

**MICRO
COMPUTADOR
CURSO BASICO**

Chips & bytes

Como sobreviver às tentações do micro	13
Perguntas e respostas	24
O futuro chegou	28
Perguntas e respostas	48
Quando $1 + 1 = 10$	54
Tudo sob controle	60
Perguntas e respostas	64
Mensagem recebida	66
Menos igual a mais?	79
Código decifrado	84
Quem é o quê?	101
O grupo dois	119
Microeletrônica	121
Números ao acaso	209

Conexões

Rumo à expansão	20
Fechando contato	36
Ação rápida	56
Pronta para imprimir	74
Grave e archive	94
A ligação que faltava	108
Memória permanente	114
Mantendo o foco	132
Caneta mágica	156
Sobre duas rodas	176
Conversa de amigo	186
Os traços perfeitos	198
Diálogo a distância	216
O pequeno notável	224

Fundamentos

Bits e bytes	32
Memória infalível	58
Verdadeiro ou falso?	68
Caixa-forte	92
Lógica misteriosa	96
Diálogo digital	112
Leis do pensamento	128

O centro nervoso	138
O endereço certo	144
Números hexadecimais	179
Peek e poke	188
Entradas e saídas	206
Sala de espera	236

Hardware

O que é computador?	1
Qual deles?	14
A ficha técnica	12
Micros em movimento	65
A casa automática	106
A era dos portáteis	166
Como escolher?	226
Dados contínuos	238

Os precursores

Contato!	46
Do ábaco ao micro	86
Sir Clive Sinclair	120
John von Neumann	140
Steve Wozniak	155
Chuck Peddle	180
Alan Turing	200
Charles Babbage	220
Herman Hollerith	240

Perspectivas

O enigma das barras	21
O professor eletrônico	25
Nos bastidores	41
Um novo aluno	81
Micros na medicina	126
Música eletrônica	141
Os micromundos	164
Imagens animadas	181
O voo simulado	201
Informação dividida	218

VOLUME 1

Por dentro do hardware

CP 500.....	9
TK85.....	30
CP 300.....	49
Unitron AP II.....	70
Nexus 1600.....	89
TK2000.....	109
D-8100.....	130
Elppa Jr.....	150
I-7000.....	169
Commodore 64.....	189
Micro Engenho 2.....	210
Sinclair QL.....	230

Programação Basic

Às suas ordens.....	16
Loops sob controle.....	38
Direto ao ponto.....	52
Problemas de rotina.....	77
À espera do Natal.....	98
Desafie os elementos.....	116

Organize seus dados.....	134
Descubra as funções.....	146
Tentando a sorte.....	172
Segunda dimensão.....	194
Novas estruturas.....	212
Soluções reais.....	232

Software

Domine seu micro.....	5
Jogos e brincadeiras.....	22
O micro: um artista.....	34
Pintando com números.....	44
O texto perfeito.....	61
Consulte o chip.....	72
O mapa lógico.....	104
Siga as pistas.....	124
Gráficos em dimensão.....	152
Faça suas previsões.....	158
Quando o herói é você.....	161
Tradução alternativa.....	184
Piratas à vista.....	192
Colocando em ordem.....	204
Inimigo eletrônico.....	221

Chips & bytes

Jogando pelo correio	266
Comunidade "ligada"	301
Conforto no trabalho	321
Atendendo pacientes	358
Micros na advocacia	374
Ficção e realidade	381
Mestre-de-obras	392
Micro e finanças	426
Guerra na paz	441
Micro e arte	452
Passos da tartaruga	472
O direito ao lazer	481

Conexões

Traços eletrônicos	258
Claro como cristal	278
Rato eletrônico	296
Mordomo eletrônico	314
Bastões ligados	332
Plena carga	352
Imprimindo a jato	372
Senso comum	394
Mão única	414
Show de laser	434

Fundamentos

O visual dos caracteres	252
Questão de segurança	253
Trabalho de detetive	298
Controle editorial	308
Registro de trilhas	324
Passo a passo	348
O mapa da mina	364
Autor original	384
Fim específico	388
Código de ordenação	413
Máquina abstrata	424
Novilíngua	428
Código de máquina	448
Linha de montagem	464
As próximas gerações	468

Hardware

Memórias do passado	304
Expansão dos limites	326
Fora do espectro	386

Os precursores

Gottfried Leibniz	260
Norbert Wiener	300
Uma casa de chá	320
Konrad Zuse	340
Leonardo Torres	360
Concorrência criativa	380
Vannevar Bush	400
Ma Bell	420
Grace Hopper	440
Desafio universitário	460
Bases sólidas	478

Perspectivas

Construa seus jogos	241
Controle seu percurso	243
Tempo de observação	248
Janelas para o mundo	264
Seu fiel servidor	281
Viajando	341
Observando os astros	346
Lance de mestre	361
A melhor opção	368
Coisa de criança?	401
Linha de visão	421
Voz de comando	446
Futurologia	466

Por dentro do hardware

DGT-1000	250
Apple IIe	269
Ego	290
Epson HX-20	309
Commodore Vic-20	330
JR Sysdata	349

VOLUME 2

Cobra 210	370
SID 3000	390
Labo 8221	410
PC16	430
HP-85	450
BR 1000	470

Programação BASIC

Campos e registros	254
Novas entradas	272
Respostas aos exercícios	280
Elaboração do programa	292
Ampliação de arquivos	316
Trocando de lugar	336
Montagem de programas	354
Valores fictícios	376
Tempo e movimento	396
Mandado de busca	416
Recursos extras	436
Questão de estilo	456
Linguagem alternativa	474

Software

Nomes encadeados	244
Um livro de figuras	261

Comportamento simulado	267
A ordem da jogada	286
Procurando caminhos	288
Quadro de avisos	306
A toda velocidade	328
Idiomas diferentes	344
Faz de conta	366
Intérprete de papéis	389
Revisão eletrônica	404
Gerador de aplicações	406
Texto e computação	408
Elementos subversivos	432
Kits de ferramentas	444
Descubra o código	454
Risco calculado	461

Som e luz

Apresentando o som... ..	246
... e a luz	246
Dicas sobre o som	276
Como criar imagens	276
O ressoar do Vic	284
Esclarecendo o Dragon	285
Recursos modestos	312
Imagens primárias	312
O som ideal	334
Luz-guia	334



Contato!

Os surpreendentes progressos da microeletrônica são responsáveis pela revolução causada pelos computadores.

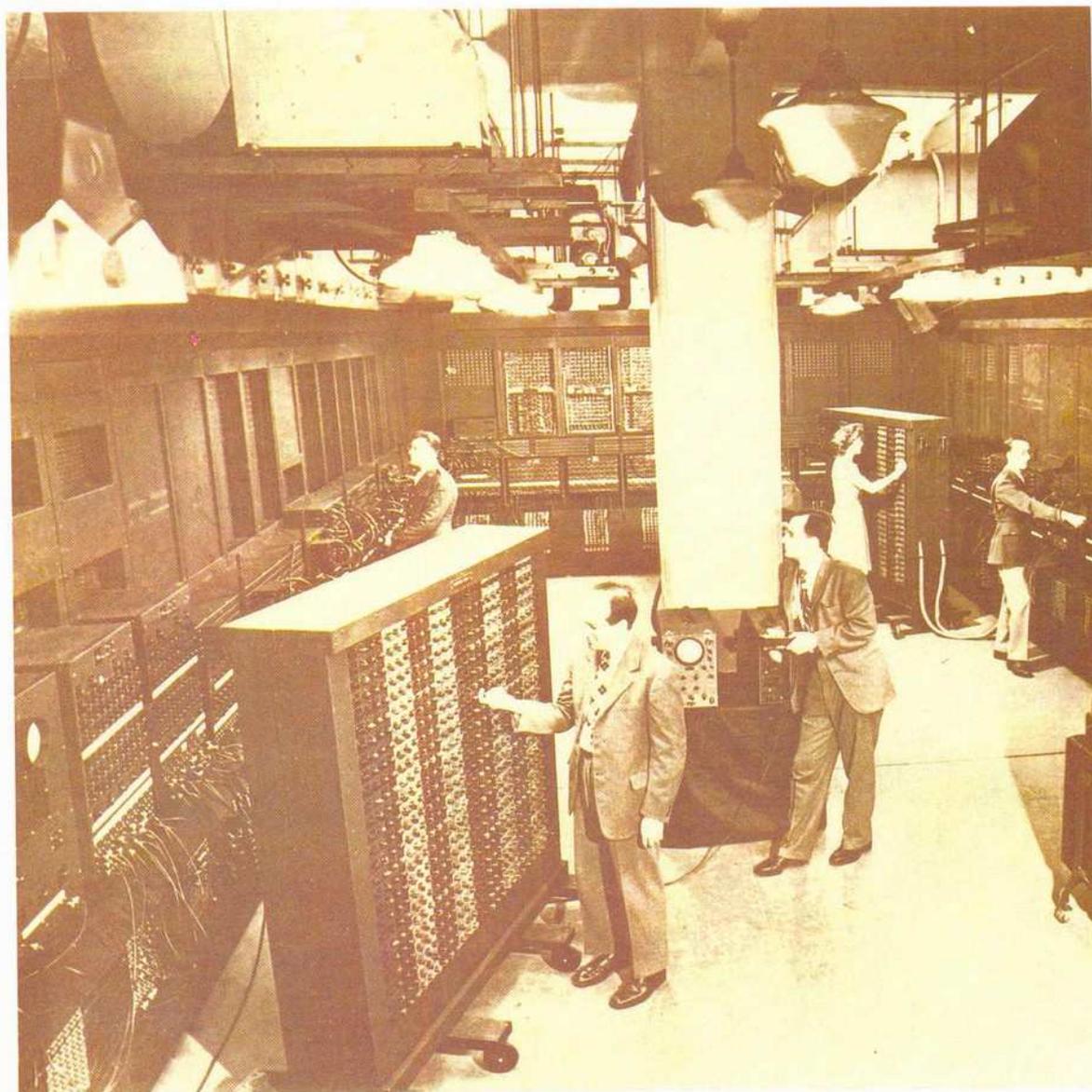
O computador a válvulas

Em 1943, no auge da Segunda Guerra Mundial, um coronel do exército dos Estados Unidos sugeriu que se fizesse uma máquina de calcular para fins de artilharia. O desafio foi aceito pela Universidade da Pensilvânia, que, em 1946, apresentou seu invento, tendo empregado 7.237 horas-homem para concluí-lo.

O equipamento recebeu o nome de ENIAC (Electrical Numerical Integrator and Calculator) e foi o primeiro computador a válvulas. Possuía 18.000 válvulas, 1.500 relés e emitia o equivalente a 200 quilowatts de calor. Essa enorme máquina foi alojada em uma sala de 9 m por 30 m.

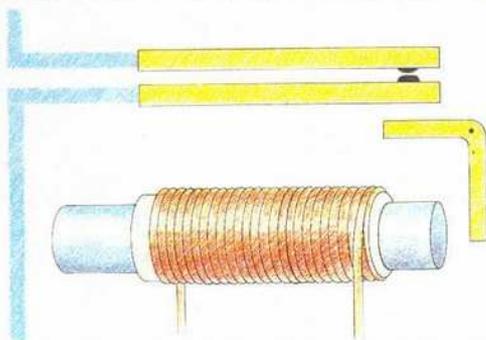
Capacidade de memória e confiabilidade foram os primeiros problemas. O ENIAC tinha condições de armazenar apenas vinte números de dez dígitos e toda programação precisava ser feita reordenando-se a rede elétrica. Em 1952, mais de 19.000 válvulas tinham sido substituídas: elas começavam a queimar dois minutos depois de ligar-se o equipamento.

O ENIAC teve vida ativa curta e foi aposentado em 1952.



Interruptor de relé

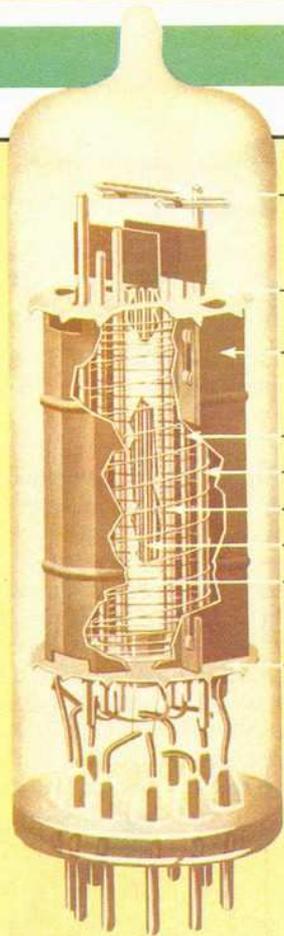
Quando a corrente passa pela bobina que envolve o eixo de ferro, produz-se força magnética. Essa força atrai a peça de ferro em forma de L que gira em ângulo reto. Ao girar sobre esse eixo, a tira junta os dois contatos e, desse modo, fecha o interruptor.



O moderno computador possui milhões de pequenos interruptores eletrônicos, essenciais a sua estrutura. Sem eles, a revolução tecnológica, que aconteceu após a Segunda Guerra Mundial, não teria sido possível.

Em 1938, o engenheiro eletrônico Claude Shannon provou que operações lógicas podem ser executadas utilizando-se interruptores de circuitos elétricos. Uma vez evidenciado que o trabalho do computador consistia em uma seqüência de operações lógicas, o objetivo da pesquisa passava a ser a produção do interruptor eletrônico.

A primeira tentativa teve como resultado a cria-



SUPORTE DE ABSORVEDOR DE GASES

MICA

ÂNODO

GRADE AUXILIAR

GRADE SUPRESSORA

GRADE DE CONTROLE

CALEFATOR

CÁTODO

MICA

Além dos três componentes fundamentais (cátodo, ânodo e grade), a maioria das válvulas contém alguns componentes adicionais para melhorar o desempenho. O princípio da geração, todavia, permanece o mesmo.

Válvula

O tubo de vidro na ilustração possui um terminal positivo e um negativo (o cátodo e o ânodo) separados por uma grade de fios. Os elétrons do cátodo são atraídos pelo ânodo e fazem uma corrente de elétrons passar através da válvula.

O fluxo natural dos elétrons negativos para o terminal positivo é intensificado de duas maneiras: o cátodo se aquece até a incandescência e sua superfície é tratada com um produto químico especial.

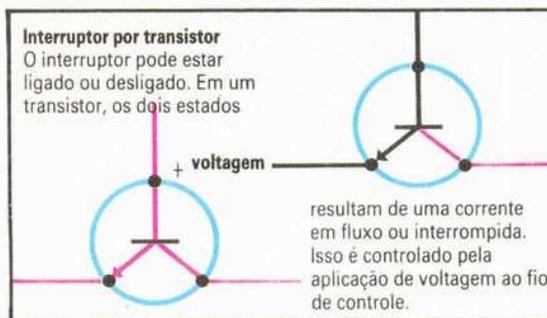
A grade de controle está situada entre o cátodo e o ânodo e geralmente não interfere no movimento dos elétrons. Mas, quando uma carga negativa é aplicada à grade, os elétrons são repelidos e não atingem o ânodo. A força repulsora da grade supera a força de atração do ânodo e o fluxo de elétrons cessa. A corrente é interrompida e o interruptor se desliga.

ção do relé, que foi usado com resultados satisfatórios no início da era da computação, mas cuja estrutura limitava o desenvolvimento e a capacidade do computador. O relé não operava apenas eletronicamente; por isso, os componentes mecânicos com frequência ocasionavam paralisações e seu funcionamento era lento e de pouca confiabilidade.

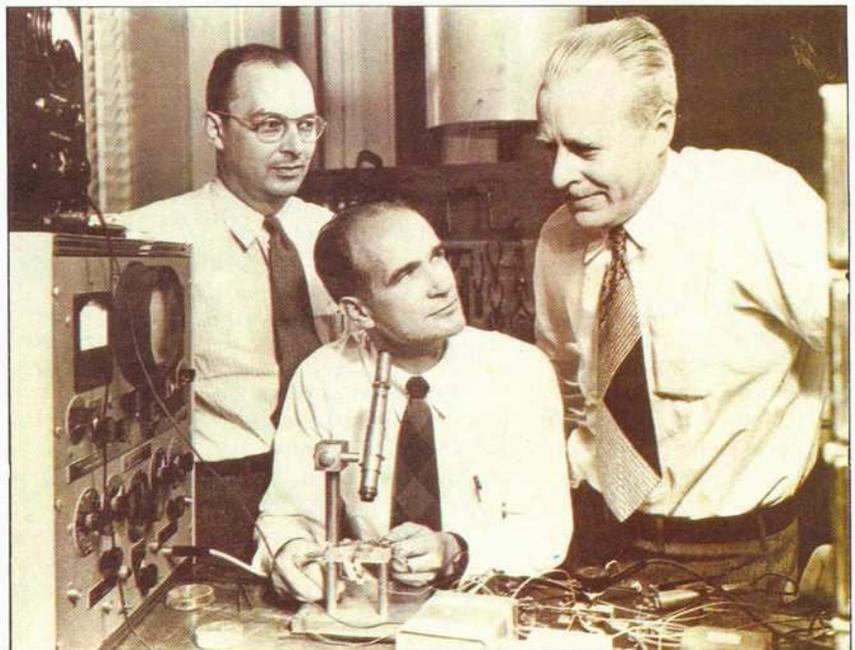
A primeira geração de computadores caracterizou-se pelo uso da válvula que funcionava apenas eletronicamente e, por consequência, de modo mais rápido. Todavia, além de tornar o equipamento muito volumoso, necessitava de alta capacidade energética, o que aumentava o custo e causava problemas em decorrência do calor produzido.

