos 20, e mesmo nos anos 30, a opinião pública geralmente recebeu com boas vindas a inovação tecnológica e identificou o bem estar do homem com os avanços industriais do período. Este foi um período onde os apologistas Soviéticos podiam justificar os métodos brutais e crimes terríveis de Stálin meramente o descrevendo como o "industrializador" da Rússia moderna. Este foi também o período onde a crítica mais efetiva da sociedade capitalista se sustentava nos fatos brutais da estagnação econômica e tecnológica nos Estados Unidos e na Europa Ocidental. Para muitas pessoas parecia haver um relação direta, unívoca entre avanços tecnológicos e progresso social; um fetichismo pela palavra "industrialização" desculpava os planos e programas econômicos mais abusivos.

Hoje, consideraríamos essas atitudes ingênuas. Exceto talvez pelos técnicos e cientistas que desenvolvem o "hardware", o sentimento da maior parte das pessoas a respeito da inovação tecnológica pode ser descrito como esquizóide, dividido entre o medo atormentador da extinção nuclear por um lado, e um anseio por abundância, lazer e segurança em outra. A tecnologia, também, parece em contradição consigo mesma. A bomba é colocada contra o reator nuclear, o míssil intercontinental contra o satélite de comunicações. A mesma disciplina tecnológica tende a aparecer tanto como algoz quanto como amiga da humanidade, e mesmo ciências tradicionalmente orientadas ao humano, como a medicina, ocupam uma posição ambivalente - testemunhas das promessas de avanços nas quimioterapia e das ameaças criadas pela pesquisa em guerra biológica.

Não é tão surpreendente descobrir que a tensão entre a promessa e a ameaça é crescentemente resolvida em favor da ameaça por uma vulgar rejeição da tecnologia. Cada vez mais, a tecnologia é vista como demônio, imbuída de uma vida própria sinistra, que provavelmente mecanizará o homem se falhar em exterminá-lo. O profundo pessimismo que esta visão produz é frequentemente tão simplista quanto o otimismo que prevaleceu nas décadas anteriores. Há um perigo muito real de perdermos nossa perspectiva sobre a tecnologia, negligenciando suas tendências libertárias e, o que é pior, nos submetamos fatalmente ao seu uso para fins destrutivos. Se não vamos sucumbir à paralisia por esta nova forma de fatalismo social, um balanço deve ser atingido.

O propósito deste artigo é explorar três questões. Qual é o potencial libertário da tecnologia moderna, tanto material quanto espiritualmente? Que tendências, se alguma, estão remodelando a máquina para uso em uma sociedade orgânica, humanamente orientada? E finalmente, como as novas tecnologias e recursos podem ser usadas de forma ecológica - isto é, para promover o equilíbrio da natureza, o desenvolvimento total de regiões naturais, e a criação de comunidades orgânicas, humanísticas?

A ênfase nas observações acima deve ser colocada na palavra "potencial". Não faço alegações de que a tecnologia seja necessariamente libertária ou consistentemente benéfica ao desenvolvimento do homem. Mas certamente não acredito que o homem está destinado a ser escravizado pela tecnologia e por modos de pensamento tecnológicos. Ao contrário, tentarei mostrar que um modo de vida orgânico privado de sua componente tecnológica seria tão disfuncional como um homem privado de seu esqueleto. A tecnologia deve ser vista como a base estrutural de suporte de uma sociedade; ela é literalmente a armação de uma economia e das instituições sociais.

cada uma dessas premissas estão as instituições que as implementam - escritórios, milhões de funcionários, formulários, imensas torres de papel, escritórios, máquinas de escrever, telefones e, é claro, filas e filas de armários de escritório. Como nas novelas de Kafka, estas coisas são reais mas estranhamente parecem tiradas de um sonho, sombras indefinidas no horizonte social. A economia é mais real e é facilmente dominada pela mente e pelos sentidos, mas é também altamente intrincada - se nós assumirmos que botões devem ser estilizados em mil diferentes formas, tecidos variados em um número sem fim de padrões que criam a ilusão de inovação e novidade, banheiros repletos de uma variedade estonteante de loções e produtos farmacêuticos, e cozinhas atulhadas com um número sem fim de facilidades estúpidas. Se nós substituirmos todo esse lixo odioso por um ou dois bens de alta qualidade nas categorias mais úteis e se eliminarmos a economia monetária, o poder estatal, o sistema de crédito, a papelada e o trabalho policial necessário para manter à força a sociedade num estado de necessidade, insegurança e dominação, a sociedade iria não apenas se tornar razoavelmente humana mas também bastante simples.

Não é minha intenção ignorar o fato de que atrás de uma única jarda de cabo elétrico de alta qualidade reside uma mina de cobre, o maquinário para operá-la, a planta para produzir o material de isolamento, a fundição de cobre e o complexo de conformação, o sistema de transporte para distribuir a fiação - e atrás de cada um desses complexos mais minas, plantas, indústrias de bens de produção e assim por diante. As minas de cobre, certamente do tipo que pode ser explorado pelas máquinas existentes, não são encontradas por toda a parte, embora haja suficiente cobre e outros metais úteis que podem ser recuperados dos rejeitos da presente sociedade para prover as gerações futuras como tudo o que elas precisam. Mas vamos assumir que o cobre caia na categoria relevante de materiais que só podem ser fornecidos por um sistema nacional de distribuição. Em que sentido precisaria haver uma divisão de trabalho no sentido corrente do termo? Não há necessidade nenhuma. Primeiro, o cobre pode ser distribuído, junto a outros bens, entre comunidades livres, autônomas, sejam essas as que o extraem ou necessitam. Este sistema de distribuição não precisa requerir a mediação de instituições centralizadas burocráticas. Segundo, e talvez mais significativo, uma comunidade que vive em uma região com amplos recursos de cobre não precisa se tornar uma mera comunidade de mineração. A mineração de cobre pode ser uma

tadas; elas se tornariam produtos de indivíduos aperfeiçoados, criativos e os presentes de subjetividades integradas, desenvolvidas.

Uma tecnologia para a vida poderia cumprir um papel vital na integração entre as comunidades. Redimensionada para um renascimento do artesão e uma nova concepção dos bens materiais, a tecnologia também poderia funcionar como os tendões da confederação. Uma divisão de trabalho nacional e a centralização industrial são perigosas pois a tecnologia começa a transcender a escala humana; ela se torna crescentemente incompreensível e se curva à manipulação burocrática. Na medida em que um distanciamento do controle comunitário ocorra em termos reais e materiais (tecnológica e economicamente), instituições centralizadas adquirem poder real sobre as vidas do homem e ameaçam se tornar fontes de coerção. Uma tecnologia para a vida deve ser baseada na comunidade; ela deve ser adaptada para a comunidade e para o nível regional. Neste nível, porém, o compartilhamento de fábricas e recursos poderia na verdade promover a solidariedade entre os grupos comunitários; ela poderia servir para confederá-las na base não apenas de interesses comuns espirituais e culturais mas também de necessidades compartilhadas. Dependendo dos recursos e particularidades das regiões, um equilíbrio racional, humano, poderia ser obtido entre autarquia, confederação industrial e divisão nacional do trabalho.

Seria a sociedade tão "complexa" que a civilização avançada industrial está em contradição com a tecnologia para a vida descentralizada? Minha resposta para essa questão é um não categórico. Muito da "complexidade" social de nosso tempo se origina na papelada, na administração, manipulação e constante desperdício da empresa capitalista. A pequena burguesia se admira do sistema burguês de administração - as colunas de armários preenchidos com recibos, livros de contabilidade, apólices de seguro, declarações de imposto de renda e inevitáveis dossiês. Ela é enfeitiçada pela "expertise" dos gestores industriais, engenheiros, definidores de tendências, operadores financeiros, e os arquitetos do consentimento do mercado. Ela é totalmente mistificado pelo Estado - a polícia, as cortes, prisões, escritórios federais, secretarias, todo o corpo fétido de coerção, controle e dominação. A sociedade moderna é incrivelmente complexa, complexa mesmo além da compreensão humana, se nós aceitamos suas premissas - propriedade, "produção pela necessidade da produção", competição, acumulação de capital, exploração, finanças, centralização, coerção, burocracia e a dominação do homem pelo homem. Ligadas a

TECNOLOGIA E LIBERDADE

O ano de 1848 se destaca como o ponto de virada na história das revoluções modernas. Este foi o ano em que o Marxismo fez sua estreia como ideologia distinta nas páginas do Manifesto Comunista, e quando o proletariado, representado pelos trabalhadores Parisienses, estreou como força política distinta nas barricadas de Junho. Também poderia ser dito que 1848, um ano próximo à marca mediana do século dezanove, representa a culminação da tecnologia à vapor tradicional iniciada pelo motor de Newcomen um século e meio antes.

O que nos surpreende sobre esta convergência de marcos ideológicos, políticos e tecnológicos é a extensão a qual o Manifesto Comunista e as barricadas de Junho estavam avançadas com relação a seu tempo. Na década de 1840, a Revolução Industrial se centrava em três áreas da economia: produção têxtil, de ferro e transportes. As invenções da máquina de fiar de Arkwright, da máquina a vapor de Watt e do tear mecânico de Cartwright tinham finalmente trazido o sistema fabril à indústria têxtil; enquanto isso, um número de inovações surpreendentes na tecnologia de produção de ferro garantia o suprimento de metais de alta qualidade e a baixo custo necessário para sustentar a expansão fabril e ferroviária. Mas estas inovações, importantes como foram, não foram acompanhadas por mudanças comensuradas nas outras áreas de tecnologia industrial. Por um lado, pouco motores a vapor estavam classificados acima de quinze cavalos de potência, e os melhores alto-fornos forneciam pouco mais de cem toneladas de ferro por semana - uma fração das milhares de toneladas produzidas diariamente por fornos modernos. Mais importante, as áreas restantes da economia não tinham ainda sido significativamente afetadas pela inovação tecnológica. As técnicas de mineração, por exemplo, tinham mudado pouco desde os dias da Renascença. O mineiro ainda trabalhava a superfície do minério com picaretas e pés-de-cabra, e bombas de dreno, sistemas de ventilação e técnicas de içagem não tinham

melhorado muito com relação às descrições que encontramos no clássico de Agricola sobre mineração escrito três séculos antes. A agricultura estava apenas emergindo de seu sono de séculos. O peso da tradição e do conservadorismo era tão pesado, de fato, que a maior parte da colheita ainda era feita à mão, apesar de a máquina de ceifar mecânica ter sido desenvolvida tão cedo como 1822. As construções, mesmo massivas e repletas de decorações, eram levantadas primariamente por força muscular bruta; polias e guinchos ainda ocupavam o centro mecânico da obra. O aço ainda era um metal relativamente raro: tão tarde como 1850 ele ainda custava \$250 por tonelada e, até a descoberta do processo Bessemer, as técnicas de produção de aço estavam estagnadas a séculos. Finalmente, apesar de ferramentas de precisão terem avançado a passos largos, é interessante notar que os esforços de Charles Babbage para construir um sofisticado computador mecânico foram frustrados pelas técnicas mecânicas inadequadas do período.

Revisei esses desenvolvimentos tecnológicos pois tantos suas promessas como suas limitações exerceram influências profundas no pensamento revolucionário do século XIX. As inovações nas tecnologias têxteis e de produção de ferro forneceram um novo sentido de progresso, de fato um novo estímulo, para o pensamento socialista e Utopico. Parecia ao teórico revolucionário que pela primeira vez na história ele poderia ancorar seu sonho de uma sociedade libertária na perspectiva visível de abundância material e mais lazer para a massa da humanidade. O socialismo, os teóricos argumentavam, poderia ser baseado no interesse próprio ao invés da duvidosa nobreza de mente e espírito do homem. A inovação tecnológica tinha transmutado o ideal socialista de uma vaga esperança humanitária em um programa prático.

Esta praticabilidade recém adquirida compeliu muitos teóricos socialistas, particularmente Marx e Engels, a enfrentar as limitações tecnológicas de seu tempo. Eles se deparavam com uma questão estratégica: em todas as revoluções prévias, a tecnologia ainda não tinha se desenvolvido a um nível no qual o homem poderia ser liberado da carência material, da labuta e da luta pelas necessidades da vida. Tão brilhantes e elevados que fossem os ideais revolucionários do passado, a vasta maioria das pessoas, oprimidas pela carência material, tinham de deixar o palco da história depois da revolução, retornar ao trabalho, e entregar a gestão da sociedade para uma nova classe ociosa de exploradores. De fato, qualquer tentativa de equalizar a riqueza da sociedade a um baixo nível de desenvolvimento

produtos, especialmente daqueles destinados ao uso pessoal, seja deixada para a comunidade. A máquina pode absorver a labuta envolvida na mineração, fundição, transporte e conformação da matéria bruta, deixando os estágios finais de artifício e arte para o indivíduo. A maior parte das pedras que fazem uma catedral medieval foi cuidadosamente esquadrada e padronizada para facilitar seu posicionamento e ligação - uma tarefa ingrata, repetitiva e entediante que pode agora ser feita rapidamente e sem esforços por máquinas modernas. Uma vez que os blocos de pedra foram colocados em seus lugares, o artesão faz sua aparição; a labuta foi substituída pelo trabalho humano criativo. Numa comunidade liberada a combinação de máquinas industriais e de ferramentas de artesanato poderia chegar a um nível de sofisticação e interdependência criativa sem paralelos em qualquer período da história humana. A visão de William Morris de um retorno à produção artesanal poderia ser liberada de suas nuances nostálgicas. Nós poderíamos verdadeiramente falar de um avanço qualitativamente novo na técnica - uma tecnologia para a vida.

