

tendências surgiram ou foram impulsionadas pelo nascimento da computação com base na Internet. Na medida em que os serviços públicos de informática crescem em tamanho e sofisticação, as mudanças para as empresas e para a sociedade – e para nós próprios – só aumentam. E seu ritmo só faz acelerar.

Muitas das características que definem a sociedade norte-americana só apareceram depois da eletrificação. O surgimento da classe média, a expansão do ensino público, o florescimento da cultura de massas, o movimento da população rumo aos elegantes bairros afastados, a passagem da economia industrial para uma economia de prestação de serviços – nenhum desses processos teria acontecido sem a corrente elétrica barata fornecida por nossos serviços públicos. Hoje pensamos nesses processos como traços permanentes de nossa sociedade. Mas trata-se de uma ilusão. Eles são subprodutos de uma série particular de considerações econômicas que refletiram, em grande medida, as tecnologias da época. Logo vamos descobrir que aquilo que supomos ser os fundamentos duradouros de nossa sociedade são, na verdade, só estruturas temporárias, abandonadas com a mesma facilidade da roda de Henry Burden.

## Capítulo Dois

### O inventor e seu empregado

Thomas Edison estava cansado. Era verão de 1878, e ele tinha acabado de passar um ano exaustivo aperfeiçoando e depois promovendo sua invenção mais deslumbrante, o fonógrafo de folha de estanho. Precisava de uma pausa da balbúrdia permanente de seu laboratório em Menlo Park, uma chance de desanuviar a cabeça antes de embarcar em outra grande aventura tecnológica. Quando um grupo de amigos seus o convidou para se juntar a eles em uma turnê de caça e acampamento na região oeste dos Estados Unidos, ele concordou na hora. A viagem começou em Rawlins, Wyoming, onde o grupo viu um eclipse do Sol e depois continuou rumo ao oeste, atravessando Utah e Nevada, passando pelo vale do Yosemite e chegando a San Francisco.

Enquanto viajava pelas Montanhas Rochosas, Edison visitou um local de mineração próximo do rio Platter. Vendo uma equipe de operários exaurindo-se com brocas manuais, ele virou-se para um dos amigos e perguntou:

— Por que a energia daquele rio não pode ser transmitida a esses homens pela eletricidade?

Era um pensamento audacioso – a eletricidade só era controlada em uma escala mínima. Mas, para Edison, audácia era sinônimo de inspiração. Quando voltou ao leste no outono, estava consumido pela idéia de fornecer eletricidade de uma usina geradora central e distribuí-la através de uma rede. Mas seu interesse não residia mais em fornecer energia para brocas de operários em um fim de mundo. Queria iluminar cidades inteiras. Apresou-se em fundar

a Edison Electric Light Company para financiar o projeto e, no dia 20 de outubro, anunciou à imprensa que logo estaria fornecendo eletricidade para as residências e os escritórios da cidade de Nova York. Depois de fazer essa promessa grandiosa, ele e toda a equipe de Menlo Park tiveram de descobrir como cumprí-la.

Ao contrário de inventores menores, Edison não se dedicava apenas a criar coisas isoladas; criava sistemas inteiros. Primeiro imaginava o todo, depois fabricava as peças necessárias, certificando-se de que todas se encaixavam perfeitamente umas nas outras. “Não era preciso somente que as lâmpadas emitissem luz e os motores gerassem a corrente”, escreveu ele mais tarde sobre seu plano de fornecer eletricidade sob a forma de serviço público, “as lâmpadas tinham de ser adaptadas à corrente dos motores, e os motores tinham de ser construídos de forma a dar à corrente o caráter exigido pelas lâmpadas e, da mesma forma, todas as partes do sistema têm de ser construídas com referência a todas as outras partes, uma vez que, de certa forma, a máquina é o conjunto de todas suas partes”. Felizmente, para Edison, havia um bom modelo à mão. Os sistemas urbanos de iluminação a gás, inventados no início do século, já estavam instalados em muitas cidades, trazendo gás natural de um gasômetro central, que era distribuído pelos edifícios para ser usado como combustível das lâmpadas. A luz, produzida por simples velas e lâmpadas a óleo durante séculos, já tinha se transformado em um serviço público. O desafio de Edison era substituir os sistemas de luz a gás por outros de luz elétrica.

Teoricamente, a eletricidade tinha muitas vantagens sobre o gás como fonte de iluminação. Era mais fácil de controlar e, como fornecia luz sem chama, seu uso deixava menos resíduos e era mais seguro. Em comparação, a luz a gás era perigosa e produzia muita sujeira. Sugava o oxigênio das salas e quartos, exalava gases tóxicos, escurecia as paredes e manchava as cortinas, esquentava o ar e tinha uma tendência enervante de causar explosões grandes e mortais. Embora a luz a gás tenha sido originalmente “considerada a encarnação da higiene e da pureza”, diz Wolfgang Schivelbusch em *Disenchanted Night* (Noite Desencantada) – sua história de sistemas de iluminação –, seus defeitos ficaram mais evidentes quando seu uso se difundiu. As pessoas começaram a vê-la como algo “sujo e anti-higiênico” – um mal necessário. O próprio Edison a via como algo “bárbaro e perdulário”. Chamava-a de “luz da Idade das Trevas”.

Apesar da insatisfação crescente com as lâmpadas a gás, as limitações técnicas

da época restringiam o uso da eletricidade destinada à iluminação. Em primeiro lugar, a moderna lâmpada incandescente ainda não tinha sido inventada. A única luz elétrica viável era a lâmpada de arco voltaico, que funcionava enviando uma corrente desprotegida pelo espaço entre duas hastes de ferro carregadas. As lâmpadas de arco voltaico iluminavam com um brilho e um calor tão intensos que não era possível colocá-las dentro de salas e quartos nem na maioria dos outros espaços fechados. Estavam restritas a grandes áreas públicas. Em segundo lugar, não havia como fornecer eletricidade a partir de uma usina geradora central. Toda lâmpada de arco voltaico exigia sua própria bateria. “Como a vela e a lâmpada a óleo”, explica Schivelbusch, “a iluminação com a lâmpada de arco voltaico era governada pelo princípio pré-industrial de suprimento auto-suficiente”. Por pior que fosse a luz a gás, a luz elétrica não era alternativa.

Portanto, para construir “a” máquina, Edison teve de adotar inovações tecnológicas em todos os componentes importantes do sistema. Teve de ser pioneiro no caminho que levava à produção eficiente de eletricidade em larga escala, na forma de levar a corrente com segurança a residências e escritórios, na forma de medir o uso que cada consumidor faria da corrente e, por fim, na forma de transformar a corrente em uma luz controlável e digna de confiança, adequada para os espaços de vida normal das pessoas. E tinha de garantir que teria condições de vender a luz elétrica pelo mesmo preço da luz a gás e ainda ter lucro.

Era um desafio e tanto. Mas ele e seus companheiros de Menlo Park conseguiram dar-lhe uma solução com uma velocidade impressionante. Dois anos depois, já tinham criado todos os componentes críticos do sistema. Tinham inventado a célebre lâmpada elétrica de Edison, fechando hermeticamente um filamento de cobre no vácuo criado dentro de um pequeno recipiente de vidro para produzir, como disse poeticamente um repórter, “um globinho de luz do sol, uma verdadeira lâmpada de Aladim”. Tinham desenhado um motor novo muito potente, quatro vezes maior que seu maior precursor (batizaram sua criação de Jumbo, uma referência a um popular elefante de circo da época). Tinham aperfeiçoado um circuito paralelo que permitiria que muitas lâmpadas elétricas operassem independentemente, com controles separados, em um único fio. E tinham inventado um medidor que determinaria a quantidade de energia elétrica usada por cada consumidor. Em 1881, Edison foi a Paris

mostrar um modelo de seu sistema em miniatura – funcionando perfeitamente, claro está – na Exposição Internacional de Eletricidade, realizada no Palais de l'Industrie dos Champs-Elysées. Também mostrou plantas de engenharia da primeira central geradora do mundo, que construiria em dois armazéns da Pearl Street, que ficava na parte baixa de Manhattan, anunciou ele.

Os planos para a usina de Pearl Street eram ambiciosos. Quatro grandes caldeiras a carvão criariam a pressão de vapor necessária para fornecer energia a seis motores de 125 cavalos a vapor que, por sua vez, impulsionariam seis dos motores Jumbo de Edison. A eletricidade seria transmitida por uma rede de cabos subterrâneos a edifícios situados em um território de 1.600 metros quadrados em torno da usina, todos eles equipados com um medidor. A construção do sistema começou logo depois da Exposição de Paris, com Edison trabalhando até tarde da noite na supervisão do projeto. Pouco mais de um ano depois, a usina estava pronta, e os quilômetros de cabos estavam assentados. Exatamente às três da tarde do dia 4 de setembro de 1882, Edison instruiu o chefe de sua equipe de eletricidade, John Lieb, a ligar uma chave na central de Pearl Street, liberando a corrente de um de seus geradores. Como disse a reportagem do *New York Herald* do dia seguinte, “num piscar de olhos, a área compreendida pelas ruas Spruce, Wall, Nassau e Pearl Street iluminou-se”. A eletricidade em forma de serviço público tinha acabado de chegar.