A invenção do transistor deu origem a uma nova geração de computadores. Os transistores teoricamente funcionam de modo semelhante às válvulas, mas têm desempenho superior, são menores e de produção mais barata. Esses avanços levaram os computadores para fora das universidades e das instituições militares, introduzindo-os no mundo comercial.

Os computadores de hoje ainda usam o transistor como interruptor, mas ele não mais constitui um elemento distinto e separado. Sobre um chip de silício, do tamanho de uma unha, pode haver quase 250.000 transistores, todos pequenos demais para serem percebidos a olho nu. Pela concentração dos milhares de interruptores necessários ao funcionamento do computador em um pequeno chip de silício, tornou-se possível economizar em outros itens importantes do custo. Os computadores mais potentes e caros da década de 50, que ocupavam um laboratório inteiro, foram reduzidos a um simples chip, que constitui a matriz dos procedimentos dos modernos microcomputadores.



Os inventores do transistor
O Prêmio Nobel de 1956 foi conferido à equipe cuja pesquisa levou à invenção do transistor, em 1947. Nesta foto, tirada nos laboratórios da Bell Telephone, encontram-se, da esquerda para a direita, os premiados John Bardeen, William Shockley e Walter Brittain.



Do ábaco ao micro

Os modernos chips dos computadores devem sua existência ao trabalho de inventores geniais, durante três séculos!

Quando alguém está apaixonado, sente-se capaz de conseguir qualquer coisa. Este foi, pelo menos, o pensamento de Charles Babbage em 1830. Em consequência, ele quase construiu o primeiro computador do mundo, com anos antes de isto se tornar realidade.

O projeto de Babbage apresentava desvantagens; uma delas era o fato de que o computador tinha de ser mecânico, e outra era a própria precariedade da engenharia da época. Apesar desses problemas, Charles Babbage construiu um aparelho que impressionou muito o governo inglês; a partir daí, o inventor recebeu vultosas subvenções.

Entretanto, a história da computação começou muito antes. O computador é uma máquina capaz de efetuar cálculos com um grupo de números, "lembrar" o que foi computado e, ainda, pode ser adaptado para efetuar outros cálculos com um novo grupo de números. O primeiro "modelo" foi o ábaco,

usado desde 2000 a.C. e ainda encontrado no Japão e em outros países. É um tipo de computador em que se pode ver claramente a soma nos fios: a posição das contas forma uma "memória" da soma. Mas não são automáticos e não comportam números muito extensos.

Blaise Pascal, matemático, físico e filósofo francês, inventou a primeira calculadora mecânica em 1642, aos 18 anos de idade, talvez para ajudar o pai, fiscal de impostos. A calculadora trabalhava perfeitamente; transferia os números da coluna de unidades para a coluna de dezenas por um dispositivo, parecido com o velocímetro de automóvel. Pascal chamou a invenção de pascalina.

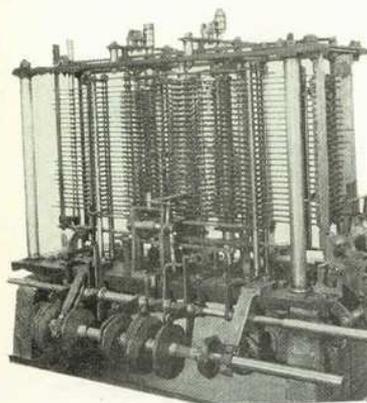
Apesar de o aparelho não ter vendido bem, despertou grande interesse científico, e nos anos que se seguiram vários projetos foram feitos com intuito de aperfeiçoar essa primeira calculadora. Entretanto, nada de significativo aconteceu até que Babbage e

Blaise Pascal

A pascalina foi a primeira calculadora mecânica do mundo, planejada por Blaise Pascal em 1642.

Originalmente, ele pretendia construir uma máquina que realizasse as quatro operações fundamentais. O instrumento usava uma agulha para mover as rodas, e um mecanismo especial levava dígitos de uma coluna para outra.

Pascal recebeu uma patente do rei da França para que lançasse a calculadora no comércio. O engenho, apesar de útil, não obteve aceitação.



A máquina analítica

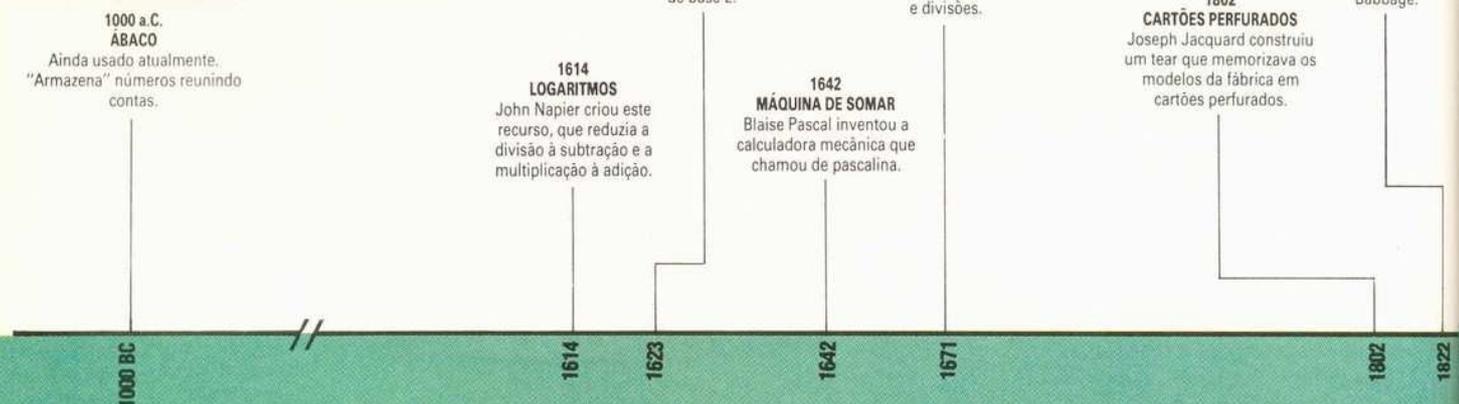
Em 1834, Charles Babbage planejou uma máquina analítica capaz de computar com até 80 dígitos; tinha muitas das características dos computadores modernos.

Os "programas" eram controlados por cartões perfurados e os resultados impressos automaticamente.

Possuía também um "contador" aritmético e dispositivos de memória separados.



Evolução do computador





Ada Lovelace começaram a considerar melhor o problema.

Charles Babbage nasceu numa família rica, em 1791. Foi talentoso matemático e, por ficar frustrado em apenas corrigir os erros que encontrava nas tabelas de logaritmos, decidiu construir uma máquina que eliminasse o trabalho dos cálculos.

Em 1822, ele apresentou à Sociedade Real de Astronomia o primeiro modelo de uma máquina de "diferença", capaz de fazer os cálculos necessários para elaborar uma tabela de logaritmos. O nome da máquina derivou de uma técnica de matemática abstrata, o método das diferenças. Com o incentivo da sociedade, ele continuou a trabalhar no aperfeiçoamento da máquina.

Com Ada Lovelace, filha de Lord Byron, iniciou um projeto mais ambicioso para construir uma "máquina analítica". Foi projetada para calcular valores de funções matemáticas bem mais complexas que as funções logarítmicas.

O projeto apresentava inúmeros problemas, e simplesmente não funcionava. Os desenhos que restaram nos mostram que o aparelho era imenso e ocupava toda a oficina de Babbage. As centenas de engrenagens, barras e rodas apresentavam problemas ao serem acionadas, pois a tecnologia do metal da época não era suficientemente boa. Ao construir um modelo menor, as pequenas imperfeições podiam ser desprezadas; mas, feita a máquina no tamanho real, essas imperfeições tornaram-se enormes.

Contudo, Babbage estava no caminho certo; se tivesse montado as peças de modo satisfatório, sua máquina analítica provavelmente teria funcionado.

Grande parte da arquitetura lógica e da estrutura dos computadores atuais provém dos projetos de Charles Babbage, que é lembrado como um dos fundadores da computação moderna.

Durante seu trabalho, Babbage observou que se podia "programar" ou "ensinar" sua máquina a fazer tarefas matemáticas. Se ele tivesse podido testar isso, ou se tivesse criado uma máquina para fazê-lo, os vitorianos teriam movido o império por meio do computador a vapor.

A estrutura lógica

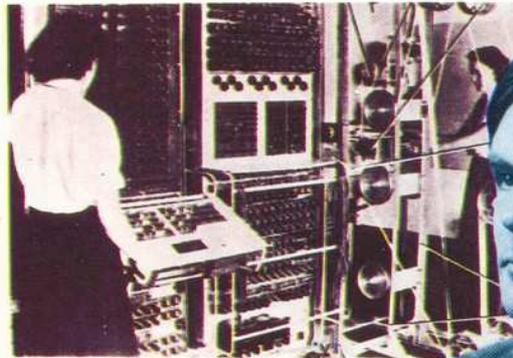
Só por volta de 1936, as idéias de Babbage foram comprovadas, quando um jovem matemático de Cambridge, Alan Turing, publicou um artigo, pouco conhecido, *On computable numbers*. O nome de Turing é quase desconhecido para o público, mas sua contribuição foi fundamental para o desenvolvimento de idéias que ocorreriam antes de o computador propriamente dito tornar-se realidade. Os cientistas admitiam que a matemática não era uma arte misteriosa, e sim uma ciência inteiramente relacionada com regras lógicas. Se uma máquina recebesse essas regras e o problema a ser solucionado, ela seria capaz de resolvê-lo. No entanto, os esforços dos mais competentes matemáticos foram inúteis para desenvolver tal máquina. Turing decidiu examinar o impasse de outra maneira. Verificou os tipos de problemas que uma máquina poderia resolver seguindo regras lógicas, e tentou fazer uma lista de todos eles.

Alan Turing e o Colossus

Alan Turing demonstrou que um conjunto de estruturas simples poderia resolver qualquer problema complexo. Ele e sua equipe desenvolveram o Colossus, um dos primeiros computadores do mundo, visto aqui em operação durante a Segunda Guerra Mundial. Essa máquina enorme continha 1.500 válvulas, e sempre uma se queimava em alguns minutos. O Colossus era capaz de processar 5.000 caracteres por segundo, e foi responsável pela decodificação das mensagens alemãs "Enigma".



A primeira programadora
A condessa Ada Lovelace, companheira de Charles Babbage e filha de Lord Byron, é uma das poucas mulheres a figurar na história da computação. Matemática talentosa, Ada compreendeu a máquina analítica de Babbage e escreveu um dos melhores relatos sobre ela. Criou programas para a máquina, tornando-se a primeira programadora de computador do mundo.



1835
O PRIMEIRO PROGRAMA
Escrito por Ada Lovelace.

1834
MÁQUINA ANALÍTICA
Babbage formulou muitas das idéias do computador moderno.

1847
ÁLGEBRA BOOLEANA
George Boole introduziu raciocínios matemáticos que estimularam o estudo da computação.

1890
PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO
Hermann Hollerith usou cartões perfurados no censo dos Estados Unidos.

1900
MEMÓRIA MAGNÉTICA
Os primeiros registros magnéticos de dados foram feitos por Valdemar Poulsen.

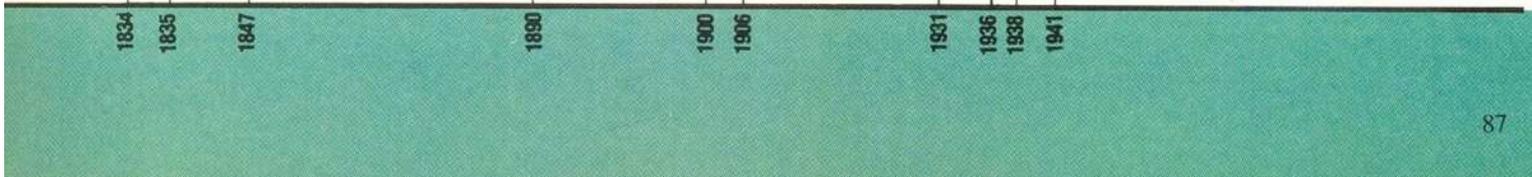
1906
VÁLVULA
Interruptor eletrônico inventado por Lee de Forest.

1931
ANALISADOR DIFERENCIAL
Inventado por Vannevar Bush para resolver um grupo de equações "diferenciais".

1936
MÁQUINA DE TURING
Elaborada uma fundamentação teórica para o computador por Alan Turing.

1938
CIRCUITOS ELETRÔNICOS
Claude Shannon demonstrou que circuitos de interruptores eletrônicos podiam realizar operações lógicas.

1941
CONRAD ZUSE
O primeiro computador eletrônico programável.





Os precursores

Se abrangessem toda a matemática, a questão estava resolvida.

Turing liderou uma equipe de pesquisa na Inglaterra e desenvolveu a mais secreta invenção da Segunda Guerra Mundial, o Colossus, primeiro computador eletromecânico do mundo, que pôde decifrar os códigos alemães de mensagens "Enigma", durante a guerra.

Depois da guerra, Turing colaborou no projeto do primeiro computador dos Estados Unidos, o ENIAC, desenvolvido na Universidade da Pensilvânia. Ainda imperfeito, era composto de 18.000 válvulas. De dois em dois minutos uma válvula se queimava!

Uma das razões de ser desconhecido o nome de Turing foi por trabalhar para o serviço secreto inglês. O governo não liberou detalhes sobre o trabalho pioneiro de Turing até 1975.

O desenvolvimento do computador continuou, mas só com a invenção do transistor de silício, em 1947, tornou-se possível aumentar a velocidade das operações na computação.

Os transistores substituíram as válvulas: são mais rápidos, mais exatos e não geram calor. Assim como as válvulas, são interruptores eletrônicos que se ligam e desligam e podem representar os algarismos 0

e 1 do código binário. Durante os anos 50 e começo dos 60, construíram-se computadores maiores e mais rápidos, usados em grandes empresas e órgãos do governo.

Em meados dos anos 60, os cientistas observaram que um circuito eletrônico funcionaria de modo igualmente satisfatório se tivesse o tamanho bem reduzido. Com bilhões de dólares despendidos na corrida espacial, os laboratórios começaram experimentando a colocação de um projeto de circuito num único chip de silício, gravando o circuito no chip. Antes do fim dos anos 60, nasceu o "circuito integrado", e com isso a computação deu um grande passo à frente.

O desenvolvimento de um circuito em um único chip levou naturalmente à construção de múltiplos circuitos em um só chip; e o resultado inevitável da colocação de vários chips juntos foi o conhecido microprocessador.

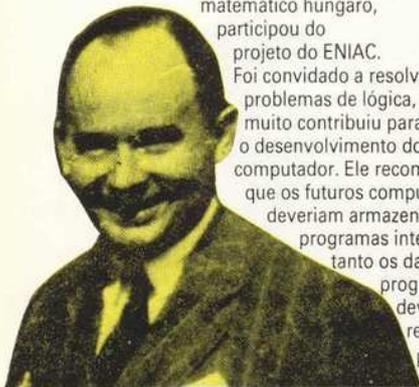
Apesar da pouca semelhança entre a tecnologia do microchip e os diversos projetos de Babbage, Ada Lovelace e o Colossus de Turing, a "arquitetura" prática criada por Charles Babbage ainda é utilizada nos microprocessadores atuais. E a teoria matemática de Turing, que possibilitou tudo isso, ainda não foi superada.

O Sinclair Spectrum

Desenvolvido 40 anos depois dos primeiros e incômodos computadores, instalados em grandes salas, o Spectrum é portátil e barato. Foi o primeiro micro em cores. Os primeiros computadores eram grandes máquinas complexas, projetadas para instituições governamentais, operadas a portas fechadas. Atualmente, graças a máquinas como o Spectrum, muitas pessoas podem ter um micro em casa.

O "arquiteto" do computador moderno

John von Neumann, célebre matemático húngaro, participou do projeto do ENIAC. Foi convidado a resolver problemas de lógica, e muito contribuiu para o desenvolvimento do computador. Ele recomendou que os futuros computadores deveriam armazenar os programas internamente e tanto os dados como os programas deveriam ser representados por números binários.



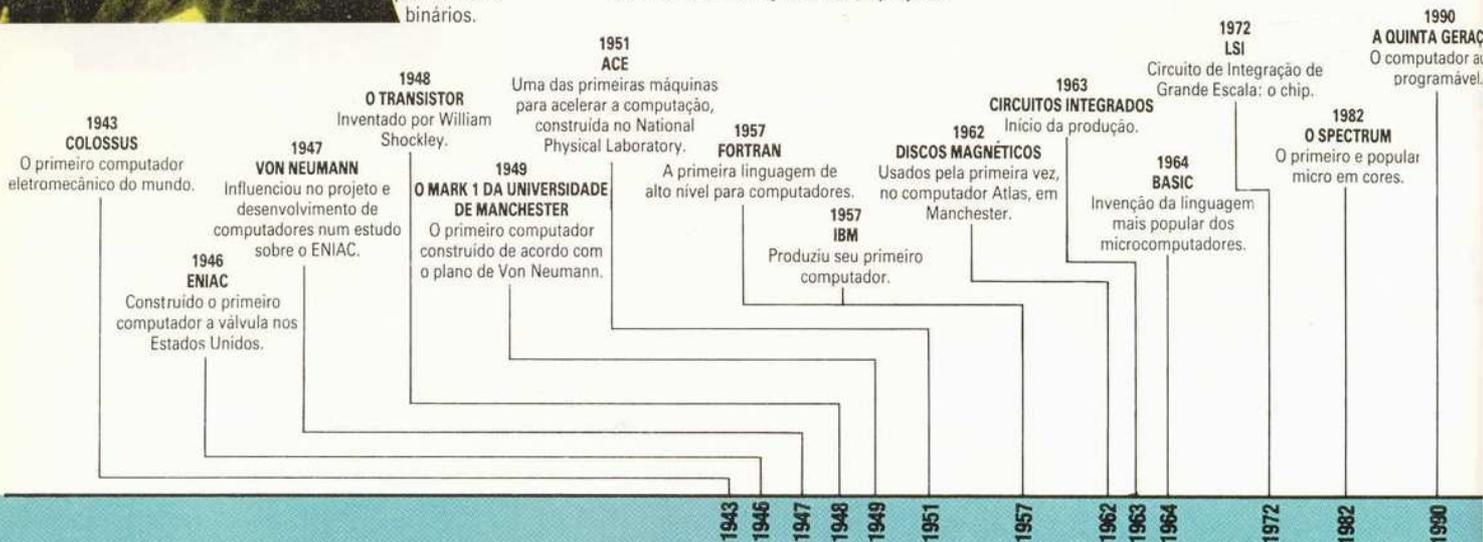
Steve Wozniac

Conhecido como uma "lenda



viva" no comércio da computação, Wozniac, aqui, está ao lado de seu primeiro invento, o Apple I (hoje um objeto de colecionador). Ele projetou computadores para a escola e, apesar de não ser engenheiro, empenhou-se em reduzir o tamanho e o preço do microcomputador. O Apple II, por ele desenvolvido em 1976, foi o primeiro computador doméstico a ter unidade de disco, e é um dos mais

vendidos no mundo. Na Apple Corporation, Wozniac trabalha hoje em novos projetos.