Tendo adquirido um respeito vitalizador pelo ambiente natural e seus recursos, a comunidade livre descentralizada iria dar uma nova interpretação à palavra "necessidade". O "domínio da necessidade" de Marx, ao invés de se expandir indefinidamente, iria tender a contrair; necessidades seriam humanizadas e dimensionadas por uma valorização maior da vida e da criatividade. A criatividade e a arte iriam suplantam a ênfase corrente em quantidade e padronização; a durabilidade iria substituir a ênfase corrente em descartabilidade; uma economia de coisas valorizadas, santificadas pelo senso de tradição e maravilhamento pela personalidade e arte das gerações passadas iria substituir a renovação sazonal estúpida de mercadorias; as inovações seriam feitas com uma sensibilidade para as inclinações naturais do homem ao invés da engenharia que polui seus gostos pela mídia de massas. A conservação iria substituir o lixo em todas as coisas. Liberado da manipulação burocrática, o homem iria redescobrir a beleza de uma vida material mais simples, sem entulhos desnecessários. Vestimentas, dieta, móveis e casas iriam se tornar mais artísticos, mais personalizados e mais Espartanos. O homem iria recuperar um senso de que as coisas são para o homem, ao invés de serem impostas sobre ele. O ritual repulsivo de barganha e pechincha iria ser substituído pelos atos sensíveis de criação e presenteamento. As coisas cessariam de ser os apoios de um ego empobrecido e mediadoras entre personalidades abor-

e pelas contradições que perturbam a burocracia. Cada geração precisa ser assimilada novamente, e cada vez com resistência explosiva. A burocracia, em retorno, nunca vive o seu próprio ideal técnico. Congestionada por mediocridades, ela se desvia continuamente. Seu julgamento se atrasa frente às situações; insensata, ela sofre de inércia social e é sempre atingida pela aleatoriedade. Quaisquer fissuras que se insinuem na máquina social são abertas pelas forças da vida.

Como podemos curar a fratura que separa os homens vivos das máquinas mortas sem sacrificar homens ou máquinas? Como podemos transformar uma tecnologia para sobrevivência em uma tecnologia para vida? Responder qualquer dessas questões com certezas Olímpicas seria idiota. O homem libertado do futuro vai escolher entre uma grande variedade de estilos de trabalho mutuamente exclusivos ou combinados, todos baseados em inovações tecnológicas sem precedentes. Ou esses humanos podem simplesmente se apoiar sobre o corpo da tecnologia. Eles podem submergir a máquina cibernética num submundo tecnológico, o divorciando totalmente da vida social, da comunidade e da criatividade. Escondidas da sociedade, as máquinas iriam trabalhar para o homem. Comunidades livres iriam se apoiar no fim de uma linha de produção cibernética com cestas para levar os bens para casa. A indústria, como o sistema nervoso autônomo, iria trabalhar por si mesma, sujeita ao tipo de reparos que os nossos próprios corpos necessitam em circunstâncias ocasionais de doença. A fratura separando homem de máquina não seria curada. Seria simplesmente ignorada.

Ignorar a tecnologia, é claro, não é uma solução. O homem estaria fechando uma experiência humana vital - o estímulo da atividade produtiva, o estímulo da máquina. A tecnologia pode cumprir um papel vital na formação da personalidade do homem. Toda arte, como Lewis Mumford argumentou, tem seu lado técnico, requerindo a auto-mobilização da espontaneidade em ordem expressada e provendo contato com o mundo objetivo durante os momentos de mais êxtase da experiência.

Uma sociedade liberada, acredito, não irá negar a tecnologia precisamente porque ela é liberada e pode encontrar um equilíbrio. Ela poderia muito bem assimilar a máquina no artesanato artístico. Por isso quero dizer que a máquina removerá a labuta do processo produtivo, deixando sua compleção artística ao homem. A máquina, em efeito, irá participar na criatividade humana. Não há razões pelas quais o maquinário automático, cibernético, não possa ser usado de forma que a finalização dos

tecnológico não teria eliminado a carência, mas meramente a transformado em uma característica geral da sociedade como um todo, recriando então todas as condições para uma nova luta pelos aspectos materiais da vida, por novas formas de propriedade, e eventualmente por um novo sistema de dominação de classe. Um desenvolvimento das forças produtivas é a "premissa prática absolutamente necessária [do comunismo]", escreveram Marx e Engels em 1846, "pois sem ela a carência é generalizada, e com a carência a luta pelas necessidades e todos os negócios imundos seriam necessariamente reproduzidos".

Virtualmente todas as Utopias, teorias e programas revolucionários do começo do século XIX se depararam com os problemas da necessidade - de como alocar o trabalho e os bens materiais num nível de desenvolvimento tecnológico relativamente baixo. Esses problemas permearam o pensamento revolucionário de maneira comparável somente aos impactos do pecado original na teologia Cristã. O fato que os homens tivessem que dedicar uma porção substancial de seu tempo na labuta, para a qual eles teriam escassos retornos, formou a premissa principal de toda ideologia socialista - autoritária e libertária, Utopica e científica, Marxista e anarquista. Implícita na notação Marxista de uma economia planejada estava o fato, incontestavelmente claro nos dias de Marx, que o socialismo ainda teria de carregar o fardo da escassez de recursos. O homem teria de planejar - de fato, restringir - a distribuição de bens e teria de racionalizar - de fato, intensificar - o uso de trabalho. A labuta, sob o socialismo, seria um dever, uma responsabilidade à qual todos os indivíduos capazes teriam de se submeter. Mesmo Proudhon promoveu essa visão dura quando escreveu: "Sim, a vida é uma luta. Mas esta luta não é entre homem e homem; é entre o homem e a Natureza; e é dever de cada um tomar parte nela.". Esta ênfase austera, quase bíblica, na luta e no dever refletem a qualidade severa do pensamento socialista durante a Revolução Industrial.

O problema de lidar com a carência e o trabalho - um problema da antiguidade perpetuado pela nascente Revolução Industrial - produziu a grande divergência nas ideias revolucionárias entre o socialismo e o anarquismo. A liberdade seria delimitada pela necessidade no evento de uma revolução. Como esse mundo de necessidade seria "administrado"? Como seriam decididas a alocação de bens e deveres? Marx deixou esta decisão ao poder estatal, um poder transicional e "proletário", é verdade, mas ainda assim substanciado num corpo coercivo, estabelecido acima da

sociedade. De acordo com Marx, o Estado iria "definhar" conforme a tecnologia se desenvolvesse e alargasse o domínio da liberdade, garantindo à humanidade a abundância material e o ócio para controlar seus negócios diretamente. Este estranho cálculo, no qual necessidade e liberdade são mediados pelo Estado, diferia politicamente muito pouco do lugar comum da opinião radical democrático-burguesa no último século. A esperança anarquista pela abolição do Estado, por outro lado, se repousava largamente na crença na viabilidade dos instintos sociais do homem. Bakunin, por exemplo, pensava que os costumes iriam compelir os indivíduos com inclinações antissociais a agir de acordo com os valores e necessidades coletivistas sem obrigar a sociedade a usar da coerção. Kropotkin, que exerceu mais influência entre os anarquistas nesta área de especulação, invocou a propensão por ajuda mútua - essencialmente um instinto social - como a garantidora da solidariedade na comunidade anarquista (um conceito que ele derivou de seu estudo da evolução animal e social).

O fato permanece, entretanto, que em ambos os casos - o Marxista e o anarquista - a resposta ao problema da escassez e do trabalho foi atravessada por ambiguidades. O domínio da necessidade estava brutalmente presente; ele não poderia ser descartado meramente por teorias e especulações. Os Marxistas podiam esperar administrar a necessidade por meio do Estado, e os anarquistas, a lidar com ela por meio de comunidades livres, mas dadas as limitações do desenvolvimento tecnológico do último século, em última análise as duas escolas dependiam de um ato de fé para lidar com o problema da escassez e do trabalho. Os anarquistas podiam argumentar contra os Marxistas que qualquer Estado transicional, por mais revolucionário em sua retórica e democrático em sua estrutura, seria auto-perpetuante; ele iria tender a se tornar um fim em si mesmo e a preservar as próprias condições materiais e sociais que ele fora criado para remover. Para esse Estado "definhar" (isto é, promover sua própria dissolução) seria necessário que seus líderes e burocratas fossem pessoas de qualidades morais superhumanas. Os Marxistas, por outro lado, poderiam invocar a história para mostrar que os costumes e propensões mutualistas nunca foram barreiras efetivas às pressões da necessidade material, ou à investida da propriedade, ou ao desenvolvimento da exploração e dominação de classe. De acordo, eles desconsideraram o anarquismo como uma doutrina ética que revivia a mística do homem natural e suas virtudes sociais inatas.

Vamos olhar mais atentamente a essa questão. Muito foi escrito sobre a tecnologia como "uma extensão do homem". A frase é enganosa se pretende se aplicar à tecnologia como um todo. Ela tem validade primariamente para a oficina tradicional artesanal e, talvez, para os estágios iniciais do desenvolvimento das máquinas. O artesão domina sua ferramenta; seu trabalho, inclinações artísticas, e personalidade são fatores soberanos no processo produtivo. O trabalho não é meramente um gasto de energia; é também o trabalho personalizado do homem cujas atividades são sensualmente direcionadas na preparação de seu produto, o elaborando, e finalmente o decorando para seu uso humano. O artesão guia a ferramenta, e não o contrário. Qualquer alienação que possa existir entre o artesão e seu produto é imediatamente superada, como Friedrich Wilhelmsen enfatizou, "por um julgamento artístico - um julgamento assentado numa coisa a ser feita". A ferramenta amplifica os poderes do artesão como humano; ela amplifica seu poder para exercer e colocar sua identidade como ser criativo aos materiais brutos.

O desenvolvimento da máquina tende a romper esta relação íntima entre homem e meio de produção. Ela assimila o trabalhador para realizar tarefas industriais pré-estabelecidas, tarefas sobre as quais ele não exerce nenhum controle. A máquina agora aparece como uma força alienígena - apartada, e ainda assim costurada na produção dos meios de sobrevivência. Apesar de inicialmente uma "extensão do homem", a tecnologia é transformada em uma força acima do homem, orquestrando sua vida de acordo com uma partitura elaborada por uma burocracia industrial; não homem, eu repito, mas uma burocracia, uma máquina social. Com a chegada da produção em massa como modo de produção predominante, o homem se tornou uma extensão da máquina, e não apenas de dispositivos mecânicos no processo produtivo mas também de dispositivos sociais no processo social. Quando ele se torna uma extensão da máquina, o homem deixa de existir por si mesmo. A sociedade é governada pela dura máxima: "produção pela necessidade da produção". O declínio do artesanato do trabalhador, de uma personalidade ativa para uma crescentemente passiva, é completado pelo homem enquanto consumidor - um entidade econômica cujos sabores, valores, pensamentos e sensibilidades são elaborados por "times" burocráticos em "think tanks". O homem, padronizado por máquinas, é reduzido a uma máquina.

O homem-máquina é o ideal burocrático. É um ideal que é continuamente desafiado pelo renascimento da vida, pela aparência da juventude,

TECNOLOGIA PARA A VIDA

Numa revolução futura, a tarefa mais importante da tecnologia será produzir uma diversidade de bens com o mínimo de labuta. O propósito imediato desta tarefa será abrir a arena social permanentemente ao povo revolucionário, a manter a revolução em permanência. Até então toda revolução social se afundou porque o repique dos alarmes não podia ser ouvido sobre o estrondo da fábrica. Sonhos de liberdade e abundância foram poluídos pelas responsabilidades mundanas do trabalho de produzir os meios de sobrevivência. Olhando para trás aos fatos brutos da história, nós descobrimos que enquanto a revolução significar o sacrifício contínuo e a negação do povo, os domínios do poder cairão nas mãos de "profissionais" políticos, as mediocridades de Termidor. Quão bem os liberais Girondinos da Convenção Francesa entendiam esta realidade pode ser julgado pelo seus esforços de reduzir o fervor revolucionário das assembleias populares Parisienses - as grandes seções de 1793 - decretando que os encontros deveriam fechar "às dez da noite", ou, como Carlyle nos conta, "antes de os trabalhadores chegarem..." de seus empregos. O decreto se mostrou ineficiente, mas era bem direcionado. Essencialmente, a tragédia das revoluções passadas foi que, cedo ou tarde, suas portas fecharam "às dez da noite". A função mais crítica da tecnologia moderna deve ser manter as portas da revolução abertas para sempre!