Mas administrar uma empresa de serviços públicos não era o que realmente interessava a Edison. A seus olhos, a usina de Pearl Street era apenas a comprovação de um conceito, uma instalação construída para demonstrar que seu sistema de luz elétrica funcionava. O verdadeiro desejo de Edison era vender franquias ou conceder um alvará de funcionamento do sistema patenteado a outros operadores e depois vender as diversas peças necessárias à construção e funcionamento de suas usinas. Organizou um império comercial para realizar essa ambição. A Edison Company for Isolated Lightning conseguiu uma licença para o funcionamento de seu sistema em todo o território dos Estados Unidos, enquanto a Compagnie Continentale Edison e outras filiais conseguiam o mesmo na Europa. A Edison Lamp Works produzia as lâmpadas elétricas. A Edison Machine Works fabricava os motores, e outra companhia ainda vendia os mais diversos acessórios. Na medida em que a demanda pelos sistemas elétricos de Edison crescia, crescia também sua empresa de muitas ramificações.

Mas o êxito do inventor também o cegou. Apesar de seu talento visionário,

não conseguiu enxergar nada além de seu negócio de terceirização e venda de peças. Havia suposto inicialmente que as usinas elétricas seriam apenas um substituto mais atraente dos gasômetros: seriam usinas urbanas relativamente pequenas, atendendo as necessidades de iluminação de edifícios e residências das proximidades. Na verdade, como os sistemas de Edison funcionavam com a corrente contínua, que não podia ser transmitida para muito longe, não teriam condições de atender territórios maiores que 1.600 metros quadrados. Enquanto o uso da eletricidade difundia-se para as fábricas e os sistemas de trânsito, Edison aferrava-se à idéia de produção da corrente contínua em pequena escala. Achava que as companhias industriais construiriam suas usinas geradoras particulares com suas plantas e peças. O orgulho de Edison em relação ao que considerava a perfeição de seu sistema reforçou essa crença. Mas seus interesses econômicos atuaram no mesmo sentido. Afinal de contas, quanto maior o número de sistemas pequenos construídos, fossem usinas centrais, fossem usinas particulares, tanto maior o número de peças que venderia. Edison inventara o primeiro serviço público viável de eletricidade. Mas não teve condições de prever a lógica do passo seguinte: a consolidação da produção de eletricidade em usinas gigantescas e a criação de uma rede nacional para distribuição da energia. O sistema que Edison tinha imaginado, e ao qual deu vida posteriormente, viria a ser o cárcere de sua imaginação.

Seria preciso um homem muito diferente, com uma visão muito diferente, para dar realidade à promessa da eletricidade como serviço público. Seria preciso um homem tão talentoso no aperfeiçoamento dos processos econômicos de um sistema tecnológico quanto Edison fora no aperfeiçoamento da tecnologia em si. A ironia é que o patrão de tal homem – e seu herói – era o próprio Edison.

Na noite de 28 de fevereiro de 1881, o navio *City of Chester* entrou no porto de Nova York trazendo um taquígrafo inglês franzino e míope de 21 anos chamado Samuel Insull. Tivera enjôo durante quase toda a viagem. Mas isso não diminuiu em nada seu entusiasmo ao descer pela prancha de desembarque. Sabia que logo realizaria seu sonho: conhecer o lendário inventor Thomas Edison.

Insull era um jovem sério e esforçado. Vindo de uma família de cruzados da temperança, passou a infância entregue à leitura de títulos como *Lives of the Great Engineers* (Vida dos Grandes Engenheiros) e *Self-Help* (Auto-Ajuda). Mostrou desde o início, segundo a descrição de seu biógrafo Forrest McDonald, “uma

constituição metabólica peculiar. Acordava cedo invariavelmente, abruptamente, completamente, com a energia lhe saindo pelo ladrão; apesar disso, ganhava ímpeto à medida que as horas passavam, e ia até tarde da noite". Como Edison, Insull era um trabalhador incansável, freqüentemente monomaníaco – um motor humano. Também tinha o mesmo talento de Edison para pensar em termos de sistemas, embora fossem sistemas comerciais – e não mecânicos – que despertavam a paixão de Insull. "Desde muito cedo", escreve McDonald, "ele aprendeu a ver a essência das relações entre as coisas ou entre os homens e as coisas, ou dos homens entre si, e a captar os princípios básicos com tanta clareza que conseguia perceber formas de alterá-los um pouquinho e fazê-los funcionar melhor". Embora as abstrações dos estudos avançados o entediassem, ele tinha "uma aptidão natural para a análise aritmética quantitativa do que via – a maneira de um contador ver as coisas".

Quando Insull tinha 14 anos, abandonou a escola para assumir um emprego de office-boy em uma casa de leilões de Londres. Aprendeu estenografia com um colega e logo conseguiu um segundo emprego, trabalhando à noite como taquígrafo para o editor de um jornal. Em seus momentos de folga, estudava contabilidade por conta própria, ia à ópera e lia sem parar, arquivando tudo em sua memória extraordinária. Em 1878, quando estava fazendo 19 anos, deparou com um artigo de revista que mostrava o retrato de Thomas Edison. Foi um acontecimento, como Insull lembrou muitos anos depois, que mudaria sua vida:

Certa noite, eu estava no metrô de Londres, indo de casa para o trabalho – onde tomava notas taquigráficas para um importante editor londrino –, quando aconteceu de eu pegar um exemplar antigo da revista *Scribner's Monthly*. Ela tinha uma ilustração que mostrava o Sr. Edison em seu laboratório de Menlo Park, o lugar onde ele fez os primeiros experimentos com iluminação elétrica... Escrevi um ensaio para a sociedade literária da qual era membro sobre o tema "O inventor norte-americano Thomas Alva Edison". Enquanto procurava informações para o ensaio, mal podia imaginar que minha carreira deslancharia a milhares de quilômetros de distância sob o nome do inventor que, no fim, se tornaria um dos maiores amigos que já tive.

Algum tempo depois de escrever o ensaio, Insull assumiu o emprego de secretário particular de um grande banqueiro chamado George Gouraud. Foi

um golpe de sorte. Por acaso, Gouraud era o homem responsável pelos negócios europeus de Edison. Por intermédio de seu novo chefe, Insull conheceu e travou amizade com o engenheiro-chefe de Edison, Edward Johnson. Este ficou tão impressionado com a inteligência e a energia de Insull, para não falar de seu conhecimento exaustivo da obra de Edison, que logo recomendou-lhe que chamassem o jovem para os Estados Unidos e o contratasse como seu secretário particular.

Quando Insull deixou o *City of Chester*, Johnson estava lá, esperando para levá-lo aos escritórios da Edison Electric Light Company em Manhattan. Lá Insull foi apresentado a um Edison aflito, com a barba por fazer, e que pôs imediatamente seu novo assistente para trabalhar, resumindo os acordos financeiros complicados – e muitas vezes precários – da empresa. Edison e Insull trabalharam lado a lado a noite toda e, ao amanhecer, Insull apresentou um plano criativo para conseguir um empréstimo adicional usando como garantia um pacote das patentes européias de Edison. "A partir daquele momento", diz McDonald, "Insull passou a ser imprescindível para cuidar do setor financeiro de Edison". Na verdade, ele foi mais que isso. Foi o vendedor das obras do grande inventor.

Insull desempenhou um papel crucial no sentido de manter funcionando as diversas empresas de Edison perpetuamente necessitadas de dinheiro à medida que a demanda por energia elétrica aumentava. Fiscalizava várias partes do império de Edison, reorganizando suas funções de marketing e vendas, e negociava acordos com banqueiros e outros financistas. Em 1889, supervisionou a fusão das fábricas de Edison no que viria a ser a Edison General Electric Company e, três anos depois, teve um papel-chave na fusão com seu maior concorrente, a Thomson-Houston, que se tornaria, pura e simplesmente, a General Electric. Mas, embora Insull, que estava com apenas 32 anos, tivesse se tornado um dos executivos da cúpula de uma das empresas de mais prestígio no mundo, estava insatisfeito com sua posição. Tinha estudado todos os aspectos do ramo da energia, da tecnologia às finanças, das leis aos regulamentos, e ansiava por um posto de comando. Possuía pouco interesse em se tornar um burocrata, por mais elevado e mais bem pago que fosse, em uma instituição grande e cada vez mais bizantina.

Havia um fator mais importante ainda: sua visão do ramo da eletricidade tinha divergido daquela de seu mentor. Estava convencido de que o fornecimento

de serviços públicos seria, no fim, um negócio mais importante do que fabricar peças para eles. Andara acompanhando os rápidos avanços da geração, transmissão e uso da eletricidade, e passara a enxergar, além do sistema de Edison, um modelo e um papel completamente novos das usinas centrais. Na primavera de 1892, foi oferecida a Insull a presidência da Chicago Edison Company, uma pequena produtora independente de energia que atendia apenas 5 mil consumidores. Aceitou na hora. A mudança implicou um corte enorme no salário, de US\$ 36 mil para US\$ 12 mil anuais. Mas o dinheiro não era o mais importante para ele. Estava em busca de horizontes mais largos. Em seu jantar de despedida em Nova York, ele se levantou e, com os olhos faiscando, jurou que a pequena Chicago Edison cresceria a ponto de suplantar a grande General Electric em tamanho. A previsão, escreve McDonald, “era tão mirabolante que chegava a dar vontade de rir – só que, quando Samuel Insull ficava daquele jeito, ninguém jamais ria”.