Sir Clive Sinclair



O empresário e gênio da eletrônica que, com suas invenções, revolucionou o mercado dos microcomputadores.

Um americano ou um europeu, mesmo com boa cultura, não saberiam responder o que é ou como funciona um Spectrum ou um ZX81. Aliás, é provável que se espantassem com semelhante pergunta, se alguém a fizesse. No entanto, o caso mudaria inteiramente de figura se a indagação se referisse à identidade de Sir Clive Sinclair, o gênio milionário da eletrônica (que já foi muitas vezes notícia de televisão, revistas e jornais).

Nascido no ano de 1940, em Londres, esse inglês irrequieto e criativo sempre demonstrou um interesse apaixonado por máquinas e miniaturas, desde a infância. Como resultado, já aos 12 anos de idade havia construído, sozinho, uma pequena calculadora mecânica. É fácil imaginar que para um garoto desses a escola convencional não ofereceria muitos atrativos. Apesar disso, Clive frequentou o St. George's College, de Weybridge, onde concluiu seus estudos de grau médio. Tinha então 17 anos e, em vez de ingressar numa faculdade, preferiu editar e escrever revistas técnicas, especializadas em eletrônica doméstica. Nessa ocupação, continuou a pesquisar e inventar até que, em 1962, fundou sua primeira empresa, a Sinclair Radionics. Seus primeiros produtos — vendidos por reembolso postal — foram kits de rádios portáteis para montar e amplificadores.

Em 1972, a Sinclair Radionics lançou no mercado um dos primeiros modelos de calculadora eletrônica de bolso, que também tinham preço acessível. (Um desses modelos, porém, era folheado a ouro e cus-

tava 4.000 dólares!) Os recentes relógios de pulso digitais, que utilizam microchips, também foram produzidos por esse Henry Ford do mundo do computador.

Mas foi somente no início da década de 80 que Clive Sinclair produziu seu primeiro computador de uso pessoal, o ZX80, uma verdadeira revolução no campo dos microcomputadores. Além de ser o mais barato dos microcomputadores então no mercado, o ZX80 usava a metade dos chips normalmente utilizada nesse tipo de computador e possuía um BASIC simples, mas muito potente. O modelo vendeu 50.000 unidades em poucos meses. O modelo seguinte, entregue ao mercado em 1981, surpreendeu ainda mais. Era o ZX81, menor e mais barato do que o ZX80, mas de eletrônica mais avançada (usava apenas quatro chips!). O ZX81 teve uma venda superior à do antecessor e, além de assegurar a seu criador fama e fortuna definitivas, colocou a Inglaterra outra vez na corrida tecnológica, juntamente com o Japão e os Estados Unidos. Mas isso ainda não era tudo: em 1982, Sinclair lançava o Spectrum, o primeiro micro de sua categoria com condições de produzir cor.

Em meio a tantas invenções, Sinclair não perdeu o gosto pela redação e edição de livros: sua editora, a Sinclair Brown, fundada em 1981, publica cerca de vinte títulos anuais, entre ficção e não ficção.

As mais recentes inovações de Sinclair são um televisor com minúscula tela plana do tamanho de um livro e um carro elétrico para uso na cidade.

1962

Clive Sinclair funda a Sinclair Radionics em Londres, para vender kits de rádio e amplificadores por reembolso postal.

1972

Sinclair fabrica uma das primeiras calculadoras de bolso do mundo, a Executive, a preço baixo, e lucra 3,7 milhões de dólares com a exportação.

1975

Sinclair lança um dos primeiros relógios digitais, o Black Watch. Entretanto, a empresa teve problemas financeiros, devido a dificuldades com o fornecimento de chips.

1976

O Conselho Nacional de Empresas (National Enterprise Board) forneceu-lhe subsídios para estudos de sua televisão de bolso, que será lançada brevemente.

1979

Sinclair funda a Sinclair Research, para desenvolver produtos de consumo no campo da eletrônica.

1980

A nova empresa lança seu primeiro produto, o ZX80, conhecido como o primeiro computador a ser vendido por menos de 150 dólares.

1981

Sinclair desenvolve o computador ZX81, que vende mais de 1 milhão de unidades em dois anos.

1982

O Spectrum é introduzido, para ser vendido juntamente com o ZX81, porém projetado para um conjunto maior de usos.

1983

Lança-se o tão esperado Microdrive, com as interfaces I e II, que expandem o Spectrum, utilizando cartuchos ROM. Sinclair também anuncia o novo televisor portátil de tela plana, após um programa de desenvolvimento de quatro anos, ao custo de 6 milhões de dólares.

1984

Sinclair espera lançar o computador ZX84 no mercado. Há rumores de que esse computador terá como característica a tela plana.



John von Neumann

Autor de trabalhos de grande importância e repercussão, Von Neumann é um dos mais célebres matemáticos do século XX.



O par perfeito

John von Neumann, com sua segunda esposa Klara, que foi programadora dos primeiros computadores.

Só um húngaro poderia entrar por uma porta giratória atrás de você e depois surgir à sua frente. Assim disse John von Neumann, referindo-se ao espírito de competitividade de seus compatriotas.

Ele não era exceção. Pela sua capacidade e extraordinária inteligência, recebeu as mais altas incumbências científicas nos Estados Unidos.

Neumann nasceu em uma rica família judaica, no Império Austro-Húngaro. Suas habilidades matemáticas foram reconhecidas quando ainda era muito jovem: aos 25 anos tinha acumulado duas graduações e um doutoramento, e discutia problemas matemáticos em pé de igualdade com cientistas eminentes, como Einstein e David Hilbert.

Neumann sempre esteve atento aos problemas mundiais. Com a queda do Império Austro-Húngaro, após a Primeira Guerra Mundial, adotou o título de *von* e ingressou na vida acadêmica da Alemanha derrotada. Ao mesmo tempo, estabelecia seus contatos nos EUA, passando os invernos na Universidade de Princeton, em Nova Jérsei, e os verões na Europa, administrando as propriedades de seu pai.

Quando começou a Segunda Guerra Mundial, ele já se encontrava em segurança nos EUA.

Von Neumann tornou seu nome famoso na matemática: reabilitou a teoria dos conjuntos, que Bertrand Russell havia abalado com seus paradoxos lógicos. Era fascinado pela física quântica e também pela teoria dos jogos. Criou o método Monte Carlo, que utiliza números aleatórios para resolver equações matemáticas.

Com a entrada dos EUA na guerra, foi posto a par do Projeto Manhattan, ao qual aderiu, colaborando no estudo de produção da bomba atômica. Ainda se

encontrava ligado ao Manhattan, quando soube que se faziam tentativas de construção de um computador eletrônico e ele próprio foi convidado para o projeto ENIAC (Electronic Numeric Integrator And Calculator). O trabalho estava sob a orientação de engenheiros eletrônicos, mas, como primeiro matemático envolvido, analisou o problema de modo diferente e redigiu um relatório que estruturou e viabilizou o moderno computador.

Após o ENIAC, foi desenvolvido o projeto de outro computador, o EDVAC (Electronic Discrete Variable Computer). Neste, pela primeira vez foi aplicada a idéia de programação interna proposta por John von Neumann. Esse conceito inovador é, ainda hoje, um dos elementos essenciais na construção de computadores. Trata-se da possibilidade de armazenamento de programas, codificados de acordo com certos critérios na memória do computador e não em dispositivos externos, como ocorria até então. Esse procedimento aumenta a operacionalidade dos programas, pois grupos de instruções podem ser executados várias vezes e na ordem que se fizer necessária.

Após a guerra, Von Neumann envolveu-se gradativamente com a política de defesa dos EUA. Apesar disso, manteve-se empenhado na pesquisa matemática e idealizou o projeto do primeiro computador — o JOHNIAC — para a Universidade de Princeton. Em uma festa para celebrar a conclusão do equipamento, ganhou um modelo esculpido em gelo.

John von Neumann colaborou de modo decisivo para o desenvolvimento da computação. Já na década de 40, concebeu os elementos básicos que viriam a inovar decisivamente a arquitetura dos computadores.

1903

Nasce Janos Louís Neumann, em Budapeste, em 28 de dezembro.

1921

Primeiro jornal de matemática, publicado em colaboração com seu orientador.

1933

Torna-se professor da Universidade de Princeton, Nova Jérsei, o refúgio de Einstein e outros matemáticos europeus.

1942

Publica um livro sobre a aplicação da teoria dos jogos na economia.

1943

É nomeado consultor do Projeto Manhattan.

1944

Toma conhecimento do projeto secreto do ENIAC.

1945

Acompanha os testes da primeira bomba atômica.

1947

Relatório sobre o ENIAC e esboço de projetos para um novo computador, o EDVAC (Electronic Discrete Variable Computer), construído segundo suas sugestões.

1951

O JOHNIAC, o computador por ele idealizado, começa a funcionar na Universidade de Princeton.

1951-1953

Presidente da Sociedade Americana de Matemática. Trabalha na teoria dos autômatos.

1955

É nomeado membro da Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos.

1957

Morre de câncer em 8 de fevereiro.



Steve Wozniak



De passatempo a um negócio multimilionário: conheça um pouco da história dos famosos microcomputadores Apple.

Nos Estados Unidos, Steve Wozniak é mais conhecido pelo público por sua participação em concertos de rock do que pela construção do Apple I e II. Mas no mundo dos computadores ele é tido como o "gênio da eletrônica", pois fez pela simplificação e difusão dos microcomputadores mais do que qualquer pessoa. As máquinas de Wozniak foram as primeiras a ter cores, gráficos, um teclado e um vídeo. O Apple II tornou-se tão popular que mais de 1 milhão de aparelhos já foram vendidos.

A ascensão meteórica de Steve Wozniak, de técnico numa oficina a bilionário da computação, parece um moderno conto de fadas. Ele nasceu e cresceu no agora famoso Vale do Silício, na Califórnia. Seu pai era engenheiro e lhe transmitiu os conhecimentos básicos de eletrônica.

Wozniak passou os primeiros anos de vida brincando com peças eletrônicas e usando sua habilidade técnica para pregar sustos nos colegas de escola. Uma vez ele construiu um dispositivo eletrônico chamado caixa azul, a partir da idéia que leu em uma revista. O dispositivo era capaz de imitar certos sons do sistema telefônico. Tais sons significavam que uma quantidade certa de fichas havia sido colocada no telefone público. Com isso, Wozniak fazia ligações telefônicas para qualquer lugar do mundo sem pagar. Certa vez ligou até para o papa.

Wozniak não chegou a fazer um curso de enge-

nharia. Suas notas de matemática e eletrônica eram excelentes, mas no colegial ele desistiu de estudar. Seu primeiro emprego foi como técnico na empresa Hewlett Packard, onde projetava calculadoras. Lá, todos diziam que Steve não tinha as condições necessárias para fazer o que ele realmente queria: projetar computadores.

Assim, ele começou a trabalhar sozinho, em geral à noite, e desenhou um microcomputador que a Hewlett Packard rejeitou. Chateado, Wozniak abandonou a empresa, e começou a trabalhar com o colega de escola, Steve Jobs. O projeto que fizeram vendeu cinquenta exemplares. O Apple I tinha nascido. A pequena companhia e o projeto receberam o nome de Apple, simplesmente porque Jobs já tinha trabalhado num pomar.



Entre 1975 e 1976, Wozniak fechou-se em sua oficina. Nela, desenvolvendo seu trabalho criativo dia e noite, produziu o Apple II. Tinha nessa época 26 anos de idade.

Os especialistas ainda vêem o Apple como uma façanha surpreendente de projeto e circuitos muito simples. Eles dizem que Steve Wozniak lê diagramas de circuito de um chip com a mesma facilidade com que as pessoas lêem uma história em quadrinhos. Uma das inovações mais importantes do Apple II foi a simplificação da unidade de disco. Antes de Wozniak, a unidade precisava de trinta chips, e seu novo design fez com que apenas cinco fossem necessários. Isso não foi algo totalmente inovador, mas, simplificando todas as peças e reunindo-as num só bloco, possibilitou a qualquer pessoa ter em casa um computador.

O projeto comercial

O comércio, entretanto, não era a meta principal de Wozniak. Seu companheiro Steve Jobs foi o responsável pela comercialização do Apple e pela consolidação da Apple Corporation (em 1984 contava com 3.300 empregados); a companhia, segundo consta, contribuiu para que cinquenta pessoas se tornassem milionárias. Wozniak possui apenas 4% da Apple e nunca se envolveu em assuntos administrativos. Ele ainda prefere divertir-se com seus micros e desenvolver novas idéias.

Em 1983, depois de estar apenas empenhado na organização de festivais de rock, Wozniak voltou à Apple para trabalhar em outros projetos, aparentemente novas propostas de software. Além disso, ele está envolvido na futura produção do Apple II com vídeos e sistemas de edição de alta qualidade gráfica. Mas Wozniak não se preocupa apenas com a criação de máquinas melhores e mais rápidas. Ele também acredita ser possível desenhar um microcomputador muito inteligente. Mediante um programa simples, tal micro seria capaz de aprender qualquer coisa. Vamos esperar a próxima invenção desse gênio da engenharia eletrônica.

O superintendente

Steve Jobs, superintendente da Apple Computer Inc., foi companheiro de escola de Wozniak. Se este era o gênio da eletrônica na turma, Jobs era o homem de negócios. Quando o Apple foi projetado em 1975, Jobs tinha 20 anos. Ele logo percebeu que a máquina tinha grande utilidade como diversão e também como computador pessoal. Wozniak criou o Apple, mas Jobs foi o responsável pela venda e produção em massa. O Apple II vinha numa caixa completa, pronto para ser usado em casa. Para conseguir o primeiro capital do empreendimento, Jobs vendeu seu carro, e Wozniak, sua calculadora programável. Logo depois o jovem milionário Mike Markkula financiou o projeto, que lhe pareceu muito interessante. Em 1980, o crescimento da empresa de computadores foi muito grande e em 1982 as vendas alcançaram mais de 500 milhões de dólares.

O crescimento fantástico da Apple foi alvo de prêmios nos Estados Unidos. Steve Jobs foi capa da revista *Time*, como um dos jovens mais bem-sucedidos do mundo.

Chuck Peddle



O cérebro que está por trás do microprocessador 6502, hoje utilizado em numerosos microcomputadores.

Chuck Peddle faz parte de uma geração anterior à de empresários como Steve Wozniak e Steve Jobs. Não obstante, só teve seu primeiro envolvimento com os microprocessadores em 1973, quando foi contratado pela Motorola para trabalhar no projeto do microprocessador 6800.

Como o 6800 foi um dos primeiros microprocessadores a disputarem o mercado, a Motorola estabeleceu por ele um preço alto. Esse é o procedimento econômico normal, quando a procura é maior que a oferta. Descontente com o preço demasiadamente elevado do produto, Chuck Peddle abandonou a Motorola e passou a trabalhar para a MOS Technology.

Nessa empresa, Peddle empenhou-se no projeto de outro microprocessador, o conhecido MPU 6502, sem dúvida o mais bem-sucedido microprocessador da primeira década da microcomputação. No entanto, nessa época ninguém poderia perceber que o produto então em desenvolvimento estava destinado a servir de esteio a toda uma indústria, contribuindo em larga escala para uma revolução social como não ocorria já há cerca de duzentos anos.

Uma das poucas pessoas capazes de reconhecer o significado dos microprocessadores em geral e o potencial do 6502 da MOS Technology em particular foi Jack Tramiel, presidente da Commodore Business Machines. Até esse momento, a Commodore estava envolvida com uma série de produtos para escritório e calculadoras de bolso, não tendo ainda obtido sucesso significativo em qualquer dessas áreas.

A Commodore era a principal cliente da MOS Technology, e comprava regularmente grande quanti-

dade de chips com quatro funções calculadoras. Apesar das dificuldades financeiras que enfrentava para manter a Commodore, Tramiel realmente acreditava no 6502. Tanto assim que encontrou recursos para adquirir a MOS Technology. Juntamente com a empresa, ele obteve os serviços de seu funcionário Charles Peddle, então alocado como engenheiro no desenvolvimento de microprocessadores.