Quase meio século atrás, enquanto teóricos Comunistas e Social Democratas falavam de uma sociedade com "trabalho para todos", os Dadaístas, esses magníficos malucos, demandaram desemprego para todos. As décadas nada tiraram da importância dessa demanda, e na verdade se adicionaram ao seu conteúdo. A partir do momento em que a labuta é reduzida ao mínimo possível ou desaparece inteiramente, os problemas da sobrevivência passam aos problemas da vida, e a tecnologia mesmo deixa de servir às necessidades imediatas do homem para ser parceira de sua criatividade.

O problema da escassez e do trabalho - do domínio da necessidade - nunca foi satisfatoriamente resolvido por nenhuma doutrina no último século. É um crédito duradouro do anarquismo que ele tenha mantido sem compromissos seu alto ideal de liberdade - o ideal de organização espontânea, comunidade, e da abolição de toda autoridade - embora esse ideal tenha permanecido apenas uma visão do futuro da humanidade, de um tempo onde a tecnologia iria eliminar o domínio da necessidade por completo. Já o Marxismo crescentemente barganhou seu ideal de liberdade, dolorosamente qualificando-a com estágios transicionais e conveniências políticas, até que hoje ele tenha se tornado uma ideologia de poder escancarado, eficiência pragmática e centralização social quase indistinta das ideologias do Estado capitalista moderno.

Em retrospecto, é surpreendente considerar por quão longo período o problema da escassez e do trabalho tenha feito sombra sobre a teoria revolucionária. Em um período de apenas nove décadas - os anos entre 1850 e 1940 - a sociedade Ocidental criou, atravessou e evoluiu além de duas grandes épocas da história tecnológica - a idade paleotécnica do carvão e do aço e a era neotécnica da energia elétrica, dos químicos sintéticos, da eletricidade e dos motores de combustão interna. Ironicamente, ambas eras tecnológicas pareceram aumentar a importância da labuta na sociedade. Conforme o número de trabalhadores industriais aumentava em proporção às outras classes sociais, o trabalho - mais precisamente, a labuta - adquiriu um lugar de cada vez mais destaque no pensamento revolucionário. Durante este período, a propaganda dos socialistas frequentemente soava como um peã[1] à labuta; não apenas era a labuta "enobrecedora", mas os trabalhadores eram exaltados como os únicos indivíduos úteis ao tecido social. Eles eram dotados de uma suposta habilidade instintiva superior que os fazia árbitros da filosofia, da arte, e da organização social. Esta ética de trabalho puritana da esquerda não diminuiu com a passagem do tempo e de fato adquiriu certa urgência nos anos 1930. O desemprego em massa fez dos empregos e da organização social do trabalho temas centrais da propaganda socialista na década de 1930. Ao invés de focar sua mensagem na emancipação do homem da labuta, os socialistas tenderam a retratar o socialismo como uma colmeia de atividade industrial, zumbindo com trabalho para todos. Os Comunistas apontavam para a Rússia como uma terra onde todos os indivíduos capazes eram empregados e onde o trabalho estava continuamente em demanda. Tão surpreendente quanto possa parecer hoje, pouco mais de

uma geração atrás o socialismo era identificado com uma sociedade orientada ao trabalho e liberdade com a segurança material provida pelo pleno emprego. O mundo da necessidade tinha sutilmente invadido e corrompido o ideal de liberdade.

Que as noções socialistas da última geração agora pareçam anacrônicas não é devido a quaisquer visões superiores prevalentes hoje. As últimas três décadas, particularmente os anos no fim da década de 1950, marcaram um ponto de virada no desenvolvimento tecnológico, uma revolução tecnológica que nega todos os valores, esquemas políticos e perspectivas sociais mantidas pela humanidade através de toda história antes registrada. Depois de milhares de anos de desenvolvimento torturante, os países do mundo Ocidental (e potencialmente todos os países) estão confrontados com a possibilidade de uma era materialmente abundante, quase sem trabalho, na qual a maior parte dos meios de vida podem ser providos por máquinas. Como veremos, uma nova tecnologia foi desenvolvida que poderia largamente substituir o domínio da necessidade pelo domínio da liberdade. Este fato é tão óbvio para milhões de pessoas nos Estados Unidos e na Europa que ele não mais requer explicações elaboradas ou exegese teórica. Esta revolução tecnológica e as perspectivas que ela levanta para a sociedade como um todo formam as premissas de estilos de vida radicalmente novos entre as pessoas jovens de hoje, uma geração que está rapidamente se livrando dos valores e das velhas tradições orientadas ao trabalho de seus antepassados. Mesmo as recentes demandas por um renda anual garantida soam como débeis ecos de uma nova realidade que atualmente permeia o pensamento da juventude. Devido ao desenvolvimento da tecnologia cibernética, a noção de um modo de vida livre de labuta se tornou um artigo de fé de um número crescente de pessoas jovens.

De fato, a real questão com a qual nos deparamos hoje não é se essa nova tecnologia pode nos prover com os meios de vida numa sociedade sem labuta, mas se ela pode ajudar a humanizar a sociedade, se ela pode contribuir para a criação de relações inteiramente novas entre homem e homem. A demanda por uma renda anual garantida ainda é ancorada na promessa quantitativa da tecnologia - na possibilidade de satisfação das necessidades materiais sem labuta. Esta abordagem quantitativa já está ficando para trás dos desenvolvimentos tecnológicos recentes que carregam uma nova promessa qualitativa - a promessa de estilos de vida

comunidade livre iria ser capaz de redimensionar o tempo da vida, os padrões de trabalho do homem, sua própria arquitetura e seus sistemas de transporte e comunicação a dimensões humanas. O carro elétrico, silencioso, lento e limpo, se tornaria o modo preferido de transporte urbano, substituindo o barulhento, nojento e veloz automóvel. Monotrilhos iriam interligar comunidade a comunidade, reduzindo o número de estradas que marcam a paisagem. A produção artesanal reganharia sua posição honrosa como suplemento à produção em massa; ela iria se tornar uma forma de arte doméstica, cotidiana. Um grande padrão de excelência, eu acredito, substituiria os critérios estritamente quantitativos de produção que prevalecem hoje; um respeito pela durabilidade dos bens e a conservação dos materiais brutos iria substituir os critérios pobres, mercenários que resultam em obsolescência programada e uma sociedade de consumo insensata. A comunidade se tornaria uma bela arena moldada da vida, uma fonte de vitalidade da cultura e também uma fonte profundamente pessoal, sempre florescente, de solidariedade humana.

samente concentradas e indústrias altamente centralizadas. Dispositivos solares, turbinas de vento, e bombas de calor vão produzir quantidades relativamente pequenas de energia. Usadas localmente e em conjunção com as demais, elas provavelmente poderiam satisfazer a todas as demandas de energia de pequenas comunidades, mas não podemos antecipar um tempo quando elas serão capazes de fornecer a eletricidade normalmente usada por cidades do tamanho de Nova Iorque, Londres ou Paris.

Limitações de escopo, por outro lado, representam uma profunda vantagem do ponto de vista ecológico. O Sol, o vento e a terra são realidades experienciais às quais o homem tem respondido sensual e reverentemente desde tempos imemoriais. Desses elementos primais o homem desenvolveu seu senso de dependência, e respeito, pelo ambiente natural, uma dependência que manteve suas atividades destrutivas sobre controle. A Revolução Industrial e o mundo urbanizado que a seguiram obscureceram o papel da natureza na experiência humana - escondendo o Sol com uma barreira de fumaça, bloqueando os ventos com grandes prédios, desecrando a terra com cidades conurbadas. A dependência do homem do mundo natural se tornou invisível; ela tomou um caráter teórico e intelectual, o conteúdo de livros, monografias e exposições. É verdade, esta dependência teórica nos forneceu iluminações (parciais na melhor das hipóteses) sobre o mundo natural, mas essa visão limitada nos roubou de toda a dependência sensual e de todo contato visível e unidade com a natureza. Nossa tecnologia e nosso ambiente se tornaram totalmente inanimados, totalmente sintéticos - um contexto puramente inorgânico que promoveu a deanimização do homem e de seu pensamento. Trazer o Sol, o vento, a terra e de fato o mundo da vida, de volta à tecnologia, nos meio de sobrevivência humana, seria uma renovação revolucionária das conexões do homem com a natureza. Recuperar esta dependência de forma que evoque o senso de particularidade de cada comunidade - um senso não apenas de dependência generalizada mas de dependência de uma região específica com qualidades distintivas próprias - daria a esta renovação um caráter verdadeiramente ecológico. Um sistema ecológico real emergiria, um padrão delicadamente entrelaçado de recursos locais, honrados por um estudo contínuo e modificações artísticas. Com o crescimento do senso real de regionalismo todos os recursos iriam encontrar seu lugar num equilíbrio natural, estável, uma unidade orgânica de elementos sociais, tecnológicos e naturais. A arte iria assimilar a tecnologia se tornando arte social, a arte da comunidade como um todo. A

descentralizados, comunitários, ou o que eu prefiro chamar de formas ecológicas de associação humanas.

Estou perguntando uma questão que é bastante diferente do que é ordinariamente perguntado com respeito à tecnologia moderna. Está essa tecnologia trazendo à tona uma nova dimensão da liberdade humana, na libertação do homem? É possível que ela não apenas libere o homem da escassez e do trabalho, mas também o leve a uma comunidade livre, harmoniosa, equilibrada - uma ecocomunidade que iria promover o desenvolvimento irrestrito de suas potencialidades? Finalmente, pode ela levar o homem além do domínio da liberdade para dentro do domínio da vida e do desejo?

AS POTENCIALIDADES DA TECNOLOGIA MODERNA

Deixe-me tentar responder a estas questões apontando para uma nova característica da tecnologia moderna. Pela primeira vez na história, a tecnologia não tem restrições. O potencial para o desenvolvimento tecnológico, para prover máquinas como substitutos para o trabalho é virtualmente ilimitado. A tecnologia finalmente passou do domínio da invenção para o domínio do projeto - em outras palavras, das descobertas fortuitas para inovações sistemáticas.

O significado deste avanço qualitativo foi enunciado de forma bastante casual por Vannevar Bush, ex-diretor do Escritório para Pesquisa Científica e Desenvolvimento:

Suponha que, cinquenta anos atrás, alguém tivesse proposto fazer um dispositivo que iria fazer um automóvel a seguir uma linha branca no meio da rua, automaticamente e mesmo se o motorista adormecesse. ... Teriam rido da cara dele, e sua ideia teria sido considerada absurda. Isto teria sido naquela época. Mas agora suponha que alguém pedisse por um dispositivo desses hoje, e estivesse disposto a pagar por ele, deixando de lado a questão de se ele encontraria qualquer uso genuíno. Um número de interessados estariam prontos para empreitada de construí-lo. Nenhuma invenção real seria necessária. Há milhares de jovens no país para quem o projeto de tal dispositivo seria um prazer. Eles iriam simplesmente tirar de seus armários algumas células fotovoltaicas, tubos termo-iônicos, servo-mecanismos, relés e, se incitados, eles iriam construir o que eles chamam de um breadboard model (protótipo), e ele funcionaria. O ponto é que a presença de uma quantidade de aparatos versáteis, baratos e confiáveis, e a presença de homens que entendem todas as suas formas

ser revertido: o calor retirado da casa poderia ser dissipado na terra. As bombas não requerem chaminés caras, elas não poluem a atmosfera e poderiam eliminar o inconveniente de abastecer fornalhas e retirar as cinzas. Se nós pudessemos adquirir eletricidade ou calor diretamente da energia solar, do vento ou de diferenciais de temperatura, o sistema de aquecimento de uma casa ou fábrica poderia ser totalmente auto-sustentado; ele não necessitaria de hidrocarbonetos ou requeriria fontes externas de suprimento.

Ventos também poderia ser usados para fornecer energia elétrica para muitas áreas do mundo. Cerca de 1/40 da energia solar incidente na Terra é convertida em vento. Apesar de muito deste vento originar as correntes de jato, uma grande parte da energia do vento está disponível algumas centenas de pés acima do solo. Um relatório das Nações Unidas, usando termos monetários para avaliar a viabilidade da energia eólica, descobriu que plantas eólicas eficientes em muitas áreas poderiam produzir eletricidade num custo de 5 milésimos por kWh, um valor que se aproxima do preço de energia elétrica comercialmente gerada. Várias turbinas já foram utilizadas com sucesso. O famoso gerador de 1250 kW em Grandpa's Knob, perto de Rutland, Vermont, alimentou com sucesso a linha da Central Vermont Public Service Co. até que a escassez de partes durante a Segunda Guerra Mundial tornou difícil manter a operação. Desde então, geradores maiores e mais eficientes foram criados. P. H. Thomas, trabalhando para a Comissão Federal de Energia, projetou uma turbina de 7500 kW que iria fornecer energia a um investimento de capital de \$68 por kW. Eugene Ayres notou que se os custos de construção da turbina de Thomas fossem o dobro dos estimados pelo projetista, "turbinas de vento ainda assim seriam favoráveis comparadas com usina hidroelétricas, que custam cerca de \$300 por kW". Um enorme potencial de geração de eletricidade por força do vento existe em muitas partes do mundo. Na Inglaterra, por exemplo, onde um levantamento cuidadoso de 3 anos foi feito de localizações possíveis, se encontrou que as novas turbinas de ventos poderiam gerar vários milhões de kilowatts, economizando de 2 a 4 milhões de toneladas de carvão ao ano.