O que Insull tinha percebido, ou ao menos sentido, era que a eletricidade fornecida em larga escala por um serviço público satisfaria um leque muito maior de necessidades do que satisfizera até aquele momento. A eletricidade poderia se tornar uma verdadeira tecnologia genérica, usada por empresas e residências para fazer funcionar todo tipo de máquinas e aparelhos. Mas, para a eletricidade e as usinas elétricas de grande porte cumprirem seu destino, era necessário transformar a maneira pela qual a energia era produzida, distribuída e consumida. Assim como Edison teve de superar muitos obstáculos difíceis para montar seu sistema de energia elétrica, Insull também teria de fazer o mesmo para reinventar esse sistema. O maior de todos os desafios seria convencer o ramo industrial a parar de produzir sua própria energia e passar a comprá-la como um serviço prestado por usinas centrais. Seria uma prova para todas as capacidades de Insull como homem de negócios.

Desde o momento em que as pessoas começaram a usar máquinas, não tiveram outra opção além de produzir também a energia necessária para fazê-las funcionar. A fonte original de energia foi puro muque. Como diz Louis C. Hunter em *History of Industrial Power in the United States* (História da Energia Industrial dos Estados Unidos): “Durante milênios, os músculos de homens e animais deram o impulso necessário para movimentar as primeiras máquinas anônimas – o moinho manual, o torno do oleiro, a semeadeira, os foles da forja

ou a bomba manual”. Mesmo depois que as máquinas ficaram mais sofisticadas, em geral ainda eram os músculos que as faziam funcionar. Cavalos atrelados a guinchos impulsionavam a pedra dos moinhos para fazer farinha, as serras para cortar madeira, as prensas para fazer fardos de algodão e as brocas para cavar túneis e explorar pedreiras. “Inúmeros homens e animais”, escreve Hunter, “contribuíram com a maior parte da energia do ramo fabril antes de 1900”.

Mas, se a força muscular era suficiente para as pequenas empresas, não era para as grandes. Na medida em que as mercadorias passaram a ser centralizadas nas fábricas, estas começaram a exigir grandes quantidades de energia segura e controlável para suas máquinas funcionarem. A primeira grande fonte de energia industrial foi a água corrente. As fábricas eram construídas às margens de rios e riachos, controlando as dimensões do fluxo com rodas d’água e transformando-o em energia mecânica. O uso da água como fonte de energia tem uma longa história, remontando a uma época bem anterior à Revolução Industrial. Os gregos e romanos usaram rodas d’água e, durante séculos, os lavradores europeus construíram moinhos rudimentares para triturar seus cereais, e eles funcionavam graças à força da água. Quando Guilherme, o Conquistador, percorreu o país em 1066 para fazer seu cadastro das terras inglesas, encontrou milhares desses moinhos espalhados pelo interior.

Durante o século XIX, os sistemas que dependiam da água ficaram mais sofisticados, pois sofreram adaptações para serem utilizados em fábricas grandes. Engenheiros hidráulicos trabalharam bastante para tornar as rodas d’água mais eficientes, introduzindo uma série de melhorias em sua concepção. Além de aperfeiçoarem as rodas tradicionais, como a gigantesca de Burden, inventaram turbinas hidráulicas – rodas potentes, parecidas com leques, cujo uso também passou a ser muito difundido. Também houve rápidos progressos no desenho de barragens, comportas e canais destinados a regular o fluxo da água com a precisão necessária para operar máquinas intrincadas e sensíveis.

O uso da energia da água já foi simples. O dono de um moinho contratava um carpinteiro local para fabricar uma roda básica de madeira com um eixo acionador e punha a roda em um curso de água veloz. Depois, gerar energia ficou complicado e dispendioso – e, com o passar do tempo, foi ficando cada vez mais complicado e dispendioso. Os donos de fábricas tinham de aprender hidráulica ou contratar especialistas que conheciam essa ciência. Tinham de investir um capital considerável na construção e na manutenção de seus sistemas

com base na energia da água, e tinham de tomar decisões difíceis sobre o tipo de roda a comprar e que modelo usar para controlar o fluxo da água. Um dia rotineiras, agora as opções sobre geração de energia podiam levar uma empresa à prosperidade ou à falência.

Para complicar as coisas ainda mais, surgiu a segunda grande tecnologia de geração de energia industrial, o motor a vapor. Inventado no século XVIII, os motores a vapor transformavam a energia térmica em energia mecânica com a fervura da água para gerar vapor que, ao se expandir, empurrava um êmbolo ou fazia uma turbina girar. Sua grande vantagem era não precisar de água corrente – liberavam os donos da necessidade de construir suas fábricas ao lado de riachos e rios. Sua grande desvantagem era o fato de seu funcionamento ser mais dispendioso ainda que o das rodas d'água. Exigiam muito combustível – sob a forma de carvão ou madeira – para manter a água fervendo.

Como no caso dos sistemas hidráulicos, a tecnologia do vapor progrediu rápido, com inventores e engenheiros do mundo todo competindo para criar motores mais eficientes e seguros. Os avanços na geração de energia aconteciam na mesma medida que os avanços de sua transmissão. Com a produção industrial, não bastava mais conectar uma única máquina a uma roda d'água ou a um motor a vapor. A energia tinha de ser distribuída entre muitos aparelhos diferentes espalhados por toda a fábrica ou mesmo por vários prédios em um mesmo local. Isso exigiu a construção de uma “linha de montagem” – a combinação de rodas dentadas, eixos, correias e polias para transmitir e controlar a energia.

À medida que as fábricas foram expandindo-se e foi sendo introduzido um número maior de processos produtivos, a “linha de montagem” foi ficando incrivelmente sofisticada. Os donos das fábricas tiveram de contratar arquitetos para desenhar os sistemas e técnicos habilidosos para fazer sua manutenção. Um visitante de uma fábrica inglesa da década de 1870 observou que o interior desta tinha “uma aparência bizarra”, com “números incontáveis de polias e correias movimentando-se em todas as direções e, para quem não tem olho clínico, parecia uma confusão dos diabos”. Além de a construção ser dispendiosa, de ter tendência a falhar e de ser a principal causa de acidentes, essa “linha de montagem” era ineficiente. Não era raro polias e cintos consumirem um terço ou mais da energia produzida por uma roda d'água ou um motor comum.

Foi nesse mundo que o gerador elétrico fez sua estréia como a terceira

grande fonte de energia industrial. A eletricidade oferecia uma vantagem irresistível: não exigia uma “linha de montagem” pesada e desajeitada. Como toda máquina poderia receber energia em separado, os donos das fábricas teriam uma capacidade muito maior de controlar o ritmo do trabalho – e de expandir as operações. Deixariam de ser limitados por uma série complicada de correias e polias, que era difícil modificar. A eletricidade também era mais limpa e mais fácil de controlar que a água ou o motor a vapor.

Mas adotar a energia elétrica era uma alternativa proibitiva. Além de sacrificar a maior parte de seus investimentos anteriores em sistemas de roda d'água ou motor a vapor e toda a “linha de montagem” que os acompanhava, ainda era preciso instalar um motor, distribuir fios por toda a fábrica e, o pior de tudo, readaptar as máquinas para elas funcionarem com motores elétricos. Era caro e, como a energia elétrica era nova e ainda não fora testada, também representava risco. A passagem de um sistema para outro aconteceu lentamente no início. Em 1900, no final da primeira década em que os sistemas elétricos já tinham se tornado uma alternativa prática para os donos das fábricas, menos de 5% da energia utilizada pelo setor fabril era elétrica. Mas os avanços tecnológicos de fornecedores como a General Electric e a Westinghouse tornaram os sistemas e os motores elétricos cada vez mais baratos e seguros, e as campanhas publicitárias intensivas dos fornecedores também aceleraram a adoção da nova tecnologia. O rápido aumento do número de engenheiros elétricos qualificados acelerou ainda mais a mudança, uma vez que ofereciam os conhecimentos especializados necessários para instalar os novos sistemas e fazê-los funcionar. Em 1905, a revista *Engineering* sentiu-se em condições de dizer que “agora ninguém pensaria em planejar a construção de uma nova fábrica com outra energia que não a elétrica”. Em resumo: a energia elétrica deixou de ser exótica e passou a ser trivial.

Mas uma coisa não mudou. As fábricas continuaram construindo seus sistemas de fornecimento de energia em suas próprias instalações. Poucos donos de fábrica consideravam a idéia de comprar eletricidade de pequenas usinas centrais – como a usina de Edison em Pearl Street – que estavam aparecendo súbita e inesperadamente por todo o país. Concebidas para fornecer iluminação a residências e lojas das proximidades, as usinas centrais não tinham o tamanho nem a capacidade suficientes para atender as necessidades de fábricas grandes. E os donos das fábricas, tendo sempre gerado sua própria energia, tinham horror

de pensar em entregar uma função tão crítica a alguém de fora. Sabiam que qualquer problema no fornecimento de energia interromperia sua produção – e que uma série desses problemas poderia muito bem significar falência. “Nos primeiros anos”, segundo Louis Hunter, “a premissa era que um dono de fábrica que eletrificasse suas máquinas lançaria mão de sua própria usina de energia”. Essa premissa é evidente nas estatísticas. Quando o novo século começou, uma pesquisa feita pelo Departamento do Censo descobriu que já havia 50 mil fábricas de eletricidade funcionando, um número que superava em muito as 3.600 usinas centrais.

A explosão dos sistemas privados levou a um rápido crescimento das indústrias que forneciam componentes e conhecimentos especializados necessários para montá-los e operá-los. A General Electric e a Westinghouse tornaram-se empresas gigantes cercadas por toda uma constelação de fornecedores menores. Os revendedores e banqueiros que lhe davam retaguarda teriam muito a ganhar se garantissem a proliferação de sistemas privados de geração de energia elétrica. Na época em que Insull assumiu a presidência da Chicago Edison, a idéia de que um dono de fábrica produzisse sua própria energia estava profundamente arraigada não só na história do próprio setor fabril, mas também na grande e crescente indústria da eletricidade que atendia os donos das fábricas e tinha lucros fabulosos com seus negócios. E bem no centro dessa indústria estava o herói e ex-chefe de Insull.