Nessa época, Peddle percebeu que seus conhecimentos técnicos, somados a sua imaginação, poderiam dar origem a um grande acontecimento — o computador pessoal. A mesma idéia estava sendo desenvolvida por Wozniak e Jobs, na Apple Computer, Inc. Peddle estava tão preocupado com o uso correto dessa nova tecnologia, que se reuniu a Bill Gates, fundador da Microsoft — famosa por seu interpretador BASIC —, numa tentativa de comprar a Apple, que coincidentemente estava à venda ao mesmo tempo que a MOS Technology. Entretanto, Wozniak e Jobs pediam 150.000 dólares pela companhia, mas Peddle e Gates só tinham condições de pagar dois terços dessa quantia.

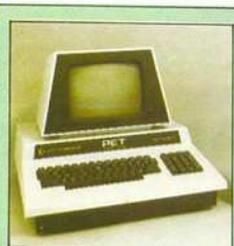
Peddle ficou na Commodore e comprometeu-se a criar o Commodore PET (Personal Electronic Transactor), que foi lançado em 1977, quase ao mesmo tempo que o Apple II. O PET era diferente por ter um monitor e uma unidade de fita acoplados, e o teclado era mais parecido com o de uma calculadora do que com o de uma máquina de escrever. Pouco depois de seu lançamento, a Commodore tinha encomendas para mil unidades do PET. Começava a primeira geração de microcomputadores projetados especialmente para uso pessoal.

Isso aconteceu três anos antes que Peddle realizasse sua segunda e maior ambição — controlar sua própria empresa de computadores. Juntamente com Chris Fish, um dos responsáveis pelo notável sucesso financeiro da Commodore, Peddle uniu-se à Victor United, uma subsidiária da Walter Kidde Corporation, e deu início à Sirius Systems Technology.

O trabalho de desenvolvimento na indústria do computador pessoal concentrava-se em chips de 16 bits como o 8088 da Intel. A IBM também estava trabalhando num computador pessoal baseado no mesmo chip, mas a Sirius conseguiu apresentar o resultado de seu trabalho algumas semanas antes. A máquina recebeu amplos elogios e estabeleceu-se firmemente no mercado. Foi a primeira produzida em massa, pois o preço mais baixo do microcomputador constituía vantagem apreciável em relação a muitos de seus concorrentes.

O Sirius I era relativamente barato e fácil de usar. Possuía um teclado separado, gráficos de alta resolução e tela anti-reflexo. Com tudo isso, ele colocava em cena novos padrões de microssistemas para escritório. Os usuários descobriram o grande aumento de velocidade e da capacidade de empregos do microprocessador de 16 bits. Era, sob qualquer ponto de vista, um aparelho muito eficiente.

Em tudo que fez, Chuck Peddle sempre procurou satisfazer sua aspiração — colocar o computador ao alcance de todos. E, de algum modo, ele incentivou outros fabricantes a que também o fizessem.



Primeiro computador pessoal

Depois de desenvolver o microprocessador 6502, Chuck Peddle empenhou-se em projetar algo chamado "computador pessoal", inteiramente autônomo, que pudesse ser ligado e usado para qualquer propósito, onde quer que o usuário estivesse. O Commodore PET foi o resultado de seu trabalho, lançado quase ao mesmo tempo que o Apple II de Wozniak. Tinha tela incorporada, gravador cassete e um interpretador BASIC Microsoft. Embora tenha passado por várias modificações, como o aspecto do teclado, o PET ainda é bastante popular. Uma das características da máquina é seu aspecto físico, que sugere uma cabeça e dois ombros. Atualmente, o 6502 é um dos microprocessadores mais utilizados em computadores pessoais.



Alan Turing

O nome deste matemático inglês não é muito conhecido, pois grande parte de seu trabalho foi desenvolvido no serviço de espionagem, durante a Segunda Guerra Mundial.

Proeza matemática

Alan Turing (1912-1954) encontrou inspiração e relaxamento nas corridas de longa distância. Ele considerava excelente o efeito dos exercícios físicos em sua criatividade e agilidade mental.



As máquinas podem pensar?

Para responder a esta pergunta, Turing propôs seu famoso teste chamado jogo da imitação, mais conhecido como Teste de Turing. Um homem fica numa sala no controle de uma teleimprensa (teclado e impressora). Esta é ligada a uma teleimprensa (em outra sala e operada por outro homem) e também ligada ao computador em teste. Ao primeiro homem é permitido fazer qualquer pergunta ao segundo ou à máquina. Se ele for incapaz de saber quando está em comunicação com o homem e quando com o computador, então a máquina pode ser considerada inteligente. Afinal, prossegue o argumento, não podemos dizer ao certo se outras pessoas estão pensando e conscientes, a não ser observando suas reações às circunstâncias e comparando-as com as nossas.

O jovem Alan Turing demonstrou um enorme interesse pela ciência. Enquanto estava na escola, escreveu a sua mãe: "Parece que eu sempre quero extrair coisas novas até mesmo do que é mais comum na natureza". Com frequência os matemáticos mostram desde cedo o seu talento; logo que Turing aprendeu a ler e escrever, ele fatorava números de hinos religiosos e desenhava bicicletas anfíbias.

Enquanto seu pai estava em Madras no Serviço Civil da Índia, Turing era homenageado na escola com prêmios, e a seguir com uma bolsa de estudos que o levou ao King's College, em Cambridge, na Inglaterra. E foi aí, primeiramente como aluno e depois como membro do Conselho do King's College, que ele começou a interessar-se por problemas de lógica matemática.

Em 1931, o matemático tcheco Kurt Gödel surpreendeu o mundo científico com a descoberta de que havia numerosos teoremas matemáticos que, embora verdadeiros, nunca poderiam ser provados. Alan Turing dedicou-se a analisar os teoremas que podiam ser comprovados.

Ele imaginou uma máquina, cuja construção não foi concretizada, que poderia efetuar de forma automática os processos geralmente desenvolvidos por um matemático. Para cada processo, haveria uma máquina: uma para somar, outra para dividir, uma terceira para calcular integrais, e assim por dian-

te. Mais tarde, foram denominadas máquinas de Turing.

Raciocinando sobre o funcionamento dessas máquinas imaginárias, Turing chegou a uma brilhante conclusão. Em vez de utilizar uma máquina específica para cada processo matemático, era possível desenhar um aparelho "universal" que tivesse condições de realizar tudo o que as máquinas especializadas podiam fazer, desde que fossem programadas para tal. Turing tinha elaborado por acaso a teoria dos computadores programáveis.

Quando começou a Segunda Guerra, Turing foi imediatamente recrutado do mundo acadêmico para a Escola de Códigos e Criptogramas do Governo em Bletchley Park, Buckinghamshire. Se não fosse a guerra, as máquinas de Turing não passariam de frutos de sua imaginação, mas o Bletchley Park foi incumbido do trabalho urgente e secreto de decifrar os códigos militares alemães.

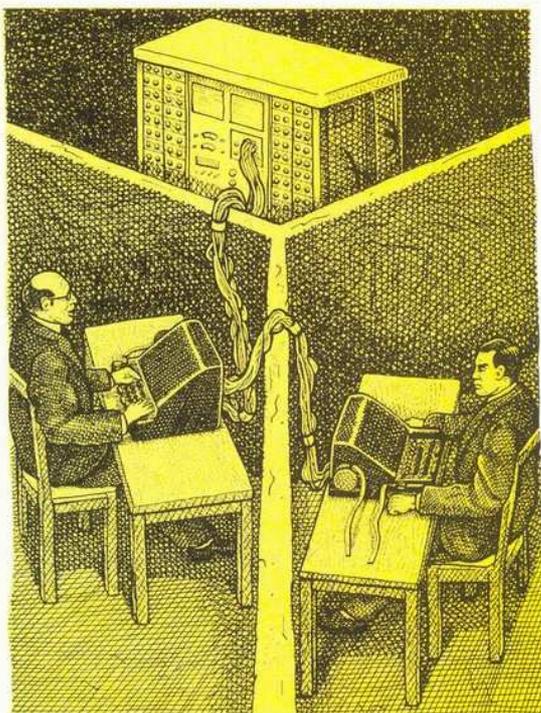
Como esses códigos podiam ser alterados diariamente, as máquinas deveriam decifrá-los antes que os novos fossem introduzidos. Bletchley Park tornou-se em pouco tempo grande centro de processamento de informações. No meio da guerra, Turing foi enviado aos Estados Unidos a fim de estabelecer códigos seguros para as comunicações transatlânticas entre os Aliados.

Como seu trabalho nessa época era altamente secreto, ainda hoje pouco se sabe sobre suas atividades. Entretanto, supõe-se que ele conheceu Von Neumann em Princeton, Nova Jérsei. No final da guerra, Turing foi solicitado a projetar um computador totalmente inglês, para o Laboratório Nacional de Física, e que seria chamado ACE (Automatic Computing Engine).

Esse nome foi dado, em parte, em homenagem a Charles Babbage e à sua máquina analítica. Assim como essa máquina pioneira, o ACE demorou muito a ser construído, mas pode-se dizer que era mais avançado que o ENIAC (ver p. 46).

Decepcionado com a morosidade da construção, Turing mudou-se para Manchester, onde tomou parte no projeto do computador da universidade local. Ao mesmo tempo, tornou-se consultor da empresa Ferranti, e mais tarde participou da construção dos primeiros computadores ingleses.

Turing era um excêntrico que perseguia o que considerava importante, sem convenções sociais ou impedimentos legais. Um amigo seu afirmou que ele era "divinamente louco" no que dizia respeito a encontrar defeitos nos outros, mas possuía indiscutível gênio científico. Em 1952, ele foi processado por homossexualidade, e suicidou-se dois anos depois.





Charles Babbage



Apesar de nunca terem sido concluídas, as máquinas de Babbage foram as precursoras do computador moderno.

“Quisera Deus esses cálculos fossem feitos por uma máquina a vapor!”, exclamava Charles Babbage enquanto trabalhava nas tabelas do *Almanaque náutico*. O século XIX desenvolvera a propulsão a vapor, mas a navegação marítima ainda representava um problema. A posição de um navio era determinada pela observação da Lua e pelo uso de tabelas matemáticas, quase sempre imprecisas.

Em 1812, Babbage teve a primeira idéia de construir uma máquina, à qual chamou de máquina diferencial. Ela seria capaz de realizar os trabalhosos cálculos necessários à confecção das tabelas náuticas. Por volta de 1823, ele já havia concluído um pequeno modelo e recorreu ao governo, a fim de conseguir verbas para construir a máquina em tamanho funcional. O ministro da Fazenda da Grã-Bretanha concedeu-lhe 1.500 libras esterlinas, e ele empenhou-se na construção de um aparelho que eliminaria os erros mediante a impressão automática dos resultados de seus próprios cálculos.

A linha de trabalho de toda a vida de Babbage estava, a partir de então, determinada. O projeto consumiu altas somas em dinheiro, pois ele estava trabalhando com o que havia de mais avançado na engenharia da época. Para obter o dinheiro, ele contou com a ajuda do primeiro-ministro, seu amigo, o duque de Wellington.

Apesar da segurança de Babbage (“O que quer que a máquina faça, estará correto”, dizia ele), o governo acabou desistindo da idéia, depois de ter investido 17.000 libras no empreendimento. O engenheiro contratado por Babbage, Joseph Clement, demitiu-se algum tempo depois, e levou consigo to-

dos os instrumentos especialmente elaborados para a construção da máquina.

Babbage partiu em seguida para um projeto mais ambicioso, a máquina analítica. Esse novo engenho teria todas as funções previstas para a máquina diferencial — e muitas outras. Seu projeto, em vários aspectos, lembra os computadores atuais. Era composto por um armazenamento de memória, um “manipulador” aritmético (equivalente à CPU), e podia fornecer saídas impressas. A máquina podia até ser programada, usando ramificações condicionais.

A princípio, as instruções eram controladas por cravos, como os de um realejo; mais tarde, foi adotado o sistema de cartões perfurados que Joseph Jacquard havia introduzido na indústria de tecelagem. Babbage também fez experiências com diversas bases numéricas, mas, como todas as suas máquinas utilizavam procedimentos mecânicos, não havia vantagem no uso do sistema binário.

Sua amiga, a condessa Ada Lovelace, matemática talentosa, participou da elaboração desse projeto. Mas eles enfrentaram muitos problemas. Ela perdeu sua fortuna jogando num “infalível” sistema de apostas em corridas de cavalo. Depois de sua morte, aos 36 anos, Babbage prosseguiu sozinho.

Homem de energia prodigiosa, ele também inventou o oftalmoscópio médico, coreografou um balé, criou um sistema de iluminação de palco e inventou uma técnica de sinalização marítima.

Nos últimos anos de vida, ele tornou-se irritável ao extremo. Embora desejasse a nobreza, recusou o título de barão que lhe foi concedido em reconhecimento pelo seu trabalho.

As experiências de Babbage anteciparam a estrutura do moderno computador eletrônico, mas ele não teve condições de desenvolver seus projetos inteiramente. A máquina analítica ficou para sempre inacabada, pois as limitações técnicas do século XIX impediram sua conclusão.

1792

Nasce em Totnes, Devon, em 26 de dezembro.

1810

Ingressa no Trinity College, em Cambridge, para estudar matemática.

1814

Casa-se com Georgina Whitmore.

1822

Publica um artigo intitulado “Observações sobre os usos de máquinas para o cálculo de tabelas matemáticas”. Recebe a primeira medalha de ouro da Associação Astronômica, que ele ajudou a fundar.

1827

Cambridge indica-o como professor para a cátedra que pertencera a Newton, apesar de nunca ter lecionado lá.

1833

Candidato ao Parlamento em Finsbury.

1834

Projeto da máquina diferencial interrompido após a desistência de Joseph Clement.

1862

A máquina diferencial, parcialmente acabada, é exibida em Londres.

1871

Morre em 18 de outubro.



Herman Hollerith

1860

Nasce em Buffalo, Estado de Nova Iorque.

1879

Forma-se na Universidade de Columbia. Trabalha no National Census Office dos Estados Unidos.

1882

Faz pesquisas no Instituto de Tecnologia, em Massachusetts.

1883

Trabalha em Washington no Patent Office.

1884

Primeiras patentes da fita contínua de papel perfurado para representação de informações.

1887

Seu sistema é adotado para processar estatísticas de mortalidade, em Baltimore, Maryland.

1889

Seu sistema é instalado no Hospital Militar para fazer estatísticas médicas do exército. Concedida patente do cartão individual.

1890

Vence a concorrência para fornecer equipamento para o censo de 1890. Ganha título de PhD da Universidade de Columbia por trabalho sobre processamento de informação.

1900

Introduz nova geração de equipamento aperfeiçoado.

1901

Novo equipamento é usado no censo de agricultura.

1905

Suas primeiras patentes começam a expirar e há ameaças ao seu monopólio.

1911

Abre uma empresa holding, a Companhia de Registro de Tabulação.

1914

O famoso empresário Thomas J. Watson assume a direção da companhia.

1924

O nome da empresa é mudado para International Business Machines (IBM).

1929

Morre em Washington, DC.



O inventor que registrou os números da população americana em cartões e fundou a maior empresa de computadores do mundo.

Nascido nos Estados Unidos em 1860, Hollerith graduou-se na Universidade de Columbia, tornando-se depois assistente do National Census Office (NCO), onde ajudou a compilar as estatísticas demográficas de 1880. Nesse tempo, o trabalho era todo feito a mão, meticuloso e demorado — tão lento, de fato, que chegada a ocasião do novo recenseamento, dez anos depois, o departamento americano ainda tabulava os resultados anteriores. Hollerith estava consciente de suas aptidões, e, pretendendo desenvolver sua capacidade para inovações, deixou o NCO e passou a trabalhar no Departamento de Patentes, em Washington.

A primeira idéia de Hollerith foi codificar informação numa fita de papel, marcada a tinta e dividida em “campos”. Cada campo representava grupos diferentes — por exemplo, masculino ou feminino, negro ou branco. Um furo no campo masculino/feminino representava indivíduo do sexo masculino, ao passo que a ausência de furo significava sexo feminino, e assim por diante. Esses furos seriam mais tarde “lidos” por uma máquina. Suas primeiras patentes foram obtidas em 1884, e durante os anos seguintes ele aperfeiçoou seu sistema. Começou processando dados estatísticos de saúde pública, trabalho resultante do rápido desenvolvimento das cidades americanas, e fez levantamentos para a administração do exército.

Decorridos cinco anos, em 1889, ele aperfeiçoou a idéia da fita de papel perfurada, utilizando cartões para cada indivíduo. Os cartões tinham o tamanho da cédula de 1 dólar — em parte, segundo se diz, porque o único equipamento que poderia ser adaptado tinha sido criado para manejo de dinheiro. Os furos eram originalmente redondos e feitos com perfuradoras usadas por cobradores de ônibus; mais tarde foram produzidas perfuradoras especiais para um furo quadrado de 6 mm. Por este meio, muita informação podia ser contida num único cartão.

A vantagem dos cartões individuais sobre a fita contínua é que a informação podia ser específica ou genérica. Por exemplo, para encontrar o número de mulheres brancas com 80 anos que viviam em Nova Iorque, todos os cartões seriam classificados, e aqueles com furos perfurados nos campos que não interessavam seriam mecanicamente separados do resto. As primitivas máquinas apenas produziam um total geral, mas com o tempo Hollerith introduziu a adição e outras operações aritméticas simples.