Não deve haver ilusões sobre a extração de traços de minérios de rochas, sobre a energia solar e eólica, ou sobre o uso de bombas de calor. Exceto talvez pela energia das marés e da extração de materiais brutos do mar, esses recursos não podem fornecer ao homem com as vastas quantidades de materiais brutos e energia necessárias para sustentar populações den-

ser extraído do fundo da lagoa passando a água quente sobre um trocador de calor e então retornando a água para a lagoa. Em latitudes mornas, 10000 milhas quadradas dedicadas a este método de produção de energia poderiam prover eletricidade suficiente para satisfazer às necessidades de 400 milhões de pessoas!

As marés do oceano são ainda mais uma fonte de recursos não utilizada para as quais poderíamos nos voltar para obter energia elétrica. Nós poderíamos prender as águas do oceano na maré alta em um bacia natural - digamos, uma baía ou a foz de um rio - e liberá-las através de turbinas na maré baixa. Em vários lugares as marés são altas o bastante para produzirem energia elétrica em grandes quantidades. Os franceses já construíram uma instalação de energia das marés imensa próxima à foz do Rio Rance em St. Malo com uma produção esperada de 544 milhões de kWh por ano. Eles também planejam construir outra barragem na baía de Mont-Saint-Michel. Uma barragem aqui poderia fornecer a energia elétrica produzida por milhões de toneladas de carvão anualmente. Uma localização soberba para a produção de eletricidade por marés existe na Baía de Passamaquoddy na fronteira entre Maine e New Brunswick, e boas localizações existem no Golfo de Mezen, uma área na costa da Rússia no Ártico. A Argentina tem planos de construir uma barragem desse tipo no estuário do Rio Deseado próximo a Puerto Desire na costa do Atlântico. Muitas outras áreas de costa podem ser usadas para gerar eletricidade das marés, mas exceto pela França, nenhum país começou a trabalhar com este recurso.

Nós poderíamos usar diferenças de temperatura no mar ou na terra para gerar energia elétrica em quantidades consideráveis. Uma diferença de temperatura tão alta como 17 graus centígrados não é incomum nas camadas superficiais de águas tropicais; ao longo da costa da Sibéria, diferenças de 30 graus existem no inverno entre a água abaixo da crosta de gelo e o ar. O interior da terra fica progressivamente mais quente conforme descemos, provendo diferenciais de temperatura com respeito à superfície. Bombas de calor podem ser usadas para nos aproveitar desses diferenciais para propósitos industriais ou para aquecimento de casas. As bombas de calor funcionam como uma geladeira mecânica: um refrigerante circulante retira calor de um meio, o dissipa, e retorna para repetir o processo. Durante os meses de inverno, as bombas, circulando um refrigerante em um poço raso, podem ser utilizadas para absorver o calor abaixo da superfície e o entregar para a casa. No verão o processo poderia

estranhas, transformou a construção de dispositivos automáticos a uma matéria quase trivial e rotineira. Não é mais uma questão do que eles podem construir, mas sim uma questão se vale a pena construí-los.

Bush foca aqui nas duas mais importantes características da nova, assim chamada, "segunda" revolução industrial, a saber, as enormes potencialidades da tecnologia moderna e as limitações não-humanas, advindas dos custos, impostas a ela. Não vou elaborar o fato de que o fator custo - a motivação de lucro, para colocá-lo mais diretamente - inibe o uso de inovações tecnológicas. É bem estabelecido que em muitas áreas da tecnologia é mais barato usar trabalho do que máquinas. Ao invés disso, vou revisar vários desenvolvimentos que nos trouxeram à uma tecnologia sem restrições e lidar com um número de aplicações práticas que afetaram profundamente o papel do trabalho na indústria e na agricultura.

Talvez o desenvolvimento mais óbvio que levou à nova tecnologia foi a crescente interpenetração da abstração científica, da matemática e dos métodos analíticos nas tarefas concretas, pragmáticas e mundanas da indústria. Este estado de coisas é relativamente novo. Tradicionalmente, especulação, generalização e atividades racionais estavam agudamente divorciadas da tecnologia. Esta fossa refletia a severa separação entre as classes ociosa e trabalhadora nas sociedades antigas e medievais. Se deixamos de lado os trabalhos inspirados de alguns poucos homens raros, a ciência aplicada não apareceu até o Renascimento, e só começou a florescer nos séculos XVIII e XIX.

Os homens que personificaram a aplicação da ciência à inovação tecnológica não são os inventores desajeitados como Edison, mas os investigadores sistemáticos com interesses católicos como Faraday, que simultaneamente adicionou ao conhecimento humano dos princípios científicos e da engenharia. Nos nossos dias esta síntese, uma vez corporificada pelo trabalho de um gênio solitário, inspirado, é agora o trabalho de equipes anônimas. Apesar de estas equipes terem óbvias vantagens, elas frequentemente apresentam todos os traços das agências burocráticas - o que leva a um tratamento medíocre, sem imaginação dos problemas.

Menos óbvio é o impacto produzido pelo crescimento industrial. Este impacto não foi sempre tecnológico; é mais do que a substituição por máquinas do trabalho humano. Um dos modos mais efetivos de aumentar a produção, de fato, tem sido a contínua reorganização do processo de

trabalho, estendendo e sofisticando a divisão de trabalho. Ironicamente, a constante quebra de tarefas a dimensões cada vez menos humanas - a uma série de operações intoleravelmente diminutas, fragmentadas e a uma cruel simplificação do processo de trabalho - sugere a máquina que vai recombinar todas as tarefas separadas dos muitos trabalhadores em uma única operação mecanizada. Historicamente, seria difícil entender como a manufatura mecanizada em massa emergiu, como a máquina crescentemente substituiu o trabalho, sem traçar o desenvolvimento do processo de trabalho desde a produção artesanal, onde um trabalhador independente, altamente habilidoso, se engaja em diversas operações, até o purgatório da fábrica, onde essas diversas tarefas são parceladas entre uma multidão de empregados com pouca ou nenhuma habilidade, para a fábrica altamente mecanizada, onde as tarefas de muitos são largamente tomadas por máquinas manipuladas por uns poucos operadores, e finalmente para a planta automatizada e cibernética, onde os operadores são substituídos por supervisores técnicos e pessoal de manutenção altamente habilidosos.

Seguindo em frente, encontramos ainda mais um novo desenvolvimento: a máquina evoluiu de uma extensão dos músculos humanos para uma extensão do sistema nervoso humano. No passado, tanto ferramentas quanto máquinas aumentavam a potência muscular humana sobre os materiais brutos e as forças naturais. Os dispositivos mecânicos e motores desenvolvidos durante os séculos XVIII e XIX não substituíram os músculos humanos mas ao contrário aumentaram sua efetividade. Apesar de a produção ter sido aumentada enormemente pelas máquinas, os músculos e o cérebro do trabalhador ainda eram requeridos para as operar, mesmo nas tarefas mais rotineiras. O cálculo do avanço tecnológico poderia ser formulado em termos estritos de produtividade do trabalho: um homem, usando uma certa máquina, produzia tantas mercadorias como cinco, dez, cinquenta ou cem antes de a máquina ser empregada. O martelo de forja à vapor de Nasmyth, exibido em 1851, podia conformar chapas de ferro com apenas alguns golpes, um esforço que teria requerido muitos homens-hora de trabalho sem a máquina. Mas o martelo requeria os músculos e o discernimento de meia dúzia de homens capazes para puxar, soltar e remover o material. Com o tempo, muito deste trabalho foi diminuído pela invenção de dispositivos de manuseio, mas o trabalho e discernimento envolvidos na operação das máquinas formava parte indispensável do processo produtivo.

quando bem montadas, e produzem metais de teor extremamente alto que nenhuma das fornalhas normalmente usadas podem se equiparar.

Promessas semelhantes residem na área de pesquisa que tenta converter energia solar em eletricidade. Teoricamente, um área de cerca de uma jarda quadrada colocada perpendicularmente aos raios do Sol recebe uma energia equivalente a um kilowatt. "Considerando que em zonas áridas do mundo muitos milhões de metros quadrados de terra desértica está disponível para a produção de energia", observa Thirring, "nós descobrimos que utilizando apenas 1 % da área disponível para plantas solares poderíamos atingir uma capacidade muito superior à presentemente instalada em plantas hidroelétricas e operadas à combustível disponíveis no mundo". Na prática, trabalhos na linha sugerida por Thirring podem ser inibidos por considerações de custo, por fatores de mercado (não há grande demanda para eletricidade nessas regiões subdesenvolvidas, quentes do mundo onde o projeto é mais viável) e pelo conservadorismo dos projetistas na área de energia. A ênfase da pesquisa tem sido colocada no desenvolvimento de baterias solares - um resultado em boa medida do trabalho no "programa espacial".

Baterias solares são baseadas no efeito termoelétrico. Se tiras de antimônio e bismuto são juntadas num loop, por exemplo, uma diferença de temperatura feita, digamos, por calor produzido numa junção, energia elétrica é gerada. A pesquisa em baterias solares na última década resultou em dispositivos que tem eficiência de conversão tão alta quanto 15 %, e 20 a 25 % são atingíveis em um futuro não tão distante. Agrupados em grandes painéis, baterias solares foram usadas em carros elétricos, pequenos barcos, linhas telefônicas, rádios, fonógrafos, relógios, máquinas de costura e outras aplicações. Eventualmente, o custo de produção de baterias solares é esperado diminuir a um ponto onde ele poderá fornecer energia elétrica a casas e mesmo para pequenas facilidades industriais.

Finalmente, a energia do sol pode ser usada em ainda mais uma forma - coletando o calor em um corpo de água. Por algum tempo, engenheiros tem estudado maneiras de obter energia elétrica das diferenças de temperatura produzidas pelo calor do Sol no mar. Teoricamente, uma lagoa solar ocupando uma área de um quilômetro quadrado poderia fornecer 30 milhões de kWh de eletricidade anualmente, o suficiente para se equiparar à produção de uma grande usina operando mais de 12 horas todos os dias do ano. A energia, como Henry Tabor observa, pode ser adquirida sem custos de combustível, "apenas pela lagoa exposta ao Sol". O calor pode

trabalho de pioneiros, cuja significância aparecerá mais claramente no futuro.

As aplicações mais disseminadas de dispositivos de energia solar são na cozinha e no aquecimento de água. Muitos milhares de fornos solares são usados nos países subdesenvolvidos, no Japão e em latitudes mais quentes nos Estados Unidos. Um forno solar é simplesmente um refletor em formato de guarda-chuva equipado com uma grelha que pode aquecer carne ou ferver água em 15 minutos em luz solar plena. Tal forno é seguro, portátil e limpo; ele não requer nenhum combustível, nem produz fumaça. Um forno solar portátil entrega temperaturas tão altas quanto 450 graus e é ainda mais compacto e fácil de manusear. Aquecedores solares de água são usados amplamente em casas privadas, prédios de apartamentos, lavanderias e piscinas. Há cerca de 25000 dessas unidades na Florida e elas estão gradualmente ganhando popularidade na Califórnia.

Alguns dos avanços mais impressionante no uso de energia solar aconteceram na indústria, apesar de a maior parte dessas aplicações ser marginal na melhor das hipóteses e de caráter experimental. A mais simples é a fornalha solar. O coletor é normalmente um simples espelho parabólico grande, ou, mais provável, uma grande matriz de muitos espelhos parabólicos montados numa única estrutura. Um heliostato - um espelho menor, horizontalmente montado que segue o movimento do Sol, reflete os raios no coletor. Várias centenas dessas fornalhas estão atualmente em uso. Uma das maiores, a fornalha do Dr. Felix Trombe Mont Louis, fornece 75 kilowatts de potência elétrica e é usada principalmente para pesquisa em temperaturas altas. Como os raios do Sol não contêm impurezas, a fornalha irá derreter 100 libras de metal sem qualquer contaminação produzida pelas técnicas convencionais. Uma fornalha solar construída pela U.S. Quartermaster Corps em Nattick, Massachusetts, desenvolve 5000 graus centígrados - uma temperatura alta o bastante para derreter barras de aço.