Mesmo que os donos de fábricas estivessem apressando-se em construir e expandir suas próprias usinas geradoras de energia, estava sendo desenvolvido um par de tecnologias que tornaria essas usinas obsoletas. No começo da década de 1880, o engenheiro inglês Charles Parson inventou uma turbina a vapor muito potente, que conseguia produzir eletricidade com muito mais eficiência que os tradicionais motores a vapor impulsionados por êmbolos. Mais ou menos na mesma época, o inventor sérvio Nikola Tesla estava aperfeiçoando um sistema de distribuição de energia com corrente alternada, em lugar da corrente contínua. Juntas, essas duas inovações alteraram os fundamentos dos processos econômicos envolvidos no fornecimento de energia. A turbina a vapor permitiu que as usinas centrais tivessem uma economia de escala muito superior na geração da eletricidade e, com isso, reduziram o custo de produção de cada quilowatt. A corrente alternada possibilitou-lhes transmitir eletricidade por longas distâncias e atender um número muito maior de consumidores.

Os novos sistemas de corrente alternada enfrentaram resistência considerável no início. Como funcionavam com voltagens muito superiores àquelas dos sistemas existentes, despertaram em muita gente receios quanto à sua segurança. Edison, ainda convencido da superioridade de seu próprio sistema de corrente contínua, procurou intensificar esses receios lançando uma campanha publicitária apavorante, cujo objetivo era conseguir a proibição dos sistemas movidos a corrente alternada de alta potência. Com a colaboração de um eletricista chamado Harold Brown, ajudou a preparar uma série de execuções públicas de animais – cachorros, vacas e cavalos – usando a energia de motores de corrente alternada. Chegou até a convencer a Câmara de Deputados de Nova York a comprar um gerador de corrente alternada – da Westinghouse, que havia adquirido as patentes de Tesla e se tornara o grande defensor dos sistemas de corrente alternada – para usar na execução de criminosos condenados à morte. No dia 6 de agosto de 1890, um assassino chamado William Kemmler, que cometeu um crime com um machado, tornou-se o primeiro homem a morrer na nova cadeira elétrica de Nova York. Embora a manchete de jornal do dia seguinte – “Kemmler Westinghousado” – deva ter agradado Edison, sua campanha do medo não conseguiu impedir a proliferação dos sistemas de corrente alternada, superiores tecnologicamente.

Enquanto Edison tentava inutilmente deter o progresso, Insull estava tomando providências para capitalizá-lo. Foi o primeiro a perceber que, com as novas tecnologias, o fornecimento de eletricidade poderia ser consolidado em imensas usinas centrais que teriam condições de atender as demandas até dos maiores consumidores industriais. Além disso, a economia de grande escala dos serviços públicos, combinada à sua aptidão para usar sua capacidade de forma muito mais eficiente – pelo fato de atender muitos consumidores diferentes –, permitiria que uma empresa de serviços públicos fornecesse energia ao setor fabril por um custo menor que aquele obtido pelos donos de fábrica com seus sistemas particulares. Era o prenúncio de um círculo virtuoso: como um serviço público atendia um número maior de consumidores, acabaria tornando-se mais eficiente, permitindo reduzir o custo da energia ainda mais, o que, por sua vez, atrairia uma quantidade ainda maior de consumidores. “A oportunidade de pôr as mãos nesse grande negócio da energia estava bem ali na minha porta”, lembrou Insull em suas memórias, “e eu sabia que, a menos que construísse a usina mais econômica possível, perderia essa chance”.

Insull não demorou a expandir a capacidade geradora da Chicago Edison. Quando assumiu a presidência da companhia em 1º. de julho de 1892, ela era uma entre mais de vinte usinas pequenas espalhadas por toda a cidade, todas dedicadas ao fornecimento de eletricidade para iluminação. Operava só duas usinas centrais minúsculas. Insull começou a trabalhar imediatamente em uma usina muito maior em Harrison Street, perto do rio Chicago. No início, ela foi equipada com dois motores de 2.400 quilowatts. Mas foi planejada para acomodar geradores muito maiores. Algum tempo depois de terminar a construção da usina de Harrison Street, ele começou a programar a construção de uma usina mais ambiciosa ainda na Fisk Street. Nessas instalações, desejava acomodar turbinas a vapor de 5 mil quilowatts, muito maiores que quaisquer outras já construídas no país. Seu fornecedor, a General Electric, torceu o nariz para o projeto, oferecendo-se para lhe vender máquinas menores. Mas nada poderia deter Insull. Quando aceitou dividir o risco de instalar aquelas turbinas imensas, seu antigo patrão concordou. Entregou-lhe em 1903 o primeiro motor de 5 mil quilowatts. Não demoraria para Insull considerar essas máquinas superadas e substituí-las por outras maiores ainda. Em 1911, a usina de Fisk Street tinha dez turbinas de 12 mil quilowatts.

Enquanto aumentava sua capacidade de gerar energia, Insull também estava engolindo seus concorrentes. Menos de um ano depois de começar a trabalhar na Chicago Edison, já tinha adquirido as duas maiores rivais da companhia, a Chicago Arc Light and Power e a Fort Wayne Electric. Em 1885, já tinha absorvido mais seis empresas. Logo adquiriu o resto das usinas centrais que operavam em Chicago, obtendo o monopólio do fornecimento de energia elétrica de toda a cidade. Sabia que seu êxito dependia de atender o maior número possível de consumidores com suas usinas eficientes. Ao constituir um monopólio, seu objetivo não era aumentar os preços, e sim ganhar a escala necessária para reduzi-los drasticamente – e, desse modo, vender mais energia ainda para um número ainda maior de consumidores.

Duas outras tecnologias foram cruciais para os planos de Insull. A primeira foi o transformador rotativo. Inventado em 1888 por Charles Bradley, um engenheiro que havia trabalhado para Edison, o transformador rotativo era um conversor que transformava um tipo de corrente elétrica em outro. Na medida em que Insull expandia suas usinas e absorvia outras, acabou por deparar com uma mistura de equipamentos construídos para vários tipos de corrente elétrica

– a corrente contínua, a corrente alternada e outras correntes especiais – e operando com voltagens, freqüências e fases diferentes. Com o transformador rotativo e outros conversores, conseguiu fundir todas as suas usinas em um único sistema – uma versão muito mais ambiciosa do que a máquina isolada de Edison –, que poderia ser administrado a partir de um centro. Isso lhe permitiu vender eletricidade para vários usos – iluminação, maquinaria industrial, até mesmo carros – com uma única companhia responsável pela produção. O transformador rotativo possibilitou a montagem de uma rede universal sem a necessidade de substituir o equipamento antigo.

A segunda tecnologia importante foi o medidor de demanda, que Insull viu funcionando pela primeira vez em 1894, quando estava passando férias em Brighton, Inglaterra. Ao contrário dos medidores tradicionais, que só faziam a contagem da “carga” (o número de quilowatts gastos de fato) do consumidor, os medidores de demanda também faziam a contagem do “fator carga” (os quilowatts consumidos convertidos em porcentagem do maior uso possível). O maior uso possível por parte do consumidor era uma consideração vital para uma empresa de prestação de serviços públicos, pois era necessário verificar se tinha capacidade suficiente de geração de energia para atender a máxima demanda possível de sua clientela. O máximo uso possível também determinava os custos fixos de uma empresa de serviços públicos – os investimentos que tinha de fazer para a construção e a manutenção de suas usinas e seus equipamentos –, ao passo que o uso real determinava seus custos variáveis de funcionamento. [A lucratividade de uma empresa de serviços públicos dependia de seu fator carga total, pois este definia o grau de eficiência que estava empregando em sua capacidade instalada. Quanto maior o fator carga, tanto maior o lucro da empresa de serviço público.]

Um exemplo precoce de uma máquina de processamento de informações, o medidor de demanda preparou o terreno para uma revolução na definição de preços da eletricidade. Permitia às usinas cobrar dois pagamentos distintos: um fixo, que refletia a parte do consumidor nos custos fixos totais da empresa de serviços públicos, e outro variável, que refletia o consumo real. Em vez de cobrar o mesmo preço da energia de todos os compradores, as empresas de serviços públicos agora poderiam adaptar diferentes definições de preços a consumidores diferentes, com base nos processos econômicos necessários para atendê-los. Era possível cobrar preços muito menores de usuários grandes e

relativamente eficientes, como as fábricas, que de usuários pequenos, muito menos eficientes. Além disso, a variação dos preços permitia às empresas de serviços públicos atrair um conjunto de consumidores cujos tipos de demanda se complementavam – combinando usuários com grande consumo noturno, por exemplo, e usuários com grande consumo diurno. Com a administração cuidadosa desse “fator de diversidade”, como passou a ser chamado, uma companhia de prestação de serviços públicos poderia maximizar seu fator carga e, por conseguinte, seus lucros.