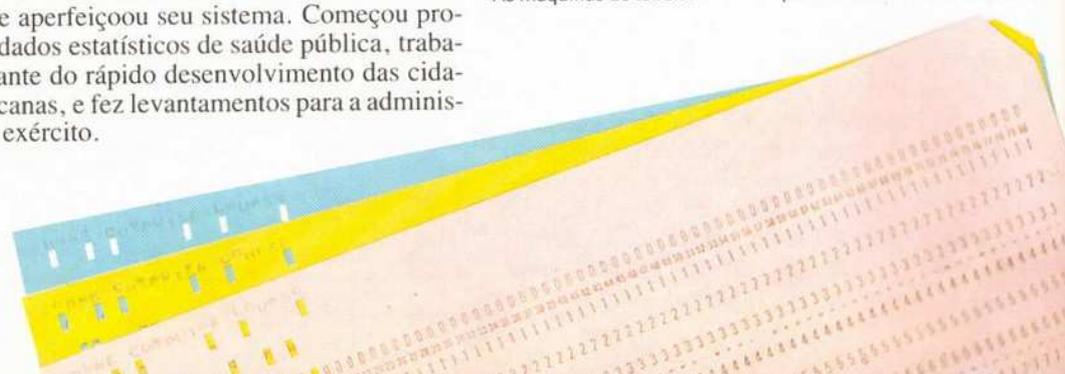
O sucesso comercial veio em 1889, quando o Bureau of Censuses anunciou uma concorrência para instalar um sistema de equipamento processador do censo do ano seguinte. Os sistemas foram testados com nova tabulação dos números anteriores. O equipamento de Hollerith venceu. Suas máquinas estavam protegidas por patente de invenção e por isso ele cobrou a taxa de 65 cents do governo, no processamento de cada conjunto de mil cartões. Apesar de haver um cartão para cada indivíduo, Hollerith levou apenas dois anos para concluir a apuração. Ele anunciou que a população era de 56 milhões, e cobrou do governo o valor equivalente.

Na época do censo de 1900, ele tinha desenvolvido um equipamento ainda mais eficiente, mas recusou-se a baixar o preço estipulado pelo trabalho. Quando se esgotou o prazo de validade de sua patente, o governo tentou negociar com algumas companhias, mas Hollerith ganhou a luta criando sua própria empresa, que mais tarde se tornou a International Business Machines. Hoje, a IBM é a maior fabricante de computadores do mundo, com um movimento comercial de 20 bilhões de dólares por ano.

Jogos de cartões

O método original de Hollerith de representar informação é usado até hoje, um século mais tarde, embora o formato dos cartões tenha mudado. Os cartões perfurados atuais têm 12 linhas de 80 colunas. As máquinas de tabular

usavam o sistema decimal, e cada cartão podia acumular 80 números. Os caracteres alfabéticos eram criados por multiplicação, fazendo-se mais de um furo em cada coluna. Os computadores também podem aceitar cartões perfurados em sistema binário.



Gottfried Leibniz

1646

Nasce em julho, em Leipzig.

1661

Matricula-se na Universidade de Leipzig. Forma-se aos 17 anos.

Década de 1660

Desenvolve o princípio da razão suficiente, em Paris.

1673

Máquina de calcular apresentada à Royal Society na Inglaterra.

1675

Inventa o cálculo infinitesimal independentemente de Newton.

1676

Estuda a dinâmica através da energia cinética.

1678

Bibliotecário e conselheiro do duque de Hanover.

1679

Desenvolve a matemática binária.

1683

Publica o panfleto "O mais cristão senhor da guerra", em ataque a Luis XIV.

Década de 1690

Sua genealogia da Casa de Hanover expande-se para o estudo da história do mundo. Desenvolve interesse pela lingüística e pela origem das línguas.

1700

Organiza a Academia de Ciências de Berlim.

1714

Responsável pelo estabelecimento do direito de sucessão de Jorge I ao trono inglês após a morte da rainha Ana.

1716

Morre em Hanover a 14 de novembro.



Cientistas envolvidos com a quinta geração de computadores interessam-se pelo trabalho deste pensador do século XVII.

Gottfried Wilhelm Leibniz foi uma das luzes científicas de sua época — o período conhecido como a Idade da Razão. Nasceu na cidade de Leipzig em 1646 e morreu em Hanover em 1716. Durante seus setenta anos de vida (o tipo de número exato que você espera de um matemático) descobriu princípios de cálculos, estudou a dinâmica dos corpos e fez contribuições para a geologia, a teologia, a história, a lingüística e a filosofia. Além do mais, desenvolveu idéias que viriam a ser fundamentais para a criação do computador.

Iniciou suas viagens aos 20 anos, depois de a Universidade de Leipzig ter-lhe recusado o doutorado em direito, por causa de sua pouca idade. Não dispondo de recursos particulares para sustentar-se, teve de submeter-se a trabalhos que não tinham relação com suas pesquisas científicas. Aos vinte e poucos anos, trabalhou como advogado e diplomata; mais tarde, passou a ser bibliotecário e conselheiro da realeza.

Suas pesquisas eram amplamente diversas, e sua

natureza cosmopolita levou-o a extensas viagens pela Europa, o que lhe possibilitou travar amizade com os grandes pensadores da época.

Sua primeira contribuição importante para a filosofia ocorreu em 1672, quando formulou o princípio da razão suficiente. Esse princípio sustentava a idéia de que "nada existe sem uma razão de ser" e "todas as coisas estão para o melhor no melhor possível dos mundos".

Voltando-se para a matemática, lançou-se ao trabalho de aperfeiçoamento da máquina de somar pascalina, inventada por Blaise Pascal, em 1642 (ver p. 86). Leibniz procurou torná-la também capaz de multiplicar e dividir. Para isso, projetou um dispositivo mecânico chamado cilindro de Leibniz (ver ilustração abaixo). O aparelho foi uma grande novidade para a época.

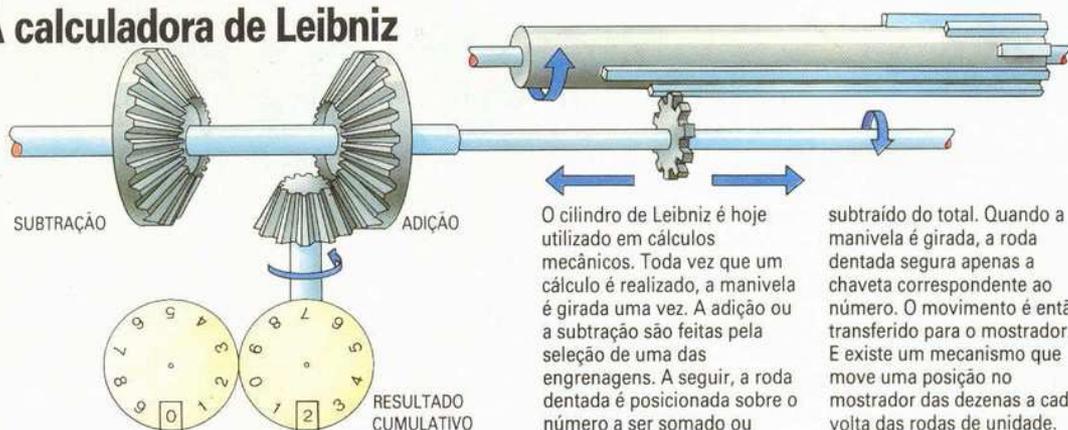
Anteriormente, pela complexidade de operação dos numerais romanos, a multiplicação só era ensinada nas escolas especializadas. Uma máquina que podia multiplicar mecanicamente tornava a aritmética mais acessível. Uma vez aperfeiçoado esse aparelho, Leibniz passou da base aritmética 10 para o exame formal da matemática binária.

A maior ambição de Leibniz era idealizar uma linguagem universal que utilizasse a clareza e a precisão da matemática para solucionar os problemas enfrentados pela humanidade. Essa linguagem caracterizava-se pelo uso de símbolos abstratos para representar os "átomos" fundamentais da compreensão, incluindo também um conjunto de normas para o emprego desses símbolos.

Sua tentativa não obteve resultado satisfatório, mas suas idéias foram retomadas de maneira mais modesta, no início do século XX, por Bertrand Russell, que procurou explicar a matemática em termos de uma "linguagem" de lógica formal.

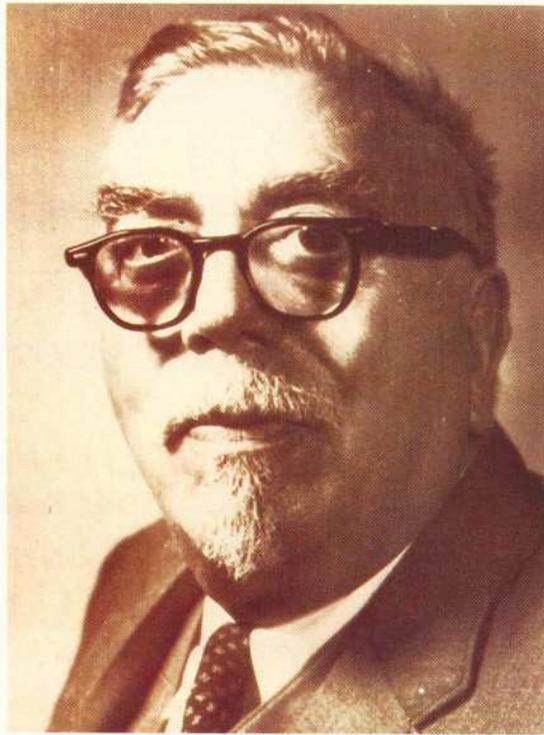
Nos anos recentes, cientistas envolvidos no projeto a longo prazo de desenvolvimento da quinta geração de computadores voltam a demonstrar interesse pelo trabalho de Leibniz. Espera-se que estas máquinas possam solucionar qualquer problema da atividade humana, com a mesma velocidade e correção com que os computadores atuais executam cálculos matemáticos. Para isso, eles vão precisar de um tipo de linguagem totalmente novo.

A calculadora de Leibniz





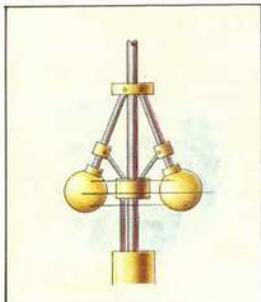
Norbert Wiener



A criança prodígio cujos estudos de matemática resultaram no nascimento da cibernética.

Restrição de velocidade

Wiener era fascinado pela idéia do controle da energia do vapor — um dos melhores e mais simples exemplos de feedback negativo. Dois pesos são ligados por duas hastes articuladas a um eixo rotatório, que é conectado à roda reguladora da máquina a vapor. À medida que a velocidade da máquina aumenta, os pesos giram. Este movimento, através de uma ligação adequada, fecha a válvula de pressão lentamente. Isto estabiliza a velocidade do motor, a qualquer nível desejado pelo operador. Os computadores modernos utilizam tipos de controle mais sofisticados, mas os princípios são os mesmos.



Norbert Wiener nasceu em 1894 no Estado de Missouri, Estados Unidos. Após graduar-se em matemática aos 14 anos e receber o doutorado em lógica aos 18, foi estudar com David Hilbert em Göttingen, na Alemanha.

A contribuição de Wiener para a ciência da computação veio mais tarde. Durante muitos anos, ele trabalhou no Instituto de Tecnologia de Massachusetts, onde estudou a nova física probabilística, e concentrou-se no estudo estatístico do movimento das partículas elementares em um líquido (o fenômeno conhecido como movimento browniano). Os movimentos de uma partícula são tão imprevisíveis que era impossível descrevê-los utilizando a física clássica das forças determinísticas. Assim, um método "probabilístico", pelo qual apenas a posição provável de uma partícula num dado momento poderia ser prevista, era a melhor maneira de se resolver a questão.

Quando começou a Segunda Guerra Mundial, ele ofereceu seus serviços ao governo americano e passou a trabalhar com problemas matemáticos referentes a uma arma apontada para um alvo móvel. O desenvolvimento dos sistemas de direção de uma mira automática, seus estudos de física probabilística e seu grande interesse por assuntos que iam desde a filosofia à neurologia apareceram juntos em 1948, quando ele publicou o livro intitulado *Cibernética*.

Cibernética é o estudo dos autocontroles encon-

trados em sistemas estáveis, sejam eles mecânicos, elétricos ou biológicos. Foi Wiener quem visualizou que a informação como uma quantidade era tão importante quanto a energia ou a matéria. O fio de cobre, por exemplo, pode ser estudado pela energia que ele é capaz de transmitir, ou pela informação que pode comunicar. A revolução trazida pelo computador é em parte baseada nessa idéia: uma transferência da fonte de poder do proprietário de uma terra, indústria ou empresa para o controle de informação. A contribuição de Wiener não foi uma simples peça de hardware, mas a criação de um ambiente intelectual em que computadores e autômatos pudessem ser desenvolvidos.

A palavra cibernética deriva de um termo grego que significa "timoneiro, piloto". Wiener estudou o "piloto" ou peça mestra da máquina a vapor de James Watt, que regulava automaticamente a velocidade do engenho; e ele percebeu que, para os computadores serem desenvolvidos, teriam de assemelhar-se à habilidade dos seres humanos no controle de suas próprias atividades.

O termostato em um ambiente é exemplo de um sistema de controle. Regula o aquecimento, de acordo com as variações de temperatura, em relação a um nível considerado ótimo. O ser humano é necessário somente para estabelecer esse nível. Wiener chamou essa capacidade de auto-regulagem e controle de "feedback negativo"; "feedback" porque o output do sistema (o aquecimento) afeta o seu comportamento futuro, e "negativo" porque as modificações efetuadas pelo termostato restabelecem a temperatura do conjunto.

Um sistema que pode agir assim e também escolher sua própria temperatura (além de outros objetivos) é chamado sistema de "feedback positivo". Quando um autômato é capaz de realizar tudo isso e também reproduzir a si mesmo, então ele se aproxima da condição humana.

A teoria da cibernética de Wiener pode ser vista como uma superciência — a ciência das ciências — que estimulou as pesquisas em muitas áreas dos sistemas de controle e sistemas que trabalham com informação. Tudo é informação. Aquilo que sabemos a respeito das mudanças no mundo nos chega pelos olhos, ouvidos e outros receptores sensoriais, que funcionam como instrumentos de seleção de apenas certos dados de uma totalidade, que nos engolfaria em caso contrário.

A informação pode ser estudada, também, de forma estatística, independentemente do significado que possa ter. Por exemplo, pela observação da frequência com que certos símbolos ocorrem pode-se quebrar vários tipos de códigos. Na língua inglesa, a letra *e* ocorre muito frequentemente, e o *t* é a outra letra mais utilizada. Com a análise de extensas amostras de um código e comparando-as com exemplos típicos do inglês, é possível identificar letras-chaves e começar a decifrar o código.

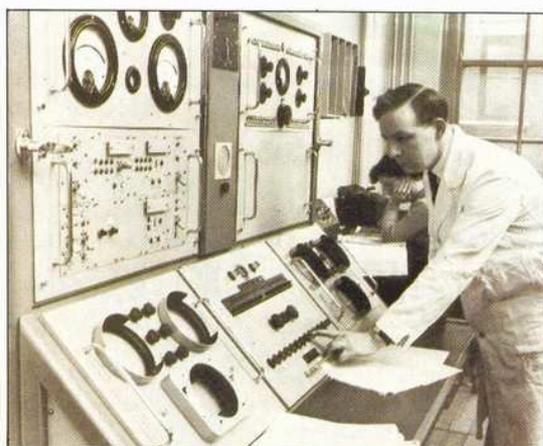
Wiener morreu em 1964, antes que a revolução do microcomputador começasse. Mesmo assim, ele previu e escreveu sobre muitos dos problemas que iriam surgir nesta nova tecnologia.

Uma casa de chá

A computação comercial na Inglaterra começou em um lugar inusitado.

Escritório eletrônico

Ao contrário de todos os computadores anteriores, que se destinavam a aplicações científicas ou militares, o LEO 1 foi projetado para executar apenas operações aritméticas simples, mas com milhares de itens ou transações por dia.

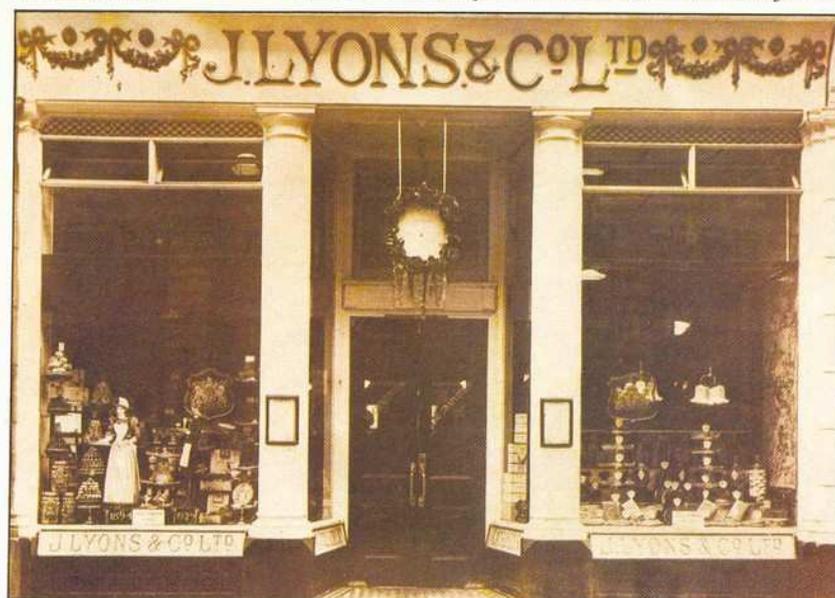


Em 1947, foi tomada uma decisão pioneira: tentar construir um computador que pudesse automatizar o trabalho de escritório. Seria o primeiro computador de uso comercial do mundo. Essa decisão criativa partiu de uma fonte surpreendente: a J. Lyons, empresa proprietária de uma rede de casas de chá. As operações da Lyons envolviam grande número de pequenas transações e, para que o negócio fosse rentável, era necessário manter a contabilidade sob rígido controle. Mesmo depois da devastação causada pela Segunda Guerra Mundial, a empresa empregava mais de mil funcionários para controlar a contabilidade das casas de chá.