Fornalhas solares possuem muitas limitações, mas elas não são intransponíveis. A eficiência dessas fornalhas pode ser reduzida por orvalho, neblina, nuvens e poeira atmosférica, e também por ventos fortes que desalinham o equipamento e interferem com o foco acurado dos raios solares. Tentativas tem sido feitas para resolver alguns desses problemas usando tetos móveis, materiais de recobrimento para os espelhos e estruturas de proteção firmes. Por outro lado, fornalhas solares são limpas, eficientes

O desenvolvimento de máquinas completamente automáticas para operações complexas de manufatura em massa requer a aplicação com sucesso de ao menos três princípios tecnológicos: essas máquinas devem ter a capacidade de corrigir seus próprios erros por si mesmas; elas devem dispor de sensores para substituir a visão, audição e tato do trabalhador; e, finalmente, elas devem possuir dispositivos que substituam o discernimento do trabalhador, sua habilidade e sua memória. O uso efetivo destes três princípios pressupõe que também desenvolvamos os meios tecnológicos (os efetores, se assim quiser) para aplicar os dispositivos sensores, de controle e "mentais" nas operações industriais cotidianas; ademais, o uso efetivo pressupõe que podemos adaptar as máquinas existentes ou desenvolver novas para manusear, conformar, montar, embalar e transportar os produtos terminados e semi-terminados.

O uso de dispositivos de controle automáticos, capazes de corrigir a si mesmos, em operações industriais não é novo. O governador centrífugo de Watt, inventado em 1788, fornece um exemplo mecânico precoce de como os motores a vapor era auto-reguladores. O governador, que é ligado por braços metálicos à válvula do motor, consiste de duas bolas de metal montadas livres, suportadas por um eixo. Se o motor começa a operar muito rapidamente, a rotação aumentada do eixo impele as bolas para fora por forças centrífugas, fechando a válvula; ao contrário, se a válvula não admite vapor o suficiente para operar o motor no estado desejado, as bolas colapsam para dentro, abrindo mais a válvula. Um princípio similar está envolvido na operação de equipamentos de aquecimento termostaticamente controlados. O termostato, manualmente pré-configurado por um indicador a um nível de temperatura desejado, automaticamente liga o equipamento de aquecimento quando a temperatura abaixa e desliga o equipamento quando a temperatura se eleva.

Ambos dispositivos de controle ilustram o que é agora conhecido como "princípio de retroalimentação". Nos equipamentos eletrônicos modernos, o desvio da máquina de um certo nível de operação desejado produz sinais elétricos que são então usados pelo dispositivo de controle para corrigir o desvio ou erro. Os sinais elétricos induzidos pelo erro são amplificados e realimentados pelo sistema de controle aos outros dispositivos que ajustam a máquina. Um sistema de controle no qual um desvio da norma é na verdade usado para ajustar a máquina é chamado de sistema fechado. Isto pode ser contrastado com um sistema aberto - um interruptor de parede manualmente operado que automaticamente gira um ventilador

elétrico - no qual o controle opera sem considerar a função do dispositivo. Então, se o interruptor é acionado, as luzes elétricas são ligadas ou desligadas quer seja noite ou dia; de forma similar o ventilador elétrico vai funcionar à mesma velocidade quer a sala esteja quente ou fria. O ventilador talvez seja automático no sentido popular do termo, mas não é autorregulador como o governador centrífugo ou o termostato.

Um passo importante na direção de desenvolver mecanismos de controle autorreguladores foi a descoberta de sensores. Hoje estes incluem os termopares, células fotoelétricas, máquinas de raio X, câmeras de televisão e transmissores de radar. Usados conjuntamente ou individualmente eles fornecem máquinas com um incrível grau de autonomia. Mesmo sem computadores, esses senhores tornam possível aos trabalhadores se engajarem em operações extremamente perigosas por controle remoto. Eles também podem ser usados para transformar sistemas abertos tradicionais em sistemas fechados, expandindo então o escopo das operações automáticas. Por exemplo, uma luz elétrica controlada por um relógio representa um sistema aberto bastante simples; sua efetividade depende inteiramente de fatores mecânicos. Regulada por uma célula fotovoltaica que a desliga quando a luz do dia aparece, a luz responde às variações diárias no horário de nascer e pôr do sol. Sua operação é agora integrada com sua função.

Com o advento do computador nós adentramos uma dimensão inteiramente nova dos sistemas de controle industriais. O computador é capaz de realizar todas as tarefas cotidianas que originalmente ocupavam a mente do trabalhador a cerca de uma geração atrás. Basicamente, o moderno computador digital é uma calculadora eletrônica capaz de realizar operações aritméticas de forma enormemente mais rápida que o cérebro humano. Este elemento de velocidade é um fator crucial: a enorme rapidez das operações do computador - uma superioridade quantitativa do computador frente aos cálculos humanos - tem profunda significância qualitativa. Por virtude de sua velocidade, o computador pode realizar operações matemáticas e lógicas altamente sofisticadas. Suportado por unidades de memória que armazenam milhões de bits de informação, e usando aritmética binária (a substituição pelos dígitos 0 e 1 dos dígitos de 0 a 9), um computador digital apropriadamente programado pode realizar operações que aproximam muitas atividades lógicas altamente desenvolvidas da mente. É discutível se a "inteligência" do computador é, ou até mesmo chegará a ser, criativa ou inovadora (apesar de a cada

cos disponíveis. O aquecimento solar na casa de Thomason é coletado por uma parte do teto e transferido por água em circulação para um tanque de armazenamento no subsolo. (A água, incidentalmente, pode também ser usada para resfriar a casa e como uma reserva de emergência para consumo e fogo). Apesar de o sistema ser simples e barato, é muito engenhosamente projetado. Localizada em Washington próximo ao paralelo 40, a casa fica no limite do "cinturão solar" - a região de latitudes entre 0 e 40 graus Norte e Sul. Este cinturão compreende a área geográfica onde os raios solares pode ser usados efetivamente para energia doméstica e industrial. Que Thomason requeira uma minúscula quantidade de combustível convencional para aquecer suas casas em Washington confortavelmente é um excelente agouro para o aquecimento solar em todas as áreas do mundo com climas similares ou mais quentes.

Isto não significa, com certeza, que o aquecimento solar seja inútil ao norte e em latitudes mais frias. Duas abordagens ao aquecimento solar são possíveis nessas áreas; o uso de sistemas de aquecimento mais elaborados que reduzem o consumo de combustível convencional a níveis que se aproximam daqueles das casas de Thomason, ou o uso de sistemas simples que envolvam o consumo de combustível convencional para satisfazer entre 10 e 50 por cento das necessidades de aquecimento. De qualquer forma, como Hans Thirring observa (com um olhar direcionado a custos e esforços):

A vantagem decisiva do aquecimento solar reside no fato de que não há custos de operação, exceto a conta de eletricidade para as bombas, que é muito baixa. Portanto o investimento único para a instalação paga de uma vez por todas os custos de aquecimentos pelo tempo de vida da casa. Adicionalmente, o sistema funciona automaticamente sem fumaça ou fuligem, e economiza todo o trabalho em abastecimento, limpeza, reparos e outros trabalhos. Adicionar aquecimento solar ao sistema de energia de um país ajuda a aumentar a riqueza da nação, e se todas as casas em áreas com condições favoráveis fossem equipadas com sistemas de aquecimento solar, milhões de libras de combustível seriam economizadas anualmente. O trabalho de Telkes, Hottel, Lof, Bliss e outros cientistas que estão abrindo os caminhos para o aquecimento solar é um

matografia - existem e, se desenvolvidos para usos industriais, poderiam ser usados para selecionar ou separar os recursos desejados de soluções; mas a quantidade de energia envolvida para usar esses métodos seria muito cara para qualquer sociedade em termos de riqueza real. A menos que haja uma descoberta inesperada nas técnicas de extração, há pouca probabilidade que as fontes tradicionais de energia - combustíveis fósseis como carvão e petróleo - sejam usadas para resolver esse problema.

Na verdade, não é o caso que não tenhamos energia *per se* para realizar as visões tecnológicas mais extravagantes, mas que estamos apenas começando a aprender como usar as fontes disponíveis em quantidade ilimitada. A energia total radiante atingindo a superfície da Terra do Sol é estimada em mais de 3000 vezes o consumo de energia anual da humanidade hoje. Uma porção dessa energia é convertida em vento ou usada pela vegetação na fotossíntese, mas uma quantidade enorme está teoricamente disponível para propósitos domésticos e industriais. O problema é como coletá-la, mesmo que apenas para satisfazer uma parte de nossas necessidades energéticas. Se a energia solar pudesse ser coletada para aquecimento de casas, por exemplo, 20 a 30 por cento das fontes de energia convencionais que normalmente utilizamos poderiam ser redirecionadas para outros fins. Se nós pudéssemos coletar energia solar para a totalidade ou parte de nossa cozinha, aquecimento de água, fundição e produção de energia, nós teríamos poucos usos para combustíveis fósseis. O que é tantalizante sobre as pesquisas recentes nesta área é o fato que dispositivos solares tenham sido projetados para quase todas essas funções. Nós podemos aquecer casas, cozinhar comida, ferver água, derreter metais, e produzir eletricidade com dispositivos que usam a energia do Sol exclusivamente, mas não podemos fazê-lo eficientemente em todas as latitudes da Terra habitadas pelo homem e ainda temos que nos deparar com uma quantidade de problemas técnicos que podem ser resolvidos por programas de pesquisa intensivos.

No momento da escrita, muito poucas casas foram construídas para ser efetivamente aquecidas por energia solar. Nos Estados Unidos, as mais conhecidas estão em prédios experimentais do MIT em Massachusetts, a casa Lof em Denver, as casas Thomason em Washington, D.C., e as casas aquecidas pelo sol ganhadoras de prêmios construídas pela Associação para Energia Solar Aplicada próximas a Phoenix, Arizona. Thomason, cujos custos de combustível para uma casa aquecida pelo Sol escassamente chegam a \$5 por ano, parece ter desenvolvido um dos sistemas mais práti-

par de anos a tecnologia computacional ser varrida por mudanças), mas não há dúvida de que o computador digital é capaz de tomar todas as tarefas mentais onerosas e distintamente sem criatividade do homem na indústria, ciência, engenharia, obtenção de informações e transporte. O homem moderno, por efeito, produziu uma "mente" eletrônica para ordenar, construir e avaliar a maior parte das operações industriais de rotina. Apropriadamente usados dentro da esfera de competência para a qual foram projetados, os computadores são mais rápidos e eficientes que o próprio homem.

Qual é a significância concreta desta nova revolução industrial? Quais são as implicações imediatas e previsíveis para o trabalho? Vamos traçar o impacto da nova tecnologia no processo de trabalho examinando sua aplicação na manufatura de motores de automóveis na planta da Ford em Cleveland. Esta instância individual de sofisticação tecnológica nos ajudará a avaliar o potencial libertador da nova tecnologia em todas as indústrias manufatureiras.

Até o advento da cibernética na indústria automotiva, a planta da Ford requeria cerca de 300 trabalhadores, usando uma grande variedade de ferramentas e máquinas, para transformar um bloco de motor num motor finalizado. O processo desde a fundição até o motor totalmente montado tomava muitos homens-hora para ser realizado. Com o desenvolvimento do que nós costumeiramente chamamos de sistema de máquinas "automático", o tempo requerido para transformar as peças fundidas em um motor foi reduzido para menos de 15 minutos. À parte de alguns poucos monitores que assistem os painéis de controle automáticos, a força de trabalho original dos 300 homens foi eliminada. Depois um computador foi adicionado ao sistema, transformando-o num sistema cibernético verdadeiramente fechado. O computador regula todo o processo de produção, operando num pulso eletrônico com ciclos a cada 3 décimos de milionésimos de um segundo. Mas mesmo esse sistema é obsoleto. "A próxima geração de máquinas computadorizadas operará 1000 vezes mais rápido - numa taxa de pulsação de uma a cada três décimos de bilionésimos de um segundo", observa Alice Mary Hilton. "Velocidades de milionésimos e bilionésimos de um segundo não são realmente inteligíveis para nossas mentes finitas. Mas nós certamente podemos entender que o avanço foi de um fator de 1000 em um ano ou dois. Mil vezes mais informação pode ser tratada ou a mesma quantidade de informação pode ser tratada 1000 vezes mais rápido. Um trabalho que tomava mais de 16 horas pode ser

eito em 1 minuto! E sem intervenção humana! Tal sistema não apenas controla uma linha de produção mas o completo processo industrial de manufatura!?”.