Insull provou ser um gênio em termos de capacidade de equilibrar a carga e, no começo do novo século, já estava bem adiantado no aperfeiçoamento de seu sistema, tanto no plano tecnológico quanto no plano financeiro. Sua façanha nesse sentido, de acordo com o historiador Thomas P. Hughes, foi comparável “às contribuições administrativas históricas feitas pelos donos de ferrovias do século XIX”. Mas Insull ainda tinha de convencer as indústrias a fecharem suas usinas particulares de geração de energia e comprarem eletricidade de sua empresa de serviços públicos. Seus primeiros alvos não foram os donos de fábricas, e sim as “empresas de transporte” – o bonde elétrico e as ferrovias elevadas que, na virada do século, eram os maiores consumidores de energia elétrica da cidade. O que tornava essas empresas particularmente atraentes para Insull era seu tipo de consumo de corrente. As companhias de transporte exigiam enormes quantidades de energia durante as horas de *rush* da manhã e da noite, quando os trabalhadores percorriam o trajeto entre suas casas e o local de trabalho. Sua demanda complementava perfeitamente aquela dos usuários domésticos, cujo pico de utilização era no começo da manhã e tarde da noite, e dos usuários dos escritórios, cujo pico de utilização era no meio do dia. Insull sabia que, se convencesse as companhias de transporte a comprar a eletricidade que ele produzia, aumentaria enormemente seu fator diversidade. Como garantia a elas, ofereceu-lhes um preço de menos de um centavo de dólar por quilowatt-hora, muito inferior ao preço corrente na época de dez centavos de dólar por quilowatt-hora, muito menos do que elas estavam gastando para produzir sua própria energia. Em 1902, a Lake Street Elevated Railway fechou negócio com a Chicago Edison. Todos os outros donos de companhias de bondes elétricos e ferrovias logo seguiram seu exemplo, desmantelando seus sistemas particulares de geração de energia e conectando-se à rede de Insull.

Com o ramo das companhias de transporte nas mãos, Insull lançou uma

campanha publicitária agressiva para atrair as fábricas. Fundou uma “Electric Shop” (Loja Elétrica) no centro da cidade, que incluía mostras promocionais de um grande número de máquinas industriais que funcionavam com motores elétricos. Colocou anúncios em jornais locais para dar destaque a todo novo cliente industrial de grande porte com o qual assinara contrato. Usou sua influência crescente para plantar artigos elogiosos nos grandes periódicos comerciais. E gastou a rodo com outros programas de marketing e vendas destinados a donos de fábricas, insistindo na mensagem de que ele tinha condições de fornecer energia segura por muito menos que aquela que as próprias fábricas produziam.

Deu certo. Os donos de fábricas de Chicago correram aos montes para a Chicago Edison, que Insull logo rebatizou de Commonwealth Edison Company. Em 1908, um repórter do periódico *Electrical World and Engineer* observou que, “embora as usinas isoladas ainda sejam numerosas em Chicago, nunca foram tão pressionadas quanto agora pelos serviços de uma usina central... A Commonwealth Edison Company tem entre seus clientes estabelecimentos que antes funcionavam com a energia fornecida por algumas das maiores usinas isoladas da cidade”. Um ano depois, o periódico *Electrical Review and Western Electrician* afirmava que, entre os clientes de Insull, “agora havia um grande número de importantes fábricas do setor industrial e manufatureiro”.

À medida que um número maior de fábricas vinculava-se ao sistema, Insull baixava ainda mais os preços. As vendas de eletricidade *per capita* subiram vertiginosamente em Chicago, passando de cerca de 10 quilowatts-hora em 1899 para aproximadamente 450 quilowatts-hora em 1915.

Os donos das fábricas descobriram que os benefícios de comprar eletricidade de uma companhia de serviços públicos iam muito além de quilowatts mais baratos. Ao evitar a compra de equipamentos caros, reduziram seus custos fixos e liberaram capital para outras finalidades produtivas. Também tiveram condições de reduzir o número de empregados, amenizar o risco de obsolescência e mau funcionamento da tecnologia e evitar um grande problema para seus gerentes. Um dia inconcebível, a adoção generalizada dos serviços de uma usina central tinha se tornado inevitável. Na medida em que outros donos de companhias de prestação de serviços públicos foram aceitando a liderança de Insull, a transição da energia gerada privadamente para a energia gerada por uma usina central acelerou-se. Em 1907, a parte da produção total de

eletricidade dos Estados Unidos em mãos de usinas centrais era de 40%. Em 1920, havia saltado para 70%. Em 1930, chegou a 80%. Só um punhado de donos de fábricas, principalmente aqueles que tinham empresas situadas em locais distantes, continuou produzindo sua própria energia.

Graças a Samuel Insull, a era da usina privada de geração de energia terminara. A usina central triunfou.

## Capítulo Três

### A linha de montagem digital

No alvorecer do século XX, as companhias não estavam só reformando suas máquinas industriais para funcionar com a corrente elétrica fornecida pelas usinas centrais de geração de energia. Também estavam começando a instalar um tipo muito diferente de máquina industrial, uma máquina que processava informações em lugar de material, e que era operada por empregados de escritório, e não pelos braços que trabalhavam nas fábricas. A máquina, batizada de tabulador de cartões perfurados, fora inventada no início do século XIX por um engenheiro chamado Herman Hollerith para automatizar o censo norte-americano. Funcionava de acordo com um princípio simples. Fazendo buraquinhos em certos pontos de um cartão, era possível armazenar informações. Um único cartão do censo, por exemplo, poderia conter todos os dados coletados a respeito de uma família. Um buraquinho em determinado ponto do cartão significava que a família tinha três filhos, ao passo que um buraquinho em outro ponto do cartão significava que a família vivia em um apartamento. Depois você podia pôr o cartão em uma placa carregada eletricamente na máquina de Hollerith e baixar uma grade com finas agulhas de metal presas a ela. Em todo lugar onde havia um buraquinho, uma agulha entrava por ele, fechando um circuito e permitindo que os dados do cartão fossem gravados em um medidor ou registro. Era um sistema binário – ou havia um buraquinho em determinado lugar, ou não havia –, um precursor do sistema binário dos computadores digitais de nossos dias.

Mas não era só isso: a maneira pela qual o tabulador de cartões perfurados passou a ser vendido e usado acabaria tornando-se o modelo de toda a história moderna da computação comercial.

O Departamento do Censo pôs a máquina de Hollerith para funcionar no recenseamento de 1890 e teve muito sucesso. Os cálculos foram feitos com muito mais rapidez do que no censo de 1880, mesmo que, nesse ínterim, a população tenha tido aumento de aproximadamente 25%. O custo do censo foi reduzido em US\$ 5 milhões – uma economia quase dez vezes maior que a esperada pelo departamento. Depois de provar seu valor no aumento da velocidade dos cálculos, o tabulador de cartões perfurados chamou a atenção dos donos de empresas grandes como ferrovias, agências de seguros, bancos e fabricantes e varejistas de produtos destinados ao mercado de massas. Na medida em que essas companhias expandiam suas operações, na esteira da Revolução Industrial, foram percebendo a necessidade de coletar, armazenar e analisar quantidades cada vez maiores de informações – sobre seus clientes, suas finanças, seus empregados, seus estoques etc. A eletrificação permitiu um crescimento ainda maior das companhias, expandindo ainda mais o número de informações que tinham de processar. Esse trabalho intelectual adquiriu muita importância e costumava ser tão árduo quanto o trabalho físico de fabricar produtos e prestar serviços. O tabulador de Hollerith permitia às grandes empresas processar informações muito mais depressa, com menos gente e mais precisão do que havia sido possível antes.

Vendo o potencial comercial de seu invento, Hollerith fundou a Tabulating Machine Company para vender tabuladores a empresas. A companhia cresceu rápido, introduzindo uma série de produtos afins como tabuladores alfabéticos, classificadores de cartões, duplicadores de cartões e impressoras, vendendo-os a uma clientela cada vez maior. Em 1911, a empresa de Hollerith fundiu-se com a Computing-Tabulating-Recording Company, um fornecedor maior ainda de máquinas destinadas à indústria e ao comércio. Um administrador jovem e talentoso chamado Thomas J. Watson foi contratado para tocar o negócio. Treze anos depois, o ambicioso Watson mudou o nome da empresa para outro mais imponente: International Business Machines Corporation. Outras companhias, como a Burroughs e a Remington Rand nos Estados Unidos, e a Bull na Europa, logo entraram também no mercado florescente dos cartões perfurados, concorrendo com a IBM de Watson.

O ramo da tecnologia da informação havia nascido.

A velocidade da tecnologia dos cartões perfurados aumentou rapidamente depois que o *design* dos cartões e o funcionamento das máquinas foram padronizados e os avanços técnicos e a concorrência reduziram os preços. Em algumas décadas, a maioria das grandes empresas já dispunha de salas para as várias máquinas de cartões perfurados que usavam para classificar, tabular e armazenar informações financeiras e outros dados comerciais. Elas investiram muito capital na maquinaria, contrataram funcionários e especialistas técnicos para operá-las e fazer sua manutenção. Também cultivaram relações íntimas com os fornecedores dos sistemas. “O processamento de informações guardadas em uma série de cartões lançou raízes nos procedimentos comerciais em meados da década de 1930”, diz o historiador da computação Paul Ceruzzi, “e foi reforçado com a penetração profunda dos vendedores de equipamentos de cartões perfurados nos escritórios de contabilidade de seus clientes”.