Na verdade, a Lyons já tinha uma longa tradição de inovações nos métodos administrativos: introduziu o uso de máquinas de calcular em suas lojas em

Aplicação pioneira

A tradicional casa de chá Lyons não parece o lugar mais apropriado para se fazer a primeira aplicação comercial importante de computadores, mas foi exatamente esse ramo de negócio, com seu número considerável de pequenas transações, que se prestou ao emprego de métodos computadorizados.



1896 e, por volta de 1930, fazia experiências registrando transações em microfilmes. Nessa época, criou também o primeiro centro de pesquisas de administração para introduzir novos métodos operacionais. A Lyons costumava enviar periodicamente representantes ao exterior para investigar novos desenvolvimentos que lhe pudessem ser úteis e, em 1947, dois funcionários foram aos Estados Unidos conhecer o novo "cérebro eletrônico". A descoberta mais proveitosa dos dois foi saber que um computador estava sendo construído bem mais perto de casa, em Cambridge, na própria Inglaterra.

A diretoria da Lyons determinou que fosse estudada a possibilidade de a empresa desenvolver seu próprio computador. A estimativa feita indicou que o computador poderia ser construído com um investimento de 135.000 dólares e que ele possibilitaria uma redução de 67.000 dólares anuais nos custos. Conseqüentemente, em outubro de 1947, a Lyons começou a trabalhar no projeto. O empreendimento era muito arrojado, pois na época o computador de Cambridge também estava em fase de projeto. A Lyons cedeu uma verba de 5.000 dólares à Universidade de Cambridge para ajudar a construir o aparelho que se tornou conhecido como EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Computer). A verba foi usada para comprar válvulas excedentes do governo. Em 1949, o EDSAC completou com sucesso seu primeiro trabalho — calculou uma tabela de números primos.

A Lyons analisou os problemas que seu computador teria de resolver, fazendo um esboço das rotinas que seriam necessárias. Estes estudos transformaram-se nos projetos para os primeiros programas e ajudaram a determinar o design do hardware. Logo, porém, ficou evidente que um computador de uso comercial era bem diferente de uma máquina destinada a pesquisas na universidade. O EDSAC fora projetado para executar operações matemáticas longas e complexas com um input de poucos números, e um computador de uso comercial tinha de resolver problemas que eram exatamente o oposto. As operações matemáticas requeridas eram mínimas — apenas somas e multiplicações —, mas a quantidade de informação processada, enorme.

O LEO (Lyons Electronic Office) foi, portanto, projetado de acordo com essas necessidades, mas só se tornou operacional em 9 de fevereiro de 1954, quando calculou a folha de pagamento dos 1.700 membros da equipe. Ele realizava em 1,5 segundo o trabalho que anteriormente um funcionário levava 8 minutos para fazer.

O equipamento foi um grande sucesso para a Lyons, cuja direção logo percebeu que uma só máquina seria insuficiente. O projeto despertou grande interesse no mercado e a Lyons acabou fundando uma empresa para aproveitar o *know-how* adquirido na fabricação e comercialização de computadores. A Leo Computers foi muito bem-sucedida e passou a produzir uma série de versões aperfeiçoadas do LEO. A empresa foi absorvida em 1963 pela English Electric Company.



Konrad Zuse



Enquanto von Neumann desenvolvia seu trabalho pioneiro nos EUA, Zuse obtinha na Alemanha resultados iguais.

Bomba voadora

Os computadores de Zuse foram desenvolvidos para substituir equipes de técnicos que trabalhavam com régua de cálculo em projetos para a aeronáutica. Particularmente, foram utilizados para fazer o projeto das bombas V-1 e V-2 (foto), tão usadas na Segunda Guerra Mundial.



Muitas vezes, descobertas são feitas simultaneamente, em diferentes partes do mundo, a partir de idéias desenvolvidas independentes umas das outras. Na década de 40, enquanto o primeiro computador a válvula (ENIAC) estava sendo desenvolvido nos Estados Unidos, o engenheiro alemão Konrad Zuse criava uma calculadora programável — discutivelmente, o primeiro computador do mundo.

Zuse nasceu em Berlim, em 22 de junho de 1910. Após cursar a Universidade de Tecnologia em sua cidade, trabalhou como engenheiro aeronáutico na Henschel Aircraft Company, onde desenvolveu novos projetos para asas de avião. Os princípios matemáticos básicos empregados para reforçar as asas da aeronave, a fim de suportarem as pressões do voo em alta velocidade, foram estabelecidos na década de 20. Para fazer os cálculos necessários à produção das asas, eram empregadas várias equipes de técnicos, que trabalhavam com máquinas de somar mecânicas, ou seja, não elétricas, e régua de cálculo. Zuse logo percebeu a necessidade de uma máquina que pudesse fazer rapidamente esse trabalho. E à noite, com a ajuda de amigos, no apartamento de seus pais, empenhou-se em construir um computador que pudesse realizar as tarefas.

Sua primeira máquina, Z1, fazia as quatro operações aritméticas, calculava raiz quadrada e convertia números decimais em notação binária e vice-

versa. Desconhecendo as realizações de Charles Babbage (ver p. 220), que havia criado a máquina diferencial para fazer os complicados cálculos necessários à elaboração de tabelas de marés, Zuse chegou a muitas conclusões semelhantes e a algumas ainda mais avançadas. Sua maior descoberta foi a constatação de que uma alavanca era uma chave ou interruptor que, ficando em duas posições — ligada e desligada —, podia ser usada tanto para armazenar dados quanto como um dispositivo de controle.

Zuse fixou-se na idéia de representar os dados e as instruções em forma binária e, em 1941, construiu um computador eletromagnético que chamou de Z2. A princípio, o governo alemão, envolvido na guerra, demonstrou pouco interesse pela invenção de Zuse; mais tarde, porém, reconhecendo o potencial militar do invento, forneceu fundos para que ele desenvolvesse o novo Z3. Este seria um computador elétrico, com fiação elétrica em lugar das juntas mecânicas, que haviam sido usadas nos aparelhos anteriores, e cujo desenho seria mais compacto e elegante.

Zuse construiu o Z3 a despeito de todas as dificuldades. O bombardeio de Berlim pelos Aliados forçou-o a mudar sua oficina de lugar várias vezes e, além disso, em duas ocasiões foi convocado para lutar no front, de onde voltava para continuar seu trabalho. O racionamento de materiais durante a guerra obrigou-o a improvisar componentes a partir de peças usadas de telefone e, ao invés da fita de papel, velhos filmes de cinema, perfurados com códigos de oito furos por quadro.

O Z3 podia armazenar 64 palavras de 22 bits cada. A informação era introduzida através de um teclado e os resultados exibidos visualmente em um arranjo de lâmpadas montadas numa prancha. Infelizmente, tanto o Z3 quanto os computadores anteriores de Zuse foram destruídos no pesado bombardeio concentrado sobre Berlim, em 1945.

Um dos computadores foi adaptado pela Henschel Aircraft Company para trabalhar na construção da bomba voadora HS-293, que consistia em um pequeno avião não tripulado, lançado de um bombardeiro em pleno voo e guiado para o alvo através de controle de rádio. O Z4, o último computador de Zuse na época da guerra, aumentou o tamanho das palavras para 32 bits. Foi levado para Göttingen quando os Aliados se aproximavam de Berlim e acabou em Basileia, na Suíça, onde operou até 1954; era um dos computadores mais importantes da Europa, na época.

Zuse não conseguiu fabricar computadores na Alemanha do pós-guerra e, assim, concentrou-se na teoria de computadores, desenvolvendo uma linguagem sofisticada chamada PLANKALKÜL, que podia ser usada tanto para matemática quanto para informações mais generalizadas. Ao conseguir novamente fabricar computadores, montou a Zuse Company, a maior fabricante de computadores da Alemanha até 1969, então incorporada pela Siemens. Em 1984, o professor Zuse ainda continuava trabalhando na indústria de computadores.

Leonardo Torres

Seus interesses estavam em aeronaves e bondinhos teleféricos, mas ele trouxe contribuições importantes para a computação.

Leonardo Torres y Quevedo, o primeiro cientista a empregar a aritmética do ponto flutuante em computadores, nasceu em Santa Cruz, Espanha, em 28 de dezembro de 1852. Estudou no Instituto de Bilbao e na Escola de Engenharia de Madri, seguindo a carreira de engenheiro e inventor.

Seu gênio inventivo atingiu o ponto mais alto na maturidade. Ele projetou a ponte e o bondinho das cataratas do Niágara, em uso até os dias de hoje, e também uma aeronave semi-rígida, fabricada durante a Primeira Guerra Mundial. Mas Torres foi fundamentalmente um representante de sua época, e seu principal interesse residia nos aparelhos eletromecânicos. Em 1906, no porto de Bilbao, exibiu para o rei da Espanha um modelo de barco controlado pelo rádio. Em 1911, inventou o primeiro jogo de xadrez automático. O aparelho usava eletromagnetos sob o tabuleiro para mover as peças e era programado para ganhar uma partida simples contra um adversário de carne e osso.

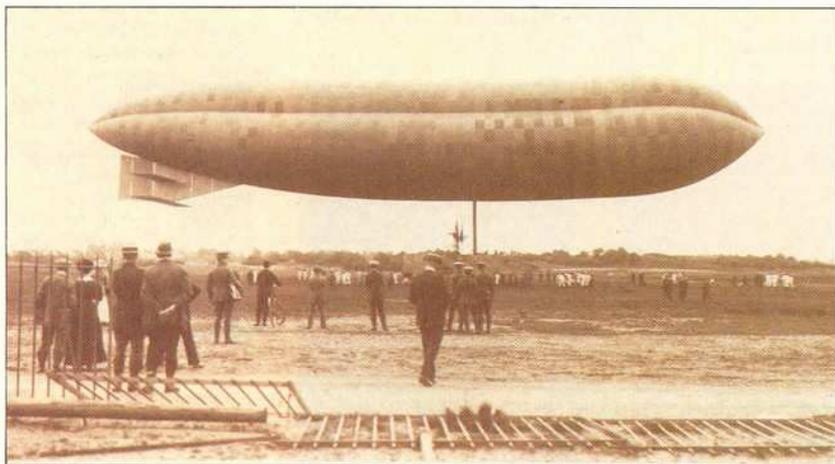
O interesse de Torres pela automação era fruto de

de escrever era ligada à calculadora por fios de telefone, e Torres anteviu a possibilidade de haver vários terminais ligados a uma calculadora central (ou unidade de processamento).

Por seus trabalhos, foi condecorado pela Academia de Ciências francesa, e mais tarde tornou-se presidente da Academia de Ciências da Espanha. Morreu em Madri, em 18 de dezembro de 1936.

Pontos flutuantes

Como muitos de seus contemporâneos, Torres foi um verdadeiro polímico. Seus interesses iam desde o projeto e construção de aparelhos mecânicos, como essa aeronave, passando por máquinas de calcular eletromecânicas, até o campo da matemática pura.



sua experiência nas linhas de montagem das indústrias européias no começo do século XX. Durante toda sua vida procurou separar os tipos de trabalho que exigiam raciocínio daqueles que podiam ser feitos automaticamente.

Em 1914, publicou um trabalho demonstrando que era possível construir a máquina analítica de Babbage (ver p. 220) com técnicas eletromecânicas, e foi neste trabalho que sugeriu, pela primeira vez, o uso da aritmética do ponto flutuante em algum computador do futuro. Em 1920, construiu uma calculadora eletromecânica que tinha uma máquina de escrever adaptada para dar entrada aos números e imprimir os resultados automaticamente. A máquina

Aritmética do ponto flutuante

Uma caixa registradora mostra os totais em cruzeiros e centavos (Cr\$ 12,50, por exemplo), e uma máquina deste tipo precisa de apenas dois lugares após a vírgula, para os decimais. No computador, entretanto, exige-se maior precisão e o número de lugares para decimais varia ou "flutua", de acordo com o problema, sendo o processo conhecido como "ponto flutuante" (equivalente à vírgula que usamos).

Qualquer número pode ser escrito de diversas maneiras. Por exemplo, 0,8752 m pode ser expresso em 875,2 mm ou $0,8752 \times 1000$ mm, ou simplesmente $0,8752 \times 10^3$. Este último é o método usado para fazer codificação para computador. Se um computador só aloca espaços de seis dígitos para representar os números (para maior clareza, usamos o sistema decimal em vez do binário), então o número acima pode ser armazenado como 875203, onde os dois últimos algarismos da direita são chamados de "índice" e representam a potência de 10 (3, neste caso), e os primeiros quatro números são chamados mantissa. Eis outro exemplo para este computador: o número 418302 representa $0,4183 \times 10^7$ ou 41,83.

A mantissa e o índice são geralmente "normalizados" para remover quaisquer zeros da frente da mantissa. Por exemplo, 41,83 poderia ser escrito 004104, mas será normalizado para 418302 — incluindo-se assim mais dígitos significativos na mantissa.

A forma índice/mantissa do ponto flutuante pode representar uma larga escala de números. O computador acima mencionado, que aloca dois dígitos para o índice, tem a capacidade de trabalhar com um número tão grande quanto $0,9999 \times 10^{99}$, ou tão pequeno que terá 98 zeros após a vírgula decimal, antes de aparecer o primeiro dígito diferente de zero.

Entretanto, a precisão deste sistema permanece limitada aos dígitos alocados para a mantissa. Conseqüentemente, alguns números só podem ser representados com aproximação e as técnicas de programação aritmética devem ser empregadas com muito cuidado para evitar erros. É por esta razão que em alguns computadores $(1/3) \times 3$ tem como resultado 0,9999999 em vez de 1, que é a resposta correta.



Concorrência criativa

Inventando e desenvolvendo máquinas tabuladoras, Hollerith e Powers abriram caminho no processamento da informação.



James Powers

As máquinas de Powers destinavam-se a aplicações específicas. Exerceram forte concorrência às de Hollerith.



Herman Hollerith

Hollerith inventou a máquina eletromecânica leitora de cartões, que mais tarde deu origem aos "tabuladores".

As máquinas que Herman Hollerith inventou (ver p. 240) para apurar os resultados do censo de 1890 nos Estados Unidos deram origem a uma série de equipamentos para processamento de dados, conhecidos como "tabuladores". Antes do aparecimento dos primeiros computadores de uso comercial, na década de 50, os tabuladores foram essenciais para o crescimento da indústria e do comércio.

Em Pittsburgh (EUA), na década de 30, por exemplo, uma grande loja de departamentos usou em caráter experimental um sistema de crediário em que 250 terminais, distribuídos pela loja, ligavam-se a uma central de tabulação por meio de linhas telefônicas. O preço das mercadorias estava anotado em etiquetas perfuradas e a informação era enviada automaticamente aos tabuladores, que registravam a venda e preparavam a cobrança. Após verificar o limite do crédito do cliente, o tabulador mandava para uma máquina de escrever "on-line" do terminal a autorização de venda.

A concorrência no mundo dos negócios forneceu o estímulo inicial para o desenvolvimento dos tabuladores. O monopólio de Hollerith na produção dessas máquinas para o Departamento de Censo americano foi quebrado em 1910, quando o governo convidou também James Powers para fornecer equipamento alternativo.

Powers montou um sistema de tabuladores totalmente mecânico que, assim, não feria as patentes dos aparelhos eletromecânicos de Hollerith. A ri-

validade entre os dois — e mais tarde entre as companhias por eles criadas — teve como consequência o desenvolvimento das máquinas de processamento de dados.

Em 1902, Hollerith criou um painel de tomadas (parecido com o de uma mesa telefônica) que selecionava as colunas a serem somadas nos cartões perfurados, para o cálculo dos totais. Desse modo, sua máquina tinha uma capacidade de programação que não era igualada pelo concorrente — que sempre produziu máquinas para aplicações específicas.

Em 1924, Powers patenteou uma forma de representar letras e números em cartões perfurados: um único orifício em certa coluna representava determinado número; e a combinação de orifícios representava letras. Hollerith logo replicou com seu próprio sistema: o cartão de 80 colunas, que até hoje é usado como padrão. Cada coluna do cartão continha doze linhas de orifícios, que eram "lidos" por escovas de arame: onde havia orifício, fechava-se um circuito elétrico com a placa de metal por trás do cartão.

Os primeiros tabuladores apenas somavam ou acumulavam totais; mais tarde, porém, foram introduzidas funções matemáticas mais complexas para manipular os dados. Ao contrário dos computadores, inventados por cientistas com a finalidade de ajudar em cálculos matemáticos, o tabulador foi criado para ser um processador de informações. Mas os usuários logo descobriram outras aplicações para essas novas máquinas: tabuladores especiais foram adaptados para uso em mesas de computação, em análise de ondas e em astronomia — foi com sua ajuda que se descobriu Plutão, em 1930.

Os tabuladores acabaram se tornando sofisticados a ponto de combinar grandes quantidades de dados no processamento. A IBM chegou a patentear um aparelho que controlava a movimentação de 10.000 contas bancárias.

Máquinas tabuladoras

No início dos anos 50, época de seu apogeu, o tabulador era um equipamento formado por oito unidades independentes. Havia uma perfuradora de cartões para registro dos dados — era capaz de processar duzentos por hora; outra máquina era a "unidade fiscal", que conferia o trabalho de perfuração; havia, ainda, uma unidade perfuradora de "reprodução", para copiar os cartões que estivessem velhos. Para imprimir explicações sobre os cartões, usava-se uma unidade chamada "interpretador". O tabulador propriamente dito registrava os totais de perfurações de cada coluna "lendo" cerca de 9.000 cartões por hora; estava quase sempre ligado a uma "perfuradora multiplicadora", que executava funções matemáticas mais complexas. Para comparar os dados de duas pilhas de cartões, existia um "compilador". Afinal, a unidade "seletora" dividia uma pilha de cartões em outras treze (uma para cada um dos doze furos e uma para a coluna vazia).