Não há razão pela qual os princípios tecnológicos básicos envolvidos na cibernética da manufatura de motores automobilísticos não possam ser aplicados a virtualmente todas as áreas da manufatura em massa - da indústria metalúrgica à indústria de processamento de alimentos, da indústria eletrônica à indústria de produção de brinquedos, da manufatura de pontes pré-fabricadas à manufatura de casas pré-fabricadas. Muitas fases da produção de aço, da ferramentaria, da manufatura de equipamentos eletrônicos e da produção química industrial são agora, em parte ou na sua totalidade, automatizadas. O que tende a atrasar o avanço da automação completa a todas as fases da indústria moderna é o enorme custo envolvido em substituir as facilidades industriais existentes por outras novas, mais sofisticadas, e também o conservadorismo inato de muitas corporações. Finalmente, como eu mencionei antes, ainda é mais barato usar o trabalho ao invés das máquinas em muitas indústrias. Certamente, toda indústria tem seus próprios problemas particulares, e a aplicação de uma tecnologia livre de labuta a uma planta em específico sem dúvida revelaria uma diversidade de minúcias que iriam requerer soluções complicadas. Em muitas indústrias seria necessário alterar o formato do produto e a estrutura das plantas para que o processo de manufatura pudesse ser adequado às técnicas de automação. Mas argumentar que devido a esses problemas a aplicação de uma tecnologia completamente automatizada a uma indústria em específico seria impossível seria algo tão absurdo quanto ter argumentado 80 anos atrás que o vôo era impossível pois o propulsor de um avião experimental não girava rápido o bastante ou que a carcaça era muito frágil para suportar a força do vento. Praticamente não há indústria que não possa ser completamente automatizada se estivermos dispostos a redesenhar produtos, plantas, procedimentos de manufatura e métodos de manuseio. De fato, qualquer dificuldade em descrever como, onde ou quando uma dada indústria será automatizada não advém dos problemas únicos que esperamos encontrar mas sim dos enormes saltos que ocorrem a cada poucos anos na tecnologia moderna. Quase toda descrição de automação aplicada hoje deve ser considerada provisória: tão logo alguém descreve uma indústria parcialmente automatizada, avanços tecnológicos tornam esta descrição obsoleta.

fornecia à indústria de aço Americana com minérios extremamente ricos, uma vantagem que levou à rápida expansão da indústria de metais doméstica. Conforme essas reservas de qualidade declinaram, o país se deparou com o problema de minerar taconitos, um minério de baixo teor que contém cerca de 40 % de ferro. Minerar taconitos por meios convencionais é virtualmente impossível; é necessário a uma perfuratriz uma hora para atravessar apenas um pé. Nos últimos anos, no entanto, a mineração de taconitos se tornou possível quando uma perfuratriz a chamas foi desenvolvida que corta o minério a uma taxa de 20 a 30 pés por hora. Depois que os furos são queimados pelas chamas, o minério é derretido e processado para a indústria de aço usando uma série de recentemente aperfeiçoadas operações de quebra, separação e aglomeração.

Quando atingirmos o próximo horizonte tecnológico, será possível extrair minerais e químicos altamente difusos ou diluídos da terra, de descartes gasosos, e do mar. Muitos dos nossos metais mais valiosos, por exemplo, são na verdade muito comuns, mas existem em quantidades diminutas. Dificilmente uma região de solo ou rocha comum não tem traços de ouro, grandes quantidade de urânio, e progressivamente maiores quantidade de elementos industrialmente úteis como magnésio, zinco, cobre e enxofre. Cerca de 5 % da crosta terrestre é feita de ferro. Como extrair esses recursos? O problema foi resolvido, em princípio ao menos, pelas próprias técnicas analíticas que os químicos usam para analisá-los. Como o químico Jacob Rosin argumenta, se eles podem ser detectados em laboratório, temos toda a razão de ter esperança de que eventualmente eles sejam extraídos em escala suficientemente grande para serem usados por comunidades descentralizadas.

Já a mais de meio século, a maior parte do nitrogênio comercial tem sido extraída da atmosfera. O magnésio, cloro, bromo e soda cáustica são obtidos da água do mar; enxofre e sulfato de cálcio de rejeitos industriais. Grandes quantidades de hidrogênio industrialmente útil podem ser obtidas como consequência da eletrólise da salmoura, mas normalmente ele é queimado ou liberado no ar por plantas de produção de cloro. O carbono poderia ser resgatado em enormes quantidades da fumaça e usado economicamente (na verdade, o elemento é comparativamente raro na natureza), mas ele é dissipado junto a outros componentes gasosos na atmosfera. O problema que químicos industriais se deparam em extrair elementos e compostos valiosos do mar e das rochas comuns, se centra ao redor de fontes de energia baratas. Dois métodos - troca iônica e cro-

A região jamais será explorada mas será usada tão totalmente quanto possível. Isto é vitalmente importante para enraizar firmemente a dependência da comunidade no seu ambiente, para restaurar no homem um respeito profundo e reverente às necessidades do mundo natural - um respeito identificado com as necessidades locais da comunidade - para usar a energia, os recursos, mineirais, madeira, solo, água, animais e plantas da região de forma tão racional e humana como possível, e sem violar os princípios ecológicos. Nesta conexão, podemos antever que a comunidade vai ser perfeitamente adaptável a uma economia regionalmente embasada. Eu me refiro, aqui, aos métodos para extrair recursos disponível em traços e diluídos na terra, água e ar; energias solar, eólica, hidroelétrica e geotérmica; o uso de bombas de calor, combustíveis renováveis, fazendas solares, conversores termoelétricos, e eventualmente reações termonucleares.

Há um tipo de arqueologia industrial que revela em muitas áreas a evidência de uma atividade econômica antes florescente a muito tempo abandonada por nossos antepassados. Do vale do Hudson ao Reno, dos Apalaches ao Pireneus, nós encontramos relíquias de minas e técnicas metalúrgicas altamente desenvolvidas, os restos fragmentados de indústrias locais, e os contornos de fazendas a muito abandonadas - todos vestígios de comunidades florescendo baseadas em materiais brutos e recursos locais. Em muitos casos, essas comunidades desapareceram pois os produtos que elas um dia forneceram foram engolidos pelas culturas e mercados nacionais, baseados em técnicas de produção em massa e fontes concentradas de recursos naturais. Os recursos antigos frequentemente ainda estão disponíveis para uso na localidade; "sem valor" em uma sociedade altamente urbanizada, eles são eminentemente adequados para comunidades descentralizadas e esperam a aplicação de técnicas industriais que sejam adaptadas para produção de qualidade em pequena escala. Se nós fôssemos tomar seriamente um inventário dos recursos disponíveis em muitas regiões não populadas do mundo, a possibilidade de as comunidades satisfazerem suas necessidades nestas áreas é provavelmente maior do que normalmente pensaríamos.

A tecnologia por si mesma, em seu desenvolvimento contínuo, tende a expandir estas possibilidades locais. Como um exemplo, vamos considerar como recursos aparentemente inferiores, altamente intratáveis, são feitos disponíveis para a indústria por avanços tecnológicos. Através do fim do século XIX e começo do XX, a cadeia de Mesabi no Minnesota

Há uma área da economia, no entanto, na qual qualquer forma de avanço tecnológico vale a pena descrever - a área de trabalho que é mais brutalizante e degradante para o homem. Se é verdade que o nível moral de uma sociedade é medido pela forma como ela trata às mulheres, a sensibilidade ao sofrimento humano pode ser medida pelas condições de trabalho das pessoas nas indústrias de materiais brutos, particularmente nas minas e pedreiras. No mundo antigo, a mineração era frequentemente uma forma de servidão penal, reservada principalmente aos criminosos mais duros, os escravos mais intratáveis, e os prisioneiros de guerra mais odiados. A mina é a atualização cotidiana da imagem que o homem faz do inferno; é um mundo morto, depressivo, inorgânico que demanda a mais pura e estúpida labuta.

Campos e florestas e correntes e oceanos são o ambiente da vida: a mina é o ambiente solitário de minérios, minerais, metais... Ao quebrar e escavar os conteúdos da terra, o mineiro não enxerga as formas das coisas: o que ele vê é a matéria bruta e até que ele chegue ao seu veio ela é apenas um obstáculo que ele quebra e atravessa teimosamente e manda para a superfície. Se o mineiro vê formas nas paredes de sua caverna, conforme a vela dança, elas são apenas as distorções monstruosas de sua picareta ou de seu braço: formas de medo. O dia foi abolido e o ritmo da natureza quebrado: a produção de dia-e-noite veio à existência pela primeira vez aqui. O mineiro deve trabalhar por luz artificial mesmo quando o sol brilha lá fora; ainda mais afundado nos túneis, ele deve trabalhar com ventilação artificial, também: um triunfo do ambiente 'manufaturado'.

A abolição da mineração como esfera de atividade humana iria simbolizar, a seu modo, o triunfo da tecnologia libertária. Que já possamos apontar para esta conquista, mesmo num caso particular enquanto escrevo, é um presságio da liberdade da labuta implícita na tecnologia de nosso tempo. O primeiro grande passo nesta direção foi o minerador contínuo, uma máquina de corte gigante com lâminas de 9 pés que cortam oito toneladas de carvão por minuto da face da rocha. Foi esta máquina, junto às máquinas móveis de carregamento, perfuratrizes de potência e máquinas de instalação de tirantes (que sustentam o teto), que reduziu

os empregos em mineração em áreas como a Virginia Ocidental a cerca de um terço dos níveis de 1948, ao mesmo tempo em que praticamente dobrou a produção individual. A mina de carvão ainda requer mineiros para posicionar e operar as máquinas. Os avanços tecnológicos mais recentes, no entanto, substituem os operadores por dispositivos de sensoriamento por radar e eliminam a necessidade do mineiro completamente.

Ao adicionar sensores às máquinas automáticas podemos facilmente remover o trabalhador não apenas das grandes e produtivas minas necessárias para a economia, mas também das formas de atividade agrícola padronizadas na indústria moderna. Apesar de a sabedoria de industrializar e mecanizar a agricultura ser altamente questionável (retornarei a este assunto posteriormente), o fato permanece que, se a sociedade assim escolher, ela pode automatizar grandes áreas de agricultura industrial, desde a coleta de algodão até a colheita de arroz. Poderíamos operar quase qualquer máquina, desde as pás gigantes numa mina ao ar livre a um colheitadeira de grãos nas Grandes Planícies, seja por dispositivos de sensoriamento cibernéticos ou por controle remoto com câmeras de televisão. O esforço necessário para operar estes dispositivos e máquinas a uma distância segura, em salas confortáveis, seria mínimo, assumindo que um operador humano fosse mesmo necessário.

É fácil antever um tempo, de forma algum remoto, quando a economia racionalmente organizada poderia automaticamente manufaturar pequenas fábricas "empacotadas" sem nenhum trabalho humano; partes poderiam ser produzidas com tão pouco esforço que as tarefas de manutenção seriam reduzidas ao simples ato de remover uma unidade defeituosa de uma máquina e a substituir por outra - um trabalho não mais difícil que puxar e empurrar uma bandeja. As máquinas poderiam fazer e reparar a maior parte das máquinas requeridas para manter uma economia altamente industrializada. Tal tecnologia, orientada inteiramente para as necessidades humanas e liberada de todas as considerações de lucro e perdas financeiras, eliminaria a dor da carência e da labuta - a penalidade, infligida na forma de recusa, sofrimento e desumanidade, exercida por uma sociedade baseada em escassez e trabalho.

As possibilidades criadas pela tecnologia cibernética não seriam mais limitadas meramente à satisfação das necessidades materiais da humanidade. Nós seríamos livres para nos perguntar como a máquina, a fábrica e a mina poderiam ser usadas para cultivar a solidariedade humana e criar uma relação equilibrada entre a natureza e uma comunidade ver-

das somente onde elas não entram em conflito com a ecologia da região. Devido ao caráter geralmente misto do cultivo de alimentos, a agricultura é realizada em pequenas fazendas, cada uma demarcada das outras por cinturões de árvores, arbustos e, onde possível, por pastos e campos. Em solos instáveis, colinas e regiões montanhosas, o solo com intensos gradientes é coberto por madeira para prevenir a erosão e conservar a água. O solo de cada acre é estudado cuidadosamente e dedicado somente àqueles cultivos para os quais ele é mais adequado.

Todos os esforços são feitos para unir cidade e campo sem sacrificar as contribuições distintivas de cada um para a experiência humana. As regiões ecológicas formam as fronteiras vivas sociais, culturais e bióticas da comunidade e do grupo de comunidades que compartilham seus recursos. Cada comunidade possui muitos jardins de vegetais e flores, arvoredos atraentes, parques e mesmos corredeiras e lagos que suportam peixes e aves aquáticas. A zona rural, de onde comida e materiais brutos são adquiridos, não apenas constitui o ambiente imediato da comunidade, acessível a todos pela comida, mas também invade a comunidade. Apesar de cidade e campo manterem suas identidades e as características únicas de cada um serem altamente valorizadas e cultivadas, a natureza aparece em toda a parte na cidade, e a cidade parece ter desaparecido e deixa uma pegada gentil e humana na natureza.