Isso aconteceu até nas companhias que estavam desmantelando seus departamentos de produção de energia e que, em outras palavras, estavam criando novos departamentos destinados à tecnologia fluorescente do processamento automático de dados. Durante a segunda metade do século, esses departamentos cresceriam dramaticamente na medida em que os computadores digitais eletrônicos foram substituindo as máquinas de perfurar cartões. A maioria das grandes empresas construiria instalações cada vez mais sofisticadas de hardware e software de computação, gastando dezenas e até centenas de milhões de dólares por ano em suas operações de informática *in loco*, contando com um número cada vez maior de vendedores e consultores da tecnologia da informação para manter seus sistemas funcionando. Na medida em que a manipulação de símbolos – palavras, números, imagens – foi suplantando a manipulação de materiais como foco das empresas do mundo desenvolvido, a usina privada de geração de energia do século XIX começou a ter eco na usina privada de processamento de dados do século XX. E, exatamente como antes, as companhias tiveram de reconhecer que não havia alternativa – que garantir o funcionamento de um sistema complexo de computação era parte intrínseca de seus negócios.

Mesmo que agora pareça inevitável que o computador viesse a tornar-se a viga mestra da empresa moderna, originalmente houve muito ceticismo quanto à utilidade da máquina. Quando o Univac – o primeiro computador comercial de verdade – estava sendo construído na década de 1940, pouca

gente acreditava que ele tivesse um futuro promissor no mundo empresarial. Na época, era difícil imaginar que muitas companhias teriam necessidade do tipo de cálculos matemáticos intensivos que um computador eletrônico teria condições de fazer. Os antigos tabuladores de cartões perfurados pareciam mais que suficientes para realizar transações e manter contas. Howard Aiken, um matemático ilustre formado em Harvard e membro do Conselho Nacional de Pesquisa, um órgão do governo norte-americano, descartou a idéia de que haveria um grande mercado para os computadores, dizendo tratar-se de “besteira”. Achava que o país não precisaria de mais de meia dúzia deles, e principalmente para a pesquisa militar e científica. Dizem até que Thomas Edison teria declarado, em 1943: “Acho que existe um mercado mundial para mais ou menos uns cinco computadores”.

Mas os criadores do Univac, dois professores da Universidade da Pennsylvania, J. Presper Eckert e John Mauchly, viam as coisas por outro ângulo. Perceberam que, como um computador eletrônico tinha condições de armazenar suas instruções de funcionamento na própria memória, poderia ser programado para realizar muitas funções diferentes. Não seria apenas uma calculadora de luxo, limitada a procedimentos matemáticos predeterminados. Poderia tornar-se uma tecnologia genérica, uma máquina imprescindível que as empresas utilizariam não só para as tarefas cotidianas de contabilidade, mas também para inúmeras outras atividades administrativas e analíticas. Em um memorando de 1948, Mauchly apresenta uma lista de quase duas dúzias de companhias, órgãos governamentais e universidades que ele achava que seriam capazes de fazer bom uso do Univac. Conforme se viu, o mercado mostrou ser bem maior que aquele esperado até por ele mesmo.

O pioneiro na adoção de novas máquinas potentes foi, mais uma vez, o Departamento do Censo norte-americano. No dia 31 de março de 1951 foi comprado o primeiro Univac, instalado um ano depois em sua sede em Washington, capital do país. No fim de 1954, os computadores de Eckert e Mauchly estavam funcionando nos escritórios de dez grandes companhias privadas, entre as quais a General Electric, a US Steel, a Du Pont, a Metropolitan Life, a Westinghouse e a Consolidated Edison, a descendente da Electric Illuminating Company de Thomas Edison. Os Univacs realizavam todas as tarefas executadas pelos sistemas de cartões perfurados, como faturas, administração dos pagamentos e pesquisa de custos, mas também eram usados

para operações mais complicadas, como previsão de vendas, planejamento da produção e controle do estoque. Em resumo: o ceticismo quanto ao papel dos computadores nos negócios deu lugar a um entusiasmo fervoroso. “A utopia da produção automática é inherentemente plausível”, proclamou a *Harvard Business Review* em 1954.

O entusiasmo difundiu-se para os fabricantes de máquinas industriais, que viraram no computador um mercado novo, lucrativo e em processo de expansão. Logo depois que o Univac apareceu, a IBM introduziu sua própria linha de computadores com sistemas *mainframe*, a série 701 e, em 1960, a Honeywell, a General Electric, a RCA, a NCR, a Burroughs e a AT&T Western Eletric Division estavam todas competindo para vender peças e acessórios de computador. Um ramo inteiramente novo – a programação de software – também começou a tomar forma. Cerca de quarenta pequenas companhias de software, com nomes como Computer Sciences Corporation, Computer Usage Company e Computer Applications Inc., foram fundadas nos últimos anos da década de 1950 para criar programas aos computadores que dispunham de processadores centrais.

Não demorou para as empresas estarem competindo não só em termos da qualidade de produtos, mas também de capacidade de hardwares e softwares. Logo que uma delas introduzia um novo sistema para automatizar uma atividade, outras, com medo de ficarem para trás, seguiam-lhe o exemplo. As primeiras batalhas do que se tornaria uma corrida armamentista da tecnologia da informação em nível mundial aconteceram no ramo das linhas aéreas. Em 1959, Cyrus Rowlett Smith, presidente da American Airlines, lançou o projeto ambicioso de construir um sistema que automatizaria as reservas de vôos e a emissão de passagens, dois processos de mão-de-obra intensiva que ficavam no cerne de seu negócio. Construído por 200 técnicos no decorrer de quase cinco anos, o sistema, chamado Sabre, incorporava dois dos computadores *mainframe* mais potentes da IBM, além de dezenas de mecanismos de armazenamento de dados e mais de mil terminais para vendedores de passagens. Além da montagem das máquinas, o projeto compreendia a escrita de um milhão de linhas de códigos de software. Quando o sistema começou a funcionar a pleno vapor, no final de 1965, conseguiu processar a venda de 40 mil reservas e 20 mil passagens por dia – uma façanha impressionante para a época.

Sabre ofereceu uma vantagem tão grande à American Airlines quanto a

*é sempre o  
leve final*

roda d'água de Burden para sua metalúrgica. A American conseguiu funcionar com um número menor de empregados e uma produtividade maior que as outras linhas aéreas, que continuavam com o processo manual de reservas. Também desfrutou grandes benefícios na prestação de serviços ao cliente, uma vez que tinha condições de atender aos pedidos dos viajantes e responder a suas perguntas muito mais rápido que a concorrência. Obteve também uma vantagem inteligente, pois conseguia acompanhar a demanda por rotas diferentes e ajustar os preços das passagens com grande precisão. Construir computadores e pô-los para funcionar tinha se tornado algo tão importante para o êxito da American Airlines quanto pilotar aviões e mimar passageiros. Nos anos seguintes, todas as outras linhas aéreas importantes, entre as quais a Pan American, a Delta e a United, construíram sistemas semelhantes. Viram que não tinham outra escolha se quisessem continuar competitivas. Não é de surpreender que tenham encontrado sócios entusiasmados nas empresas que vendiam computadores, como a IBM, a Univac e a Burroughs, que tiveram grandes lucros instalando sistemas parecidos em uma companhia após outra.

O Bank of America começou um ciclo semelhante de investimentos desse tipo no ramo bancário quando, em 1970, mostrou seu computador, batizado de Electronic Recording Machine Accounting – ERMA (Máquina Eletrônica de Documentação e Contabilidade), em um espetáculo dirigido por Ronald Reagan e transmitido pela televisão. Dois anos depois, o banco tinha 32 computadores ERMA instalados e funcionando a pleno vapor, processando quase cinco milhões de contas correntes e poupanças, que antes tinham de ser atualizadas manualmente. A capacidade dos computadores de realizar operações com velocidade e precisão sem precedentes obrigou as principais instituições financeiras a seguir o exemplo do Bank of America. O mesmo fenômeno logo estava acontecendo em todos os outros ramos, pois as empresas passaram a competir umas com as outras em termos de investimentos no último modelo de computador.

Mas, conforme se viu, a era do *mainframe* seria apenas o começo da grande orgia mundial de vendas de computadores para empresas. No fim da década de 1960, a empresa norte-americana média destinava menos de 10% de seu orçamento à tecnologia da informação. Trinta anos depois, essa porcentagem tinha aumentado mais de quatro vezes, para 45%, segundo as estatísticas do Ministério do Comércio. Em outras palavras: no ano 2000, a empresa norte-americana média estava investindo quase tanto dinheiro em sistemas de

*Manufatura → prestação de serviços*

vé

computadores quanto em todos os outros tipos de equipamentos juntos. Só os gastos com software aumentaram mais de cem vezes durante esse período, passando de US\$ 1 bilhão em 1970 para US\$ 138 bilhões em 2000. O resto do mundo desenvolvido viu uma explosão semelhante nos investimentos, uma vez que os gastos globais com TI saltaram de menos de US\$ 100 bilhões por ano no início de 1970 para mais de US\$ 1 trilhão por ano no começo de 2000.

O que aconteceu durante esses trinta anos? As empresas mudaram, os computadores mudaram. Na medida em que a economia voltou-se mais para serviços e menos para manufatura, os investimentos passaram da maquinaria industrial para a tecnologia da informação. Ao mesmo tempo, os próprios computadores ficaram mais baratos, menores, mais fáceis de programar e mais potentes, expandindo dramaticamente o leque de tarefas que podiam realizar. O mais importante de tudo foi que os computadores passaram a ser pessoais – transformaram-se em ferramentas rotineiras que praticamente todos os empregados de escritório sabem usar.