A operação do tabulador podia ser modificada pelos furos de controle (na 11.ª e 12.ª posições), feitos em cartões coloridos. Ao encontrar um, a máquina imprimia o subtotal e iniciava nova operação. Algumas técnicas de processamento de dados foram desenvolvidas a partir do tabulador, dando origem às primeiras linguagens de programação para os computadores.





Vannevar Bush

O analisador diferencial

Esta máquina foi projetada para a solução de importante classe de funções matemáticas: as equações diferenciais de segundo grau. O método fora sugerido por Lord Kelvin, e consistia em introduzir o output de um "integrador" (instrumento que calcula com eficiência a área dentro de uma curva) no input de outro. No entanto, a força do output era geralmente muito fraca para atuar como um input e o método só pôde ser aplicado depois do invento do amplificador.

A máquina que Bush criou em 1931 era uma complexa estrutura de engrenagens, eixos e motores elétricos. O input e o output viam-se expressos em forma de rotações do eixo. Resolveu-se o problema do feedback pelo emprego de um amplificador de "toque".

Na década de 40, construiu-se um analisador diferencial mais avançado, usando componentes elétricos, mas a máquina pesava mais de 100 toneladas. O output das cinco registradoras era em forma de impresso digital.



O analisador diferencial, projetado por Vannevar Bush, era uma calculadora eletromecânica que resolvia equações diferenciais.

Muitos afirmam que o americano Vannevar Bush é o pai do computador. Sua mais importante contribuição para o desenvolvimento da informática remonta a 1931, quando criou um analisador diferencial mecânico, fator de estímulo das pesquisas que levaram ao desenvolvimento do computador digital.

Bush nasceu perto de Boston, Massachusetts, em 11 de março de 1890 e, seguindo os passos do pai, fez o curso de engenharia. Após graduar-se, em 1913, trabalhou algum tempo na General Electric e em seguida foi professor-assistente na faculdade onde se formara. Fez estudos de pós-graduação na Universidade de Harvard e no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Durante a Primeira Guerra Mundial (1914-18), Bush trabalhou na fabricação de detectores de submarinos utilizados pela Marinha dos Estados Unidos.

Quando estudante, fez sua primeira invenção: um dispositivo para levantamento topográfico de terras. O mecanismo, suspenso entre as rodas de uma bicicleta, calculava a altura do solo em que passava e emitia o resultado na forma de gráfico representativo do perfil da área. Como parte do aparelho, havia um dispositivo chamado integrador, uma vez que a determinação da altura em qualquer posição exigia o conhecimento de todos os valores anteriores do percurso.

No MIT, Bush ensinou transmissão de energia elétrica e passou a pesquisar um dos maiores problemas relacionados com o fornecimento de eletricidade: como evitar *black-outs* resultantes de aumentos repentinos e imprevistos da demanda. As equações matemáticas envolvidas em tal situação tinham sido descobertas no século XIX pelo cientista escocês James Clerk Maxwell (1831-1879). Contudo, havia tantas equações simultâneas que o problema não podia ser facilmente resolvido com lápis e papel, e Bush tratou de inventar uma máquina para efetuar os cálculos. Ele se inspirou no trabalho de Lord Kelvin (1824-1907), físico inglês que havia proposto uma máquina para resolver equações envolvidas na previsão das marés.

No começo dos anos 20, Bush construiu sua primeira calculadora, que capacitava os operadores a traçar gráficos do percurso das ondas (usando um potenciômetro, instrumento que transforma a medida de uma posição em voltagem). Eles passavam esses sinais elétricos num medidor de watts especialmente adaptado — o disco giratório encontrado em qualquer medidor de força doméstico, que registra a quantidade de energia consumida, integrando os valores oscilantes da corrente e da voltagem para fornecer o consumo.

O sucesso alcançado por essa máquina na solução de um conjunto de equações simultâneas sugeriu a possibilidade de se construir um dispositivo que resolveria equações diferenciais de segundo grau ainda mais difíceis. Uma pesquisa mais aprofundada levou Bush à criação do primeiro analisador diferencial, em 1931. A máquina fez tanto sucesso que foi lançada também na Inglaterra e em outros países da Europa.

Nos Estados Unidos, a Escola Moore de Engenharia Elétrica, da Universidade da Pensilvânia, que mais tarde construiu o computador ENIAC (ver p. 88), utilizou com sucesso um desses analisadores. Onde a calculadora de Bush conseguira reduzir a margem de erro a 2%, o analisador diferencial fornecia resultados com precisão de 99,95%. Mas o custo do aumento da precisão desse dispositivo mecânico elevou-se a dez vezes em cada decimal extra alcançada. Com o desenvolvimento do computador digital, no entanto, o custo de uma máquina apenas dobrava quando sua precisão aumentava da mesma forma.

Bush tornou-se reitor da Escola de Engenharia e vice-presidente do Instituto Carnegie, em 1939, e a competência por ele demonstrada na administração desse patrimônio milionário para pesquisa científica resultou em sua nomeação para presidente do Departamento de Pesquisa da Defesa Nacional americana, no ano seguinte. Nesse cargo ele respondeu pela pesquisa militar dos Estados Unidos durante a Segunda Guerra Mundial (1939-45) e, em particular, influuiu na autorização para o projeto Manhattan, que resultou na construção da primeira bomba atômica. Vannevar Bush aposentou-se em 1955 para dedicar-se a seus *hobbies*, entre os quais se incluíam iatismo, criação de perus e invenções. Faleceu quase vinte anos depois, em 1974.



Ma Bell

Os Laboratórios Bell foram responsáveis por grande desenvolvimento na história do computador, tanto em hardware quanto em software.

Dom Pedro II foi um entusiasta do telefone. No mesmo ano em que Graham Bell recebeu a patente da invenção (1876), nos Estados Unidos, um aparelho telefônico foi instalado no Palácio São Cristóvão, no Rio de Janeiro.

Graças à pesquisa e aos conseqüentes aperfeiçoamentos, o telefone evoluiu muito desde os dias desse aparelho movido a manivela. E um dos produtos paralelos de tal desenvolvimento foi o computador.

No estágio inicial da telecomunicação sonora, a American Telephone and Telegraph Company decidiu criar uma organização que pesquisasse os meios para desenvolver o sistema telefônico. Em 1925, nasceram os Laboratórios Bell — conhecidos como Ma Bell —, em Murray Hill, New Jersey.

Embora pertençam a uma empresa que visa sobretudo ao lucro, os Laboratórios Bell dedicam-se apenas à pesquisa. A empresa mantém seus cientistas afastados dos problemas rotineiramente encontrados na administração desse ramo de negócios, pois considera a pesquisa um investimento especulativo a longo prazo. Incentivam-se os cientistas talentosos

Campainhas tocando

O nome dos Laboratórios Bell foi tirado do de Alexander Graham Bell (1847-1922), reconhecido como o inventor do telefone em 1876. Dizem que as primeiras palavras transmitidas por meio de eletricidade foram pronunciadas por Bell para seu assistente, que se encontrava na sala ao lado: "Venha aqui, sr. Watson, eu preciso do senhor!"



a prosseguir nas pesquisas que considerem importantes porque, acredita a empresa, basta que eles tenham umas poucas idéias para que o investimento valha a pena. Os Laboratórios Bell já haviam conquistado dois prêmios Nobel até 1984, por suas descobertas em áreas diversas da pesquisa científica. Neste artigo são comentados e analisados apenas os aspectos de sua pesquisa que foram relevantes para o desenvolvimento do computador.

Na década de 30 deste século, os sistemas telefônicos tornavam-se cada vez mais aperfeiçoados e automáticos. As mensagens eram enviadas sob forma analógica através de cabos telefônicos. Conectavam-se as chamadas por meio da informação contida num código de discagem digital. Primeiro, o número discado era convertido, na central telefônica, de sinal analógico numa seqüência de impulsos digitais. Estes ficavam armazenados numa memória formada por interruptores de relé até que a ligação fosse completada por um banco de interruptores de barra, que contavam os impulsos do código de discagem, convertendo-os em coordenadas num painel de controle eletromecânico. Todos os ingredientes de um computador estavam presentes.

George Stibitz, matemático que trabalhava nos Laboratórios Bell, notou a semelhança entre *contar* e *somar* os impulsos. Trabalhando em casa, na mesa da cozinha, com alguns interruptores de barra e relés eletromecânicos usados, ele montou os primeiros circuitos de computador com relés.

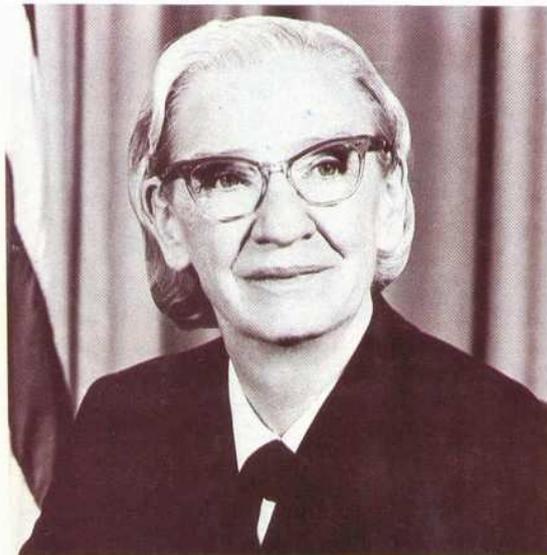
Stibitz passou então a trabalhar com Samuel B. Williams, engenheiro que construía circuitos com interruptores havia 25 anos. Juntos criaram uma calculadora de números complexos. (Os números complexos incluem os imaginários — raízes quadradas de números negativos — e são necessários para as soluções completas das equações polinomiais.) O trabalho começou em 1937. O dispositivo consumiu 450 relés e dez interruptores de barra. Operava em notação binária e era capaz de dividir dois números de oito dígitos em 30 segundos. A calculadora de números complexos tornou-se operacional em 8 de janeiro de 1940, e em setembro do mesmo ano foi exibida à Sociedade Americana de Matemática, na Faculdade de Dartmouth, em New Hampshire (onde mais tarde foi criada a linguagem BASIC). A calculadora tinha a facilidade de acesso remoto e múltiplo por meio de teclados de máquinas de escrever ligados por fios telefônicos ao mecanismo que executava os cálculos, em Nova Iorque. As pessoas ficaram impressionadas principalmente por sua forma "humana" de operar: após receber uma questão, a calculadora parecia esperar alguns segundos antes de dar a resposta.

Muitos dispositivos secundários de hardware — como almofadas pneumáticas flutuantes usadas nas cabeças de fitas magnéticas e amplificadores de feedback negativo — também se originaram nos Laboratórios Bell. Mas sua invenção mais famosa foi o transistor, criado em 1947 por Bardeen, Brattain e Shockley (ver p. 47), que possibilitou a criação dos computadores de segunda geração.



Grace Hopper

Uma americana teve participação decisiva no desenvolvimento de linguagens de alto nível.



COBOL

Foi o COBOL uma das primeiras linguagens escritas com a intenção de tornar a programação acessível a leigos em matemática.

Essa linguagem incentiva o uso dos procedimentos generalizados, escritos em estilo narrativo, em vez de rotinas em código peculiares a determinado problema.

Um programa em COBOL é constituído de quatro unidades. O nome do programa, o autor e outras informações fazem parte da divisão de Identificação (Identification). Embora os programas em COBOL sejam portáteis (servem em muitas máquinas), todos os detalhes que dizem respeito ao computador para o qual foram originalmente escritos estão anotados na divisão Ambiental (Environment). Como os dados podem ser usados em muitas partes do mesmo programa, o COBOL tem uma divisão de Dados (Data). Os procedimentos necessários para executar os dados estão relacionados na divisão de Procedimentos (Procedure).

A ciência da computação é, em geral, considerada uma área estritamente masculina. No entanto, as mulheres estão conquistando seu espaço também no desenvolvimento e na aplicação de computadores. Uma pioneira nesse campo foi a americana Grace Hopper, com contribuição significativa na área de software — ela criou o compilador e ajudou a inventar a linguagem COBOL. Também foi a primeira pessoa a isolar um erro no computador e corrigi-lo — ou “debugá-lo”, no jargão dos especialistas — com êxito.

Após concluir o curso de pós-graduação em Yale, Grace Hopper voltou a sua universidade de origem, em Vassar, como professora de Matemática. Permaneceu no cargo até os 39 anos, quando a convocaram, em consequência da entrada dos Estados Unidos na Segunda Guerra Mundial, para trabalhar no projeto de computação da Marinha. Em 1945 foi enviada à Universidade de Harvard para assessorar o físico Howard Aiken. Ele já havia apresentado à IBM, em 1937, a idéia de construir um computador usando equipamento de tabulação adaptado. Seu primeiro projeto, embora mecânico, obteve êxito e conseguiu animar a IBM a investir num modelo aperfeiçoado que funcionaria com relés eletromecânicos. A máquina então desenvolvida ficou conhecida como Harvard Mark II.

Nessa época, para programar um computador, era necessário enrolar sua fiação a cada nova tarefa. Assim, no verão de 1945, Grace Hopper viu-se literalmente emaranhada em seu trabalho. Urgentes serviços de computação para balística faziam-se neces-

sários para o esforço de guerra, e Aiken costumava entrar na oficina cobrando: “Por que você não está fazendo números, Hopper?” Após uma pane complicada do computador, quando se descobriu que o problema tinha sido uma mariposa que entrara pela janela e fora morta pelo interruptor de um relé, Grace respondeu: “Nós estamos tirando ‘bugs’ da máquina!” (*bug*, em inglês, significa “inseto” e passou a ser usado como sinônimo de “erro”, em computação). Esse primeiro bug registrado foi cuidadosamente removido do relé com uma pinça e está preservado no Museu Naval, em Virgínia, junto ao Livro Diário do Harvard Mark II. Foi inscrito no registro de entrada, às 15h45, em 9 de setembro de 1945.

Linguagem de programação

Nesse mesmo ano, outro computador, o ENIAC, estava sendo construído pelos engenheiros John Mauchly e Presper Eckert. Após a guerra, ambos montaram um negócio próprio para fabricar a versão comercial da máquina e convidaram Grace para juntar-se à equipe. A principal contribuição dela para o desenvolvimento desse computador, o UNIVAC (UNIVERSAL ACCOUNTING machine), foi na criação de seu software. Enquanto tentava desenvolver programas para uso comercial no UNIVAC, Grace descobriu meios de não reescrever certas sub-rotinas repetitivas. Empregando a idéia, considerada notável na época, de que um computador podia escrever seus próprios programas, Grace criou a primeira linguagem de programação, junto com o compilador necessário para traduzi-la em linguagem de máquina, que recebeu o nome de “A-O”. Quando esse compilador foi apresentado, causou incredulidade entre os especialistas. Eles achavam que suas máquinas só podiam fazer contas e manipular símbolos. Ficaram surpresos ao ver um computador pular para uma sub-rotina em sua biblioteca de armazenamento, ao encontrar um verbo no modo imperativo no começo do que parecia ser uma frase quase normal em inglês.

Em maio de 1959, Hopper (que tinha patente de capitão) foi convidada pelo Pentágono para fazer parte do grupo que trabalhava na criação e padronização de uma linguagem simples para computadores de uso comercial. Em menos de um ano, produziu-se a primeira versão do COMMON BUSINESS ORIENTED LANGUAGE (COBOL). Grace contribuiu bastante para o trabalho, aproveitando o que havia de melhor em cada linguagem existente. Criou-se assim uma linguagem aceitável para a indústria, por sua simplicidade. Uma prova do sucesso é a sobrevivência do COBOL até hoje.



Desafio universitário

O primeiro computador programável do mundo foi desenvolvido na Universidade de Manchester, na Inglaterra.

Terminada a Segunda Guerra Mundial, a Universidade de Manchester nomeou dois novos professores. Max Newman — depois de trabalhar em decifragem com o Colossus, o primeiro computador eletromecânico do mundo — tornou-se professor de matemática, e um engenheiro especializado em radares, F. C. Williams, passou a chefiar o Departamento de Engenharia Elétrica. Williams levou consigo seu jovem assistente, Tom Kilburn — familiarizado com os problemas dos dispositivos de memória eletrônica de pulso —, que conhecera durante a guerra, quando trabalhava com radares. Kilburn viria a ser o primeiro professor de computação na Universidade de Manchester.

Em 1946, durante uma visita a estabelecimentos que desenvolviam radares, nos Estados Unidos, Williams conheceu o protótipo do computador a válvula ENIAC (ver p. 46), e quando voltou à Inglaterra convenceu a Royal Society a investir 35.000 libras (mais de 50.000 dólares) num laboratório de máquinas de calcular, em Manchester. Essa instituição, contudo, não estava sozinha na corrida para construir um computador com programa armazenado. A Universidade da Pensilvânia (nos Estados Unidos) desenvolvia o EDVAC, a de Cambridge (americana) trabalhava no EDSAC, e prosseguia o projeto do ACE no Laboratório Físico Nacional (ver p. 88). Todos, no entanto, estavam usando armazenagem de memória em tubos de mercúrio. Apenas a equipe de Manchester optava pela máquina com dispositivo de memória (inventada por Williams) que utilizava um tubo de raios catódicos (TRC). Nesse trabalho, em fins de 1947, ele conseguira reter 2.048 bits por várias horas.

Baseado no que ficou conhecido como “válvula de Williams”, o computador de Manchester, o Mark I, rodou com êxito um programa em junho de 1948, transformando-se assim no primeiro do gênero em todo o mundo. O Mark I podia executar uma instrução em 1,2 milissegundo. Usando um TRC para armazenar informações, a memória tinha a vantagem do acesso randômico. Além disso, seu

conteúdo ou o registro de controle podia ser exibido visualmente.