Eu acredito que uma comunidade livre considerará a agricultura e o pastoreio um atividade tão expressiva e apreciável como os ofícios. Liberada da labuta pelas máquinas agrícolas, o comunado abordariam o cultivo de comida como uma atividade criativa e divertida como o homem frequentemente trata à jardinagem. A agricultura se tornará uma parte viva da sociedade humana, uma fonte de atividade física prazerosa e, por virtude de suas demandas ecológicas, um desafio intelectual, científico e artístico. Os comunados vão se misturar ao mundo da vida ao redor deles tão organicamente quanto a comunidade com sua região. Eles vão readquirir o senso de unidade com a natureza que humanos tinham nos tempos primordiais. A natureza e os modos orgânicos de pensamento que ela sempre incentiva vão se tornar parte integral da cultura humana; ela vai reaparecer com frescor nas pinturas, na literatura, na filosofia, nas danças, na arquitetura, nos ambientes domésticos e nos próprios gestos e atividades do dia-a-dia. A cultura e a psiquê humanas vão ser atravessadas por um novo animismo.

com pouca permeabilidade ou sem subsolos podem ser melhorados por equipamentos de movimentação de solo e por dispositivos de lavoura que podem penetrar além do solo real.

Apesar de uma grande parcela da pesquisa agrícola ser dedicada ao desenvolvimento de agentes químicos danosos e cultivos nutricionalmente duvidosos, ocorreram avanços extraordinários com o melhoramento genético de plantas. Muitas novas variedades de grãos e vegetais são resistentes a insetos, doenças e climas frios. Em muitos casos, essas variedades são uma melhora definitiva sobre os tipos ancestrais naturais e foram usadas para abrir grandes áreas de terra intratável para o cultivo agrícola. O programa de abrigo por árvores, timidamente iniciado durante a década de 1920, está lentamente transformando as Grandes Planícies de uma região dura, agriculturalmente precária em uma que é mais ecologicamente equilibrada e agriculturalmente mais segura. As árvores agem como proteção contra o vento no inverno e como refúgios para passaros e pequenos mamíferos no clima mais ameno. Elas promovem conservação do solo e da água, ajudam a controlar insetos, e previnem dano pelo vento aos cultivos durante o verão. Programas desse tipo poderiam ser usados para fazer grandes melhoramentos à ecologia natural de uma região. Na América ao menos, o programa de abrigo por árvores (que em muito foi implementado sem qualquer tipo de ajuda do Estado) representa um caso raro onde o homem, ciente das potencialidades não realizadas de uma região, melhorou vastamente um ambiente natural.

Vamos pausar, neste ponto, para visualizar como nossa comunidade livre se integra ao seu ambiente natural. Nós supomos que a comunidade foi estabelecida depois de um estudo cuidadoso da sua ecologia natural - seus recursos de ar e águas, seu clima, suas formações geológicas, seus materiais brutos, seus solos, e sua flora e fauna naturais. A população desta comunidade é conscientemente limitada à capacidade de suporte ecológica da região. A gestão do solo é guiada inteiramente por princípios ecológicos de forma que um equilíbrio seja mantido entre o ambiente e seus habitantes humanos. Industrialmente aperfeiçoada, a comunidade forma uma unidade distinta dentro de uma matriz natural, social e artisticamente em equilíbrio com a área que ela ocupa.

A agricultura é altamente mecanizada mas tão mista quanto possível com respeito a cultivos, matérias primas e madeiras. A variedade de flora e fauna é promovida como forma de controle de infestações de pestes e melhoramento da beleza cênica. Fazendas de grande escala são permiti-

dadeiramente orgânica. Seria nossa nova tecnologia baseada na mesma divisão nacional de trabalho que existe hoje? O tipo corrente de organização industrial - uma extensão, em efeito, das formas industriais criadas pela Revolução Industrial - estimula a centralização industrial (apesar de um sistema de gestão pelos trabalhadores baseado na fábrica individual e na comunidade local ter o potencial de avançar na direção de eliminar esta característica).

Ou será que a nova tecnologia é compatível com um sistema de produção em pequena escala, baseado em uma economia regional e estruturada fisicamente numa escala humana? Este tipo de organização industrial coloca todas as decisões econômicas nas mãos de uma comunidade local. Até o ponto em que a produção material seja descentralizada e localizada, a primazia da comunidade é garantida sobre as instituições nacionais - assumindo que tais instituições nacionais se desenvolvam significativamente. Nestas circunstâncias, a assembleia popular da comunidade local, organizada numa democracia de cara-a-cara, toma a gestão completa da vida social. A questão é se uma sociedade do futuro poderá se organizar ao redor da tecnologia ou se a tecnologia é agora suficientemente maleável para que possa ser organizada ao redor da sociedade. Para responder a essa questão, nós precisamos examinar mais de perto algumas características das novas tecnologias.

AS NOVAS TECNOLOGIAS E A ESCALA HUMANA

Em 1945, J. Presper Eckert, Jr. e John W. Mauchly da Universidade da Pensilvânia desvelaram o ENIAC, o primeiro computador digital a ser projetado inteiramente usando princípios eletrônicos. Atribuído para uso em problemas balísticos, o ENIAC precisou de quase 3 anos de trabalho de projeto e construção. O computador era enorme. Pesava mais de 30 toneladas, continha 18,800 válvulas à vácuo com meio milhão de conexões (que tomaram de Eckert e Mauchly dois anos e meio para serem soldadas), uma vasta rede de resistores, e milhas de cabeamento. O computador requeria uma grande unidade de ar condicionado para resfriar seus componentes eletrônicos. Ele frequentemente quebrava ou se comportava de maneira errática, requerendo reparos e manutenção dispendiosa. Ainda assim por todos os padrões prévios de desenvolvimento de computadores, o ENIAC era uma maravilha eletrônica. Ele podia realizar 5000 cálculos em um segundo, gerando sinais elétricos pulsados que completavam 100,000 ciclos por segundo. Nenhum dos computadores mecânicos ou eletro-mecânicos em uso naquela época podia se aproximar desta velocidade computacional.

Apenas vinte anos depois, a Companhia de Computadores e Controle de Framingham, Massachusetts, oferecia o DDP-124 para venda pública. O DDP-124 é um computador pequeno, compacto que lembra bastante um receptor de rádio AM de cômoda. A montagem completa, junto a um unidade de digitação e de memória, ocupava uma típica mesa de escritório. O DDP-124 realizava 285,000 cálculos por segundo. Ele tinha uma memória verdadeira de programas armazenados que podia ser expandida para armazenar quase 33,000 palavras (a "memória" do ENIAC, baseada em fios plugados pré-configurados, não tinha nada da flexibilidade dos computadores de hoje em dia); ele pulsava a uma tava de 1.75 bilhões por segundo. O DDP-124 não requeria nenhuma unidade de ar condicionado; era completamente confiável, e criava muito poucos problemas de

realizado em alguns minutos. Este tipo de mecanização é intrinsecamente neutro; ele pode ser usado para alimentar rebanhos enormes ou apenas algumas centenas de cabeças de gado; os silos podem conter alimentação natural ou sintética, com nutrientes harmonizados; o alimentador pode ser utilizado em fazendas relativamente pequenas com um misto de culturas ou em grandes ranchos de cultivo de gado, ou em fazendas de todos os tamanhos. Em resumo, este tipo de alimentação pode ser colocado em serviço desde o tipo mais abusivo de exploração comercial à mais sensata aplicação de princípios ecológicos.

Isso é verdadeiro para a maioria das máquinas agrícolas que foram projetadas (em muitos casos, simplesmente redesenhadas para atingir maior versatilidade) nos últimos anos. O trator moderno, por exemplo, é um trabalho de soberba engenhosidade mecânica. Modelos de jardim podem ser usados com extraordinária flexibilidade para uma grande variedade de tarefas; leves e extremamente manobráveis, eles podem seguir os traçados dos terrenos mais desafiadores sem danificar o solo. Grandes tratores, especialmente aqueles utilizados em climas quentes, provavelmente teriam interiores com ar-condicionado; além de equipamentos de reboque, eles podem puxar extensões para realizar furos, para fazer o trabalho de empilhadeiras, ou mesmo provendo unidades de potência para elevadores de grãos. Arados foram desenvolvidos para lidar com todas as contingências da lavoura. Modelos avançados são até mesmo regulados hidráulicamente para levantar e abaixar com os contornos do solo. Semeadoras mecânicas estão disponíveis para virtualmente todos os tipos de cultivo. Neste ritmo, "lavoura mínima" é atingida por semeadores que plantam sementes, fertilizantes e pesticidas (é claro!) simultaneamente, uma técnica que une diversas operações em uma só e reduz a compactação do solo geralmente produzida pelo uso recorrente de máquinas pesadas.

A variedade de colheitadeiras mecânicas chegou a proporções estonteantes. Colheitadeiras foram desenvolvidas para diferentes tipos de pomares, arbustos, vinhas, campos, e, é claro, grãos. Celeiros, bacias de alimentação e unidades de estoque foram totalmente revolucionadas por roscas helicóides, esteiras de transporte, silos herméticos, removedores de estrume, dispositivos de regulação climática, *ad infinitum*. Colheitas são mecanicamente descascadas, lavadas, contadas, preservadas por congelamento ou enlatamento, empacotadas e engradadas. A construção de linhas de fossos de irrigação é reduzida a uma simples operação mecânica que pode ser realizada por uma ou duas máquinas de escavação. Solos

rimentos com artesãos, com o trabalho de manufatura isolado, o que não pode por si mesmo ser suficiente para sustentar a união social.”.

Para argumentar que o residente urbano moderno deveria uma vez mais apreciar ”os trabalhos do campo” pode parecer como uma piada de mal gosto. Uma restauração da agricultura campesina prevalente nos dias de Fourier não é nem possível nem desejável. Charles Gide estava com certeza certo quando observou que o trabalho agrícola ”não é necessariamente mais atraente que o trabalho industrial; trabalhar a terra sempre foi considerado... um tipo de labuta dolorosa, de labuta que é feita com ’o suor das sombrancelhas’”. Fourier não retira esta objeção por sugerir que seus Falanstérios iriam cultivar principalmente frutas e vegetais ao invés de grãos. Se nossa visão não se estendesse além das técnicas de cultivos e gestão de solo correntes, a única alternativa à agricultura campesina seria uma forma de agricultura altamente especializada e centralizada, suas técnicas semelhantes aos métodos usados na indústria moderna. De fato, longe de atingir um equilíbrio entre cidade e campo, iríamos nos deparar com um ambiente sintético que teria assimilado completamente o ambiente natural.

Se nós aceitarmos que a terra e a comunidade devem ser reintegradas fisicamente, que a comunidade deve existir numa matriz agrícola que torna a dependência do homem da natureza explícita, então o problema que enfrentamos é como atingir esta transformação sem impor ”labuta dolorosa” à comunidade. Como, em resumo, pode a criação, formas ecológicas de cultivo agrícola, e a agricultura numa escala humana serem praticadas sem sacrificar a mecanização? Alguns dos avanços tecnológicos com mais promessas feitos na agricultura desde a Segunda Guerra Mundial são tão adaptados a formas de gestão do solo em pequena escala, ecológicas, quanto são para as imensas unidades comerciais de tipo industrial que se tornaram prevalentes nas últimas poucas décadas. Vamos considerar alguns exemplos:

O sistema augermático de alimentação de culturas ilustra um princípio cardinal na mecanização agrícola racional - o desenvolvimento de máquinas e dispositivos convencionais de forma que virtualmente se elimina o trabalho árduo. Ligando uma bateria de silos com roscas transportadoras, por exemplo, diferentes nutrientes são misturados e transportados para bacias de alimentação simplesmente puxando alguns botões e ativando alguns interruptores. Um trabalho que poderia requerer cinco ou seis homens, trabalhando meio dia com baldes e forquilhas, pode agora ser

manutenção. Ele podia ser construído a uma fração diminuta do custo requerido para construir o ENIAC.

A diferença entre o ENIAC e o DDP-124 é uma de grau ao invés de tipo. Deixando de lado as unidades de memória, ambos os computadores digitais operam segundo os mesmos princípios eletrônicos. O ENIAC, no entanto, era composto primariamente de componentes eletrônicos tradicionais (válvulas à vácuo, resistores, etc.) e milhares de pés de fios; o DDP-124, por outro lado, utilizava principalmente micro-circuitos. Esses micro-circuitos são unidades eletrônicas muito pequenas que empacotam o equivalente dos componentes eletrônicos chave do ENIAC em quadros cujo tamanho é uma pequena fração de uma polegada. Em paralelo à minituarização dos componentes de computadores ocorreu uma notável sofisticação das formas tradicionais de tecnologia. Máquinas cada vez menores estão começando a substituir as máquinas maiores. Por exemplo, um marco fascinante foi atingido em reduzir o tamanho dos Laminadores de Tiras a Quente. Este tipo de laminador é uma das maiores e mais caras facilidades na indústria moderna. Ela pode ser considerada uma única máquina, de quase meia milha de comprimento, capaz de reduzir uma placa de aço de 10 toneladas de cerca de 6 polegadas de espessura e 50 de largura a uma fina chapa de metal com 1/10 ou 1/12 de polegada de espessura. Esta instalação sozinha, incluindo fornos de reaquecimento, bobinadeiras, mesas de cilindros de trabalho, sistemas de descarepação e a própria construção pode custar dezenas de milhões de dólares e ocupar 50 acres ou mais. Ela produz 300 toneladas de chapas de aço por hora. Para ser usada de forma eficiente, uma laminadora de tira a quente deve ser operada junto a grandes baterias de fornos de coque, fornos Siemens-Martin, laminadoras de blocos, etc. Essas facilidades, em conjunção com laminadoras a quente e a frio, podem ocupar várias milhas quadradas. Tal complexo de produção de aço é orientado a uma divisão nacional do trabalho, para fontes altamente concentradas de materiais brutos (geralmente localizadas a grandes distâncias do complexo), e a grandes mercados nacionais e internacionais. Mesmo se totalmente automatizada, suas necessidades de operação e gestão transcendem em muito as capacidades de uma comunidade pequena, descentralizada. O tipo de administração que ela requer tende a incentivar formas sociais centralizadas.