Durante a era *mainframe*, os computadores eram, em vez disso, máquinas institucionais. Como era caríssimo comprar ou alugar um computador *mainframe* – o aluguel de um computador IBM típico era de cerca de US\$ 30 mil por mês em meados da década de 1960 –, a empresa tinha de mantê-lo funcionando o tempo todo para justificar a despesa. Isso significava que os empregados individuais quase nunca tinham acesso direto a um computador. Como os tabuladores de cartões perfurados que os precederam, os computadores e todos os aparelhos relacionados a eles eram isolados em salas especiais e operados por equipes dedicadas de especialistas vestidos de branco – “uma casta sacerdotal de técnicos”, nas palavras de Ceruzzi. Para usar uma das máquinas, o empregado tinha de armazenar o programa que queria usar – junto a todos os dados necessários – em um rolo de fita ou em uma série de cartões, e depois colocar seu trabalho, ou “leva”, em uma fila, junto ao trabalho de seus colegas. Os operadores do *mainframe* processavam uma leva após outra, entregando os resultados em folhas impressas que depois os funcionários pegavam e revisavam. Quando um funcionário encontrava um erro, tinha de processar de novo seu trabalho e repetir todo o processo.

O processamento de levas de trabalho com o *mainframe* tinha uma grande vantagem: garantia que o computador era usado com eficiência. Nenhuma

“Levas de serviço” = Batch (método tradicional)

máquina ficava ociosa, ao menos não por muito tempo. O *mainframe* empresarial típico trabalhava com mais de 90% de sua capacidade total. Mas o processamento em levas tinha uma desvantagem maior ainda: tornava a computação impessoal. As barreiras administrativas e tecnológicas que existiam entre o empregado e a máquina sufocavam a experimentação e reduziam os usos da capacidade do computador, enquanto a demora para receber os resultados impedia os computadores de serem utilizados para dar apoio às muitas pequenas decisões cotidianas necessárias ao bom funcionamento de uma empresa.

Esse defeito não teria vida longa. Na medida em que a velocidade da inovação tecnológica foi aumentando durante as décadas de 1960 e 1970, os computadores diminuíram de tamanho e de preço. Transistores diminutos substituíram os volumosos tubos a vácuo, e peças padronizadas e baratas tomaram o lugar de componentes personalizados caros, e assim apareceram minicomputadores com preços relativamente acessíveis que podiam ser instalados em cima da mesa de trabalho. Os minicomputadores não substituíram os computadores *mainframe*. Como os minicomputadores podiam ser conectados a terminais personalizados, permitiam que os empregados comuns usassem diretamente a capacidade do computador para realizar um grande número de tarefas, da análise de investimentos comerciais à criação de novos produtos que seriam fabricados em linhas de montagem, além da redação de cartas e relatórios. As linguagens para criar softwares também se tornaram muito mais simples durante esse período. Os programadores definiam um código usando palavras e sintaxe básicas do inglês, em lugar de longas séries de números. Esse processo expandiu enormemente o ramo de programação de computadores, levando a um grande salto no número de profissionais dedicados a essa função e nos tipos de aplicativos que criaram. No início da década de 1970, uma companhia tinha condições de comprar um minicomputador por menos de US\$ 10 mil e programá-lo rapidamente para a realização de determinada tarefa.

O ramo dos minicomputadores floresceu, dando grande impulso a empresas como a Digital Equipment, a Wang e a Apollo, que estavam na linha de frente desse setor. Mas seu apogeu durou pouco. Conforme se viu, os minicomputadores foram máquinas transitórias. Inovações no *design* dos circuitos integrados, e principalmente a invenção do microprocessador por engenheiros da Intel em 1971, levaram à introdução e rápida proliferação de um tipo completamente novo de máquina – o micro, ou computador pessoal – o PC –, que era menor ainda, mais barato ainda e mais fácil ainda de operar que o mini. A chegada

do microcomputador logo revolucionaria o setor, levando a uma nova era no ramo da computação.

Como no caso dos computadores *mainframe*, no começo os especialistas não viram muito potencial para computadores pessoais em termos de negócio. Mas, dessa vez, as dúvidas eram de um tipo muito diferente. Enquanto os *mainframes* eram considerados potentes demais para usos comerciais, os computadores pessoais eram considerados insuficientes. Eram descartados como dispositivos frívolos, brinquedos para gente esquisita passar o tempo. As principais empresas de computação da época, da IBM à Digital, prestaram pouca atenção àquelas novas maquininhas estranhas. Só um sujeito que havia abandonado a universidade e atendia pelo nome de Bill Gates – ele, um dos sujeitos que gostava de passatempos esquisitos – é que viu o potencial comercial dos computadores pessoais. Em 1975, Gates e Paul Allen, um colega do ensino médio, fundaram uma pequena empresa chamada Micro-Soft para criar softwares para o PC inventado há pouco. Gates logo se deu conta de que aquela máquina não só encontraria um lugar na indústria e no comércio, por causa de sua versatilidade e seu preço baixo, como viria a suplantar o *mainframe* como centro da computação empresarial. Qualquer empresa capaz de controlar o sistema operacional dos PCs e os mecanismos virtuais que ele criava, acabaria tornando-se a mais poderosa no ramo da computação. A intuição de Gates faria da Microsoft – o novo nome que ele deu à companhia – a principal empresa do setor de TI e daria a Gates uma fortuna inimaginável.

O PC democratizou a computação. Liberou o computador dos centros de dados empresariais e departamentos de TI, transformando-o em uma ferramenta onipresente no mundo dos negócios. Durante o processo, também mudou a forma pela qual as companhias organizavam os componentes e as operações de seus computadores. Os PCs instalados na mesa de trabalho dos funcionários das empresas logo passaram a se conectar em redes para permitir a troca de arquivos entre os empregados, assim como o uso comum de impressoras. As antigas salas de computadores *mainframe* não desapareceram. Foram transformadas em um novo tipo de centro de dados. As salas dos motores das empresas modernas, esses centros continham os sistemas de armazenamento que guardavam os dados mais importantes das companhias, assim como as poderosas máquinas dos servidores que faziam funcionar os aplicativos usados na administração de

sus finanças e operações. Os empregados individuais podiam usar seus PCs para executar seus programas pessoais, como o Microsoft Word e o Excel, mas também podiam utilizá-los para entrar nos programas e arquivos dos servidores centrais. Como os PCs funcionavam como “clientes” de servidores comuns a eles, esse sistema passou a ser chamado de “computação cliente-servidor”. Tornou-se o protótipo da computação empresarial na era do PC, o modelo que continua predominando até hoje.

A computação cliente-servidor mostrou ser um reflexo da computação *mainframe*. Personalizou a computação, mas também a tornou extraordinariamente ineficaz. Os sistemas e as redes de computadores empresariais – a linha de montagem digital das companhias modernas – foram tornando-se sistematicamente mais complexos na medida em que seus usos foram multiplicando-se. Uma das principais razões da complexidade é a falta histórica de padronização dos softwares e hardwares. Os vendedores tenderam a promover seus próprios produtos que, em função do *design*, não se conectavam direito ao equipamento da concorrência. Por causa disso, os programas empresariais de software, em geral, foram criados para ser executados em determinado sistema operacional, com determinado microchip, determinado banco de dados e determinada concepção de hardware. Diferentemente dos *mainframes* genéricos, a maioria dos aparelhos dos servidores tinha de ser usada como uma máquina com finalidade específica, destinada a executar apenas um único aplicativo de software, ou a usar um único banco de dados. Sempre que uma empresa comprava ou criava um novo aplicativo, tinha de vender e instalar outra série de computadores de uso específico. Além disso, cada um desses computadores tem de ser configurado para satisfazer a demanda de pico teórica para o aplicativo que executa – mesmo que esse pico raramente – ou nunca – seja alcançado.

A proliferação de sistemas de finalidade específica resultou em níveis extraordinariamente baixos de utilização da capacidade. Um estudo recente sobre seis bancos de dados empresariais revelou que a maioria de seus mil servidores estava usando menos de um quarto de sua capacidade de processamento. Outros estudos indicaram que os sistemas de armazenamento de dados são quase igualmente subutilizados, estando a média de uso da capacidade entre 25% e 50%. Antes da era do PC, os profissionais da área de processamento de dados viam a preservação dos recursos da computação não só como um imperativo econômico, mas também como um imperativo ético. “Desperdiçar um ciclo

da CPU ou um byte de memória era um lapso constrangedor”, lembra Brian Hayes, autor de textos científicos. “Tentar resolver um problema pequeno com um computador grande era considerado de mau gosto e desleal, como pescar trutas com dinamite.” O modelo cliente-servidor acabou com a ética da preservação. O desperdício substituiu a frugalidade como característica que definia o ramo da computação.

A complexidade e a ineficiência do modelo cliente-servidor alimentaram uma à outra durante os últimos vinte e cinco anos. Como as empresas continuaram acrescentando mais aplicativos a seu acervo, tiveram de expandir seus centros de dados, instalar novas máquinas, reprogramar as antigas e contratar um número maior ainda de técnicos para manter tudo funcionando. Se você também levar em conta que as empresas têm de comprar equipamento de *backup* para a eventualidade de um defeito no servidor ou no sistema de armazenamento, vai ver, como mostram os estudos, que os muitos trilhões de dólares que elas investiram na tecnologia da informação foram puro desperdício.