Fortunadamente, nós temos agora um número de alternativas - mais eficientes em muitos aspectos - ao complexo do aço moderno. Podemos substituir alto-fornos e fornos de Siemens-Martin por uma variedade de

fornos elétricos que são geralmente bastante pequenos e produzem excelente ferro gusa e aço; eles podem operar não apenas com coque mas também com antracito, carvão vegetal e mesmo lignito. Ou nós podemos escolher o processo HyL (Hayata y Lamina, ou processo de redução direta), um processo de fornadas no qual o gás natural é usado para transformar minério de alto teor de ferro ou outros concentrados em ferro esponja. Ou podemos considerar o processo Wiberg, que envolve o uso de carvão vegetal, monóxido de carbono e hidrogênio. De qualquer forma, podemos reduzir a necessidade de fornos de coque, alto-fornos, e possivelmente mesmo de agentes redutores sólidos.

Um dos passos mais importantes na direção de reduzir a escala de um complexo de produção de aço para dimensões comunitárias foi o desenvolvimento da laminadora planetária por T. Sendzimir. A laminadora planetária reduz a laminadora de tiras a quente a uma única unidade planetária e uma unidade de finalização leve. Placas de aço quente, de duas polegadas e um quarto de espessura, passam através de dois pequenos pares de cilindros de alimentação aquecidos e um conjunto de cilindros de trabalho montados em duas celas circulares que também contêm dois cilindros de backup. Operando as celas e os cilindros de backup a diferentes velocidades de rotação, os cilindros de trabalho são forçados a girar em duas direções. Isto dá às placas de aço um formidável esmagamento e as reduz à espessura de apenas 1/10 de polegada. A laminadora planetária de T. Sendzimir é um golpe de gênio da engenharia; os pequenos cilindros de trabalho, girando nas duas celas circulares, substituem a necessidade de quatro gigantescas unidades de desbaste e seis unidades de finalização em uma laminadora de tiras a quente contínua.

A laminação de placas a quente pelo processo de Sendzimir requer uma área operacional muito menor que uma laminadora contínua. Com o lingotamento contínuo, além disso, é possível produzir placas de aço sem a necessidade de grandes e caras lingoteiras. Um complexo industrial de aço do futuro baseado em fornos elétricos, lingotamento contínuo, laminadoras planetárias e pequenas laminadoras contínuas a frio iria precisar de uma fração da área ocupada por uma instalação convencional. Ele seria plenamente capaz de atender às necessidades de aço de várias comunidades de tamanho moderado com pequenas quantidades de combustível.

O complexo que eu descrevi não é desenhado para atender às demandas de um mercado nacional. Ao contrário, ele é adequado apenas para satisfazer as necessidades de comunidades pequenas ou moderadas e paí-

Europa foram lenta e soberbamente retrabalhados para propósitos agrícolas. Geralmente, não foi até que os sistemas agrícolas comerciais e as sociedades humanas altamente urbanizadas tenham sido desenvolvidas que o ambiente natural foi explorado sem exceções. Alguns dos piores casos de destruição do solo no mundo antigo aconteceram nas fazendas gigantes, trabalhadas por escravos do Norte da África e da península Italiana.

No nosso próprio tempo, o desenvolvimento da tecnologia e o crescimento das cidades trouxe a alienação do homem da natureza a um ponto de cisão. O homem Ocidental se encontra confinado a um ambiente urbano largamente sintético, distante da terra, sua relação com o mundo material mediada por máquinas. Não apenas ele não tem familiaridade com a forma de produção da maior parte de seus bens, mas sua comida lembra apenas vagamente aos animais e plantas das quais ela foi obtida. Embalado em um contexto humano sanitizado (quase institucional em forma e aparência), ao homem moderno é negado mesmo o papel de espectador nos sistemas agrícolas e industriais que satisfazem suas necessidades materiais. Ele é um puro consumidor, um receptáculo insensato. Seria cruel dizer que ele é desrespeitoso frente ao natural; o fato é que ele escassamente sabe que meios ecológicos ou o que seu ambiente depende para se manter em equilíbrio.

O equilíbrio deve ser restaurado não apenas na natureza mas entre homem e natureza. Em outros textos, eu tentei mostrar que a menos que nós estabeleçamos algum tipo de equilíbrio entre o homem e o mundo natural, a viabilidade da espécie humana será colocada em grave ameaça. Aqui, eu tentarei mostrar como as novas tecnologias podem ser usadas ecologicamente para cristalizar o senso de dependência do homem com relação ao meio natural na experiência humana, como podemos contribuir para atingir a completude do humano.

Os utópicos clássicos entendiam completamente que o primeiro passo nesta direção deve ser remover as contradições entre a cidade e o campo. "É impossível," escreveu Fourier quase um século e meio atrás, "organizar uma associação regulada e bem-equilibrada sem trazer em jogo os trabalhos do campo, ou ao menos jardins, pomares, manadas e rebanhos, chiqueiros, e uma grande variedade de espécies, animais e vegetais.". Chocado pelos efeitos sociais da Revolução Industrial, Fourier adicionou: "Eles são ignorantes deste princípio na Inglaterra, onde eles fazem expe-

O USO ECOLÓGICO DA TECNOLOGIA

Eu tentei, até então, lidar com um número de questões tangíveis, claramente objetivas: a possibilidade de eliminar a labuta, a insegurança material, e o controle econômico centralizado. Nesta seção, eu gostaria de lidar com um problema que pode parecer um pouco subjetivo, mas que ainda assim é de importância: a necessidade de fazer com que a dependência que o homem tem do mundo natural seja uma parte visível e viva de sua cultura.

Este problema é único à nossa sociedade altamente urbanizada e industrializada. Em quase todas as culturas pré-industriais, esta relação do homem era bem definida, viável, e santificada pelo peso da tradição e do mito. Mudanças nas estações, variações nas chuvas, os ciclos de vida das plantas e animais dos quais os humanos dependiam para comida e vestimentas, as características distintivas de uma área ocupada por uma comunidade eram familiares, compreensíveis e evocavam no homem um senso de admiração religiosa, de comunhão com a natureza, e, mais pragmaticamente, um senso de dependência respeitosa. Olhando para trás às primeiras civilizações do mundo Ocidental, nós raramente encontramos um sistema de tirania social tão controlador e cruel que ignorava esta relação. Invasões bárbaras e, mais insidiosamente, o desenvolvimento de civilizações comerciais podem ter destruído os ganhos obtidos pelo estabelecimento das culturas agrárias, mas o desenvolvimento normal dos sistemas agrícolas, por mais explorador que fosse do homem, raramente levava à destruição do solo e da paisagem. Durante os períodos mais opressivos na história do antigo Egito e da Mesopotâmia, as classes dominantes tentavam manter os diques de irrigação em bom estado e promoviam métodos racionais de cultivo de comida. Mesmo os Gregos antigos, subjugados a um solo fino, montanhoso, que sofria pesadamente com erosão, astutamente aproveitavam muito de suas terras aráveis cultivando pomares e vinhas. Através da Idade Média os solos pesados da

ses industrialmente subdesenvolvidos. A maior parte dos fornos elétricos para produção de ferro gusa produz entre 100 e 250 toneladas por dia, enquanto grandes alto-fornos produzem 3000 toneladas por dia. Uma laminadora planetária pode processar somente 100 toneladas de placas de aço por hora, cerca de um terço da capacidade de uma laminadora contínua. Ainda assim a própria escala de nosso complexo de produção de aço hipotético constitui uma de suas características mais atrativas. Além disso, o aço produzido por nosso complexo é mais durável, de forma que a taxa de renovação dos produtos de aço de nossa comunidade seria reduzida apreciavelmente. Como o complexo reduzido requer pequenas quantidades de minério, combustível e agentes redutores, muitas comunidades poderiam utilizar recursos locais para a obtenção dos materiais brutos, portanto conservando os recursos mais concentrados das fontes de oferta mais centralmente localizadas, aumentando a independência da própria comunidade com relação à economia centralizada tradicional, e reduzindo os gastos de transporte. O que num primeiro olhar pareceria uma duplicação de esforços custosa e ineficiente que poderia ser evitada construindo alguns poucos complexos de produção centralizados se provaria, em longo prazo, mais eficiente, bem como mais desejável socialmente.

As novas tecnologias produziram não apenas componentes eletrônicos minituarizados e facilidades de produção reduzidas mas também máquinas altamente versáteis e de múltiplo propósito. Por mais de um século, a tendência no projeto de máquinas se moveu crescentemente na direção de especialização tecnológica e dispositivos de finalidade única, estruturando a intensiva divisão de trabalho requerida pelo novo sistema fabril. As operações industriais foram subordinadas inteiramente ao produto. Com o tempo, esta abordagem pragmática estreita "levou a indústria longe de uma linha de desenvolvimento racional no maquinário de produção", observam Eric W. Leaver e John J. Brown. "Isto levou a especializações crescentemente anti-econômicas... A especialização de máquinas em termos do produto final requer que a máquina seja jogada fora quando o produto não é mais necessário. Mas o trabalho que a máquina de produção realiza pode ser reduzido a um conjunto de operações básicas - conformação, fixação, corte, e assim por diante - e essas operações, se corretamente analisadas, podem ser empacotadas e aplicadas para operar em uma parte conforme necessário."

Idealmente, uma máquina de furar do tipo visualizado por Leaver e Brown seria capaz de produzir um furo pequeno o bastante para segurar

um fio fino ou grande o suficiente para admitir um encanamento. Máquinas com este intervalo de operação foram no passado consideradas economicamente proibitivas. Desde o meio da década de 1950, porém, um número de tais máquinas foram projetadas e postas em operação. Em 1954, por exemplo, uma unidade de furação horizontal foi construída na Suíça para a planta de River Rouge da Ford Motor Company em Dearborn, Michigan. Esta máquina se qualifica lindamente como uma máquina de Leaver e Brown. Equipada com 5 escalas de controle microscópico iluminadas, a unidade realizava furos menores que um buraco de agulha ou maiores que um punho. Os furos era acurados a 10 milésimos de polegada.

A importância de máquinas deste tipo de intervalo de operação dificilmente pode ser superestimada. Elas tornam possível produzir uma variedade de produtos numa única planta. Uma comunidade pequena ou moderada usando máquinas de múltiplo propósito poderia satisfazer muitas de suas limitadas necessidades industriais sem se preocupar com facilidades industriais subutilizadas. Haveria menos perdas em ferramentas e menos necessidade para plantas de única finalidade. A economia da comunidade seria mais compacta e versátil, mais aperfeiçoada e autocontida do que qualquer coisa que encontramos nas comunidades dos países industrialmente avançados. O esforço envolvido em reelaborar máquinas para novos produtos seria enormemente reduzido. A reelaboração iria geralmente consistir de mudanças no dimensionamento ao invés de no projeto. Finalmente, máquinas de múltiplo propósito com amplo intervalo de operação são relativamente fáceis de automatizar. As mudanças necessárias para usar essas máquinas em uma facilidade industrial cibernética seriam geralmente nos circuitos e na programação ao invés de nas formas e estrutura das máquinas.

Máquinas de propósito único, é claro, continuariam a existir, e seriam ainda usadas na manufatura em massa de uma grande quantidade de bens. No presente muitas máquinas altamente automáticas de único propósito poderiam ser empregadas com muito poucas modificações por comunidades descentralizadas. Máquinas de engarrafamento e enlatamento, por exemplo, são instalações compactas, automáticas e bastante racionais. Nós podemos esperar ver máquinas automáticas menores para produção têxtil, processamento químico e processamento de alimentos. Uma mudança maior de automóveis convencionais, ônibus e caminhões para veículos elétricos iria sem dúvidas levar a facilidades industriais muito me-

nores que as plantas automobilísticas existentes. Muitas das facilidades centralizadas restantes poderiam ser efetivamente descentralizadas simplesmente as tornando tão pequenas quanto possível e as compartilhando entre várias comunidades.

Não alego que todas as atividades do homem podem ser completamente descentralizadas, mas a maioria poderia certamente acontecer em escalas humanas e comunitárias. Isto é certo: podemos mudar o centro do poder econômico da escala nacional para local e de formas burocráticas centralizadas de controle para assembleias locais e populares. Esta mudança seria uma mudança revolucionária de vastas proporções, pois ela criaria fundações econômicas poderosas para a soberania e autonomia da comunidade local.