E há outros custos também. Como os centros de dados expandiram-se e tornaram-se mais densamente atulhados de computadores, o consumo de eletricidade foi às nuvens. Segundo um estudo de dezembro de 2005, feito pelo Departamento de Energia do Laboratório Nacional Lawrence Berkeley, um centro de dados de uma empresa moderna “usa mais de trinta vezes a energia gasta por metro quadrado em um prédio de escritórios típico”. Os pesquisadores descobriram que uma companhia gasta mais de US\$ 1 milhão por mês com a eletricidade necessária ao funcionamento de um único centro de dados de grande porte. E a conta da energia elétrica continua aumentando rapidamente à medida que os servidores proliferam e os chips de computador se tornam mais potentes e mais ávidos por energia. Luiz André Barroso, um engenheiro de computação do Google, concluiu que, a não ser que haja melhorias substanciais na eficiência dos computadores, “nos próximos anos, os custos da energia podem suplantar em muito os custos do hardware, possivelmente por uma margem bem grande”.

O desperdício inerente à computação cliente-servidor é oneroso para as empresas individuais. Mas o quadro piora – e muito – quando você considera setores inteiros. A maioria dos softwares e quase todos os hardwares que as companhias utilizam hoje são essencialmente os mesmos usados pela concorrência. Computadores, sistemas de armazenamento, equipamento para conexão com

redes e os aplicativos mais populares tornaram-se todos mercadorias do ponto de vista das empresas que os compram. Elas não distinguem uma companhia da outra. O mesmo se pode dizer dos empregados que formam a equipe dos departamentos de TI. A maioria realiza tarefas rotineiras de manutenção – exatamente as mesmas que seus congêneres realizam em outras empresas. A duplicação de dezenas de milhares de centros de dados independentes, todos usando hardwares semelhantes, executando softwares semelhantes e empregando tipos de funcionários semelhantes, impôs grandes encargos financeiros à economia. Levou ao exagero de TI em todos os setores da economia, diminuindo os ganhos de produtividade que a automação computadorizada permite.

Os principais vendedores de TI surfaram a onda de investimento e tornaram-se algumas das empresas mais lucrativas e de crescimento mais rápido do mundo. A companhia de Bill Gates é um exemplo perfeito disso. Hoje em dia, quase todas as empresas, seja qual for seu tamanho, adquirem cópias do Microsoft Windows e do Microsoft Office para todos os seus funcionários de colarinho branco, instalando softwares individuais em cada PC e fazendo *upgrade* nos programas regularmente. A maioria também usa ao menos alguns de seus servidores com uma versão do sistema operacional do Windows e instala outros programas caros da Microsoft em seus *centros de dados*, como o software Exchange, usado para administrar sistemas de e-mails. Nas três décadas desde sua fundação, a Microsoft cresceu a ponto de ter vendas anuais de quase US\$ 50 bilhões, lucros anuais de mais de US\$ 12 bilhões e mais de US\$ 30 bilhões em dinheiro no banco. E a Microsoft sofre a concorrência de muitos outros fabricantes de softwares, como a Oracle e a SAP, no atendimento de fornecedores como a IBM e a Hewlett-Packard e vendedores de PCs como a Dell e centenas de empresas de consultoria que alimentam a complexidade da computação empresarial moderna. Todas essas companhias desempenharam alegremente o papel de fornecedores de munição na corrida armamentista da TI.

[Por que a computação se desenvolveu de modo aparentemente tão disfuncional? Por que a personalização dos computadores se fez acompanhar de tanta complexidade e desperdício?] A razão é muito simples. Deve-se a duas leis. A primeira e mais célebre foi formulada em 1965 por Gordon Moore, brilhante engenheiro da Intel. A Lei de Moore diz que a capacidade dos microprocessadores dobra todo ano, ou a cada dois anos. A segunda foi proposta na década de 1990

por Andy Grove, um colega de Moore igualmente ilustre. A Lei de Grove diz que as telecomunicações de banda larga dobram só a cada cem anos. Grove apresentou sua “lei” mais como crítica ao que considerava um setor moribundo da telefonia do que como declaração de um fato tecnológico; mesmo assim, ela expressa uma verdade básica: ao longo de toda a história da computação, a capacidade de processamento expandiu-se com uma velocidade muito superior à capacidade das redes de comunicação. Essa discrepância indicava que uma companhia só começaria a desfrutar os benefícios dos computadores avançados se os instalasse em seus próprios escritórios e os conectasse à sua própria rede local. Como no caso da eletricidade na época dos sistemas de corrente contínua, não havia forma praticável de transportar eficientemente a capacidade dos computadores por longas distâncias.

Como revela a observação de Grove, a escassez de comunicações via banda larga já foi reconhecida há muito tempo como uma barreira para a computação efetiva e eficiente. Teoricamente, sempre se soube que a capacidade de um computador, assim como a energia elétrica, poderia ser vendida por intermédio de uma rede por companhias que prestam serviços públicos de larga escala, e que esses dinâmicos centralizados seriam capazes de funcionar com muito mais eficiência e flexibilidade que centros de dados privados e dispersos. Voltando a 1961, quando os cientistas da computação estavam apenas começando a imaginar uma forma de fazer os computadores conversarem entre si: um especialista na arte recente de formação de redes, John McCarthy, previu que, “um dia desses, a computação pode vir a ser organizada como serviço público, exatamente como o sistema de telefonia foi organizado como serviço público”. Todo avanço na formação de redes trouxe consigo nova onda de empresários com a esperança de transformar em um grande negócio a prestação de serviços de computação em grande escala. Na era do *mainframe*, as companhias que usavam o procedimento *time-sharing* (um computador com vários terminais usados por várias pessoas ao mesmo tempo) instalavam computadores centrais e os alugavam para outras empresas, permitindo conexões diretas por meio de linhas telefônicas. Na década de 1970, companhias como a Automated Data Processing começaram a oferecer a execução de algumas tarefas rotineiras de computação – em particular o processamento de folhas de pagamento – como serviços pelos quais se pagava determinada mensalidade. E, na década de 1990, surgiu um grande número de “prestadores de serviços com uso de aplicativos”,

com um apoio considerável do capital de risco, na esperança de fornecer às empresas programas de software pela Internet.

Mas todas essas tentativas de comercializar a computação sob a forma de serviço público estavam condenadas, ou mutiladas, pela falta de banda larga suficiente. Mesmo no final da década de 1990, quando o setor de telecomunicações modernizou rapidamente suas redes, a capacidade da banda larga ainda não era barata nem existia com a abundância necessária para prestar serviços de computação com a velocidade e segurança que as empresas desfrutavam com suas máquinas *in loco*. E, por isso, as companhias continuaram emaranhando-se em sua linha de montagem digital, aceitando a complexidade, a ineficiência e o desperdício como custos da automatização de suas operações.

Mas agora, por fim, isso está mudando. A barreira da rede começou a entrar em colapso nos últimos anos. Graças a todos os cabos de fibras óticas instalados pelas empresas de comunicações durante o *boom* das empresas virtuais – suficientes, segundo uma estimativa, para dar a volta ao mundo mais de onze mil vezes –, o acesso à Internet via banda larga tornou-se comum e baratíssimo. A Lei de Grove foi revogada. E isso, ao menos quando se trata de computação, muda tudo. Agora que os dados podem viajar pela Internet com a velocidade da luz, a capacidade total dos computadores pode finalmente ser transferida de longe para os usuários. Não importa muito se a máquina do servidor que está executando seu programa está no centro de dados do fim do corredor ou no centro de dados de outra pessoa no outro lado do país. Agora todas as máquinas estão conectadas e são usadas por várias pessoas ao mesmo tempo – são uma máquina só. Como Eric Schmidt, executivo-chefe do Google, previu nos idos de 1993, quando era o chefe do departamento de tecnologia da Sun Microsystems: “Quando a rede se tornar tão rápida quanto um processador, o computador vai se esvaziar e se espalhar pela rede”.

O que a Internet de fibra ótica faz pela computação é exatamente o que a rede de corrente alternada fez pela eletricidade: torna a localização do equipamento sem importância para o usuário. Mas também faz mais que isso. Como a Internet foi concebida para aceitar qualquer tipo de computador e qualquer forma de informação digital, também desempenha o papel do transformador rotativo de Insull: permite que máquinas bem diferentes e antes incompatíveis funcionem juntas como um único sistema. Cria harmonia a partir da cacofonia. Ao fornecer um meio universal para transmissão e tradução de dados, a Net

está promovendo a criação de usinas centralizadas de computação que podem atender milhares ou milhões de clientes ao mesmo tempo. Se antes as empresas não tinham outra escolha além de atender sua própria demanda, agora podem adquiri-la por um preço baixo como serviço. Isso significa que elas finalmente podem libertar-se de sua linha de montagem digital.

O sistema de computação sob a forma de serviço público ainda levará muitos anos para amadurecer. Como Edison e Insull, os pioneiros do novo setor enfrentarão empresas difíceis e desafios técnicos. Precisarão descobrir as melhores maneiras de medir e fixar preços para os diferentes tipos de serviços. Precisarão tornar-se adeptos mais fiéis dos processos de equilibrar cargas e administrar fatores de diversidade na medida em que a demanda for crescendo. Precisarão trabalhar com os governos para definir regulamentos efetivos; chegar a novos patamares de segurança, confiabilidade e eficiência. Mas o mais difícil de tudo é que terão de convencer grandes empresas a abrir mão do controle sobre seus sistemas privados e começar a desmantelar os centros de dados nos quais investiram tanto dinheiro. Esses desafios serão vencidos exatamente como já foram vencidos antes. Os processos econômicos da computação mudaram e, agora, os novos processos econômicos é que estão dirigindo o progresso. A era do PC está dando lugar a uma nova era: a era do serviço público.