Estabelecida a viabilidade da válvula de Williams, construiu-se o Mark I aperfeiçoado, capaz de trabalhar com problemas de desenho óptico e geração de números primos. O principal responsável pelos assuntos de ciência do governo, Sir Ben Lockspeiser, ficou tão impressionado com o desempenho do computador que conseguiu convencer a Ferranti, uma empresa de Manchester, a construir a versão comercial do Mark I. O novo produto foi comercializado em fevereiro de 1951, precedendo o UNIVAC americano em cinco meses e tornando-se, portanto, o primeiro computador a chegar ao mercado.

Pensando menos

Uma inovação importante do Ferranti Mark I era sua capacidade de modificar instruções enquanto as processava, recorrendo a outro armazenamento (denominado válvula B). Quando necessário, ele acrescentava o conteúdo desse segundo armazenamento ao registro de controle e modificava o código da instrução original. Assim, acelerava o processamento de programas. A IBM usou algumas das patentes de Manchester em seus primeiros computadores e, numa visita de Williams à sede em Nova Iorque — onde o lema da empresa, THINK (pense), estava afixado por toda a parte —, foi-lhe perguntado como a equipe inglesa conseguira construir um computador, ao passo que todos os recursos da grande corporação americana haviam falhado. Williams respondeu rapidamente: “É que nós não paramos muito para pensar!” Com a chegada de Alan Turing (ver p. 200) a Manchester, em 1948, intensificaram-se as atividades de pesquisa e projetos. Em 1950, ele produziu o primeiro manual de programação da universidade. Sua equipe teve a idéia de construir um computador mais compacto e econômico. Os planos puderam ser acelerados pela invenção do transistor. E, em novembro de 1953, o primeiro computador transistorizado do mundo tornava-se operacional.

Nos últimos anos da década de 50, os Estados Unidos assumiram a liderança tecnológica do setor de informática, levando o governo inglês a investir num projeto que ajudaria o país a recuperar o primeiro lugar. Para tanto, autorizou-se, em dezembro de 1962, a construção do computador Atlas, sob a direção de Tom Kilburn. Essa máquina usava um formato de palavra de 48 bits com endereço único, memória principal de 16 Kbytes e uma ROM de 8 Kbytes. Foram vendidos modelos para o Departamento de Pesquisa de Energia Atômica em Harwell e para a British Petroleum. Por muitos anos, o Atlas manteve a reputação de ser o computador mais avançado da época.

O Mark I

Após uma experiência bem-sucedida em junho de 1948, o Mark I, desenvolvido em Manchester, tornou-se o primeiro computador com programa armazenado do mundo. A Ferranti, uma empresa local, foi encarregada de desenvolver a versão comercial da máquina, lançada no mercado no começo de 1951.



Bases sólidas

Na história do microcomputador, os desenvolvimentos de hardware e software estão entrelaçados, e as personagens são tão importantes quanto os produtos.

Em vários episódios da história, o ritmo das mudanças tecnológicas deixa as pessoas confusas. Mas, até hoje, nada — nem mesmo o progresso da aviação, desde Santos Dumont até o pouso na Lua — pôde se igualar à velocidade da revolução microeletrônica. O progresso, dos microprocessadores primitivos até os projetos de 16 bits de hoje, dos primeiros microsistemas até os *mainframes* de mesa, levou apenas um decênio. E a velocidade do desenvolvimento continua crescente.

Por volta de 1971, diversas novas empresas fabricantes de chips da Califórnia concluíram que um computador poderia ser alojado num pedacinho de silício. Nessa época, não havia planos grandiosos para uma revolução, e não se falava em "tecnologia da informação". A idéia era produzir um computador pequeno e barato que pudesse ser usado no controle de máquinas industriais ou elevadores, e os primeiros microprocessadores desempenharam essa tarefa a contento.

Uma das indústrias de chips, a Intel, é reconhecida como a produtora do primeiro microprocessador, denominado 4004. Os "quatro" no número referem-se a sua capacidade: era um processador de 4 bits que manipulava dados em blocos de quatro dígitos binários. Só podia usar pequenas quantidades de memória — o suficiente para um programa de controle de elevador, por exemplo.

Em 1972, a Intel desenvolveu o chip 8008 — um processador de 8 bits — e alguns hobistas começaram a pensar em construir seus próprios computadores com o novo chip. As revistas americanas especializadas em montagens eletrônicas passaram a publicar projetos dessas máquinas. Embora elas não dispusessem de monitor com tela, teclado apropriado ou outros dispositivos sofisticados, podem ser consideradas os primeiros computadores domésticos. Foi de um desses projetos que nasceu o primeiro microcomputador comercial, o Altair 8800 — vendido somente em forma de kit.

No ano seguinte, surgiria o primeiro microprocessador "de verdade", o 8080, também da Intel. Operava com blocos de dados de 8 bits e podia manipular até 64 Kbytes de memória para programas maiores. Por essa época, outros fabricantes de chips começavam a concorrer com a Intel. O 6800 da Motorola, por exemplo, fazia o mesmo que o 8080. Tinha características semelhantes de hardware, mas precisava de instruções diferentes para funcionar. Foi nesse ponto que começaram os problemas de compatibilidade de software: os programas escritos para o 8080 não podiam ser processados no 6800 e vice-versa.

Ao mesmo tempo, outras empresas desenvolviam

processadores semelhantes, entre elas a National Semiconductor, a Signestics e a Advanced Micro Devices. Mas o passo mais importante foi dado pela MOS Technology, onde trabalhava uma das principais personagens da história da computação, Chuck Peddle (ver p. 180). Ele estava na MOS quando a empresa desenvolveu um processador muito parecido com o Motorola 6800, chamado 6500. A primeira versão era tão parecida que teve de sofrer algumas modificações, e o chip revisado recebeu afinal o nome de 6502.



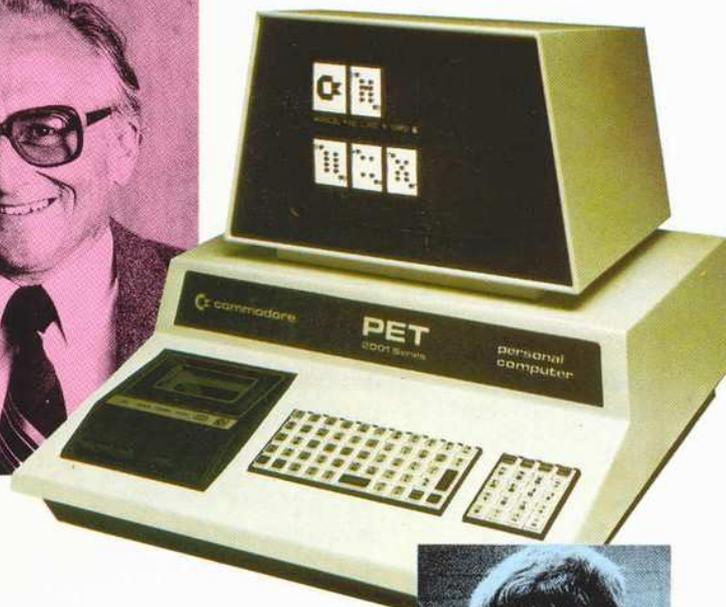
Chuck Peddle

Peddle, com o *know-how* adquirido, passou-se para a Commodore — conhecida no Canadá por suas máquinas de escritório e calculadoras eletrônicas. Ele entrou na empresa com a idéia de desenvolver um computador pessoal completo, com tela, teclado, cassetes para armazenamento de programas e demais recursos que um verdadeiro computador deveria ter — logicamente, tudo construído em torno do processador 6502. A máquina surgiu em 1976 com o nome de PET 2001, um nome simpático (significa mimo), escolhido para transmitir a idéia de que o computador não era avançado demais para o usuário doméstico.

Enquanto se lançava o primeiro PET, dois outros inovadores preparavam-se para comercializar uma máquina construída numa garagem, na Califórnia. Steve Wozniak (ver p. 155) sempre quis ter um computador e, entrando para o Homebrew Computer Club, viu que seu sonho poderia se realizar. Ele pro-

Os fundadores

Chuck Peddle projetou o Commodore PET e a sua base, o microprocessador 6502, mas a contribuição de Bill Gates como autor do BASIC da Microsoft embutido na ROM do PET foi igualmente importante.



Bill Gates



jetou um computador numa única placa de circuito impresso e, com seu amigo Steve Jobs, começou a fabricar esses equipamentos e vendê-los. Chamaram a placa de Apple I. Alojada numa caixa com um teclado, a máquina acabou transformando-se no mundialmente famoso Apple II. Surgiu logo após o PET de Peddle e propiciou o aparecimento de microempresas periféricas, fabricantes de hardware e software.

A Tandy Corporation, do Texas, tinha idéias próprias para o pequeno mercado de computadores. Ela era, e continua sendo, fabricante de grande variedade de equipamentos eletrônicos, como aparelhagens de som, sintetizadores e rádios, vendendo-os em sua cadeia de lojas, a Radio Shack. O microcomputador representava uma extensão natural dessa linha de produtos. O resultado foi o TRS-80 Model 1, outro sucesso no mercado dos Estados Unidos. TRS é a abreviação de Tandy Radio Shack, mas o 80 refere-se ao microprocessador usado — o Zilog Z80. A Zilog era mais uma nova empresa fabricante de chips, e tinha produzido um processador semelhante ao Intel 8080 com melhoramentos substanciais.

Com o TRS-80 Model 1 tendo um microprocessador Z80, e o Apple II e Commodore PET um 6502, os microcomputadores começaram a apresentar di-

A alma da empresa

Steve Wozniak projetou e construiu o primeiro Apple I (uma placa de circuito impresso) na garagem de sua casa. Quando o design foi modificado e posto numa caixa criando o Apple II, seu amigo Steve Jobs transformou o produto em sucesso comercial.



Steve Jobs

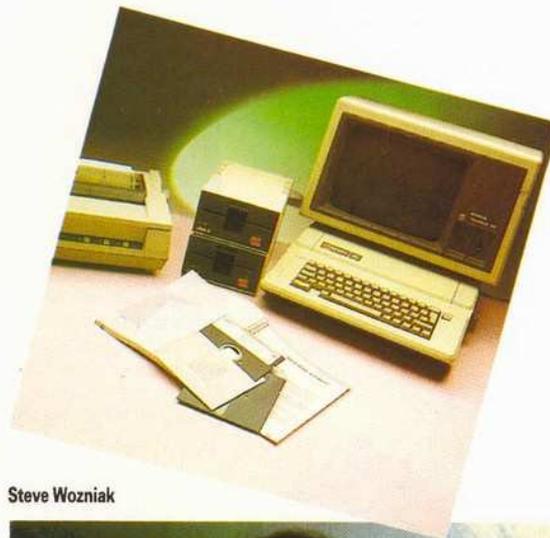
versidade em hardware. Mas com essa primeira possibilidade de escolha para o consumidor, vieram os problemas associados à incompatibilidade de máquinas e ao software não padronizado. O tipo de microprocessador usado nas primeiras máquinas é significativo porque o chip determina a escolha do software proveniente de terceiros. Enquanto o hardware se desenvolvia, também se estabeleciam padrões de software.

Em 1972, um jovem chamado Gary Kildall era consultor da Intel. Sua empresa, a Microprocessor Application Associates, trabalhava numa linguagem de computador que os engenheiros da Intel poderiam usar para escrever software destinado aos novos chips. Kildall achou possível ligar um microprocessador com memória a uma unidade de disco flexível de 8 polegadas e a um teletipo, a fim de dar a cada engenheiro seu próprio computador. Mas a Intel preferiu continuar sua prática de partilhar uma máquina de grande porte entre seus engenheiros.

Kildall e seu amigo John Torode, em outra gara-

gem da Califórnia, decidiram então montar por conta própria um sistema. Torode construiu o hardware para o disco flexível poder trabalhar com o processador e Kildall escreveu o software que capacitava o processador a controlar o disco. O programa foi chamado CP/M (Control Program/Microcomputers), nome derivado do trabalho de Kildall com a linguagem de programação da Intel, a PL/M (Programming Language/Microcomputers).

O primeiro sistema operacional de disco para micros foi logo adotado pelos fabricantes de hardware, que queriam instalar unidades de disco em suas máquinas. O software também influenciou o design: o



Steve Wozniak



CP/M só podia ser rodado pelos processadores 8080 e 8085 da Intel e pelo modelo parecido (porém mais avançado) da Zilog, o Z80. Em consequência, o Z80 tornou-se o chip padrão para qualquer máquina do tipo CP/M, e a compatibilidade do CP/M passou a ser a meta de todos os produtores de software.

Além de operar sistemas, os microcomputadores precisavam de uma linguagem na qual as pessoas pudessem escrever seus programas. O BASIC, desenvolvido no Dartmouth College, nos EUA, considerado uma linguagem fácil de ser aprendida, foi uma escolha óbvia.

Bill Gates, formado pela Universidade de Seattle, produziu um interpretador de BASIC para microcom-



Gary Kildall

Os sistemas operacionais mais recentes são desenvolvidos por grandes equipes de programadores, mas o CP/M foi escrito por Gary Kildall sozinho.

Até algumas das versões posteriores refletiam sua destinação original a um hardware grosseiro.



Adam Osborne

Descrito por alguns como "um guarda-caça que virou ladrão de caça", Adam Osborne foi por muitos anos jornalista especializado em microcomputadores, antes de fundar sua própria empresa e produzir o primeiro computador portátil do mundo.



Os precursores

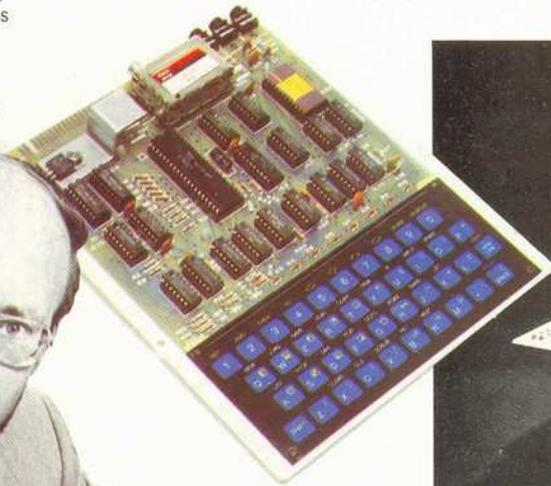
putadores, um programa de tradução que cabia num chip de memória limitada e podia ser incorporado a uma máquina doméstica. A empresa de Gates, a Microsoft, tornou-se expoente na produção de linguagens, tanto quanto a Digital Research no desenvolvimento de sistemas operacionais — e seu futuro ficou assegurado.

Com esse desenvolvimento, os avanços em hardware e software aplicativo seguiram o mesmo ritmo. Dan Bricklin e Bob Frankston produziram o primeiro programa de folha eletrônica, o VisiCalc, em sua empresa Software Arts. Distribuído pela Personal Software no Apple II, tornou-se o pacote gerador de aplicações mais vendido de todos os tempos, e para enfatizar sua ligação com o produto, a Personal Software mudou seu nome para VisiCorp. O WordStar, produzido pela MicroPro de Seymour Rubinstein, foi o maior sucesso de vendas no mercado de processadores de palavras compatíveis com o CP/M.

O hardware em que esses pacotes eram executados tornou-se mais barato e mais potente. Adam Osborne, que começou como escritor técnico, jornalista e editor de software, depois de se mudar da Inglaterra para os Estados Unidos lançou um computador de uso comercial de grande sucesso, com

Sir Clive Sinclair

Seguindo a linha inovadora de seus produtos — calculadoras, rádios em miniatura, aparelhos de TV de bolso e relógios digitais —, o sucesso de seus microcomputadores (ZX80, ZX81 e Spectrum) valeu-lhe o título de nobreza em 1983.



enorme quantidade de software caro, incluído no preço bastante competitivo do sistema. O inglês Sir Clive Sinclair estabeleceu novos níveis de preço com os ZX80, ZX81 e ZX Spectrum, possibilitando que milhões de usuários tivessem acesso pela primeira vez a microcomputadores.

A partir de 1982, os padrões em matéria de micros foram estabelecidos pela IBM, com o IBM PC. Essa máquina tem obtido grande sucesso junto ao público. Quase todas as softhouses e os fabricantes de periféricos estão produzindo material para o PC, o

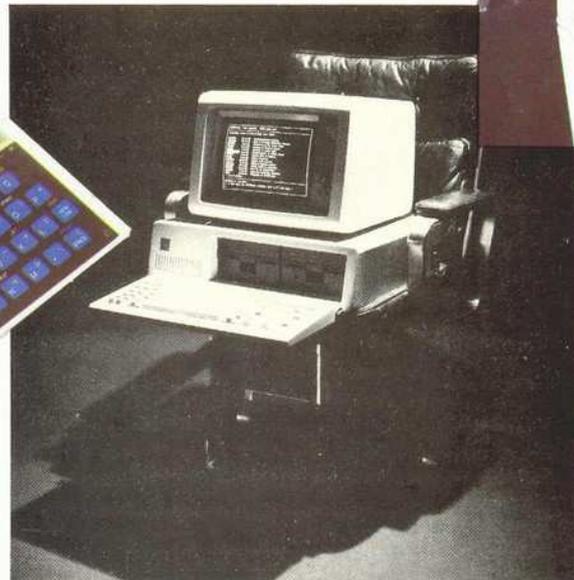
que, por sua vez, incentiva mais e mais pessoas a escolherem o equipamento.

O IBM PC reúne vários implementos pioneiros dos primórdios da indústria de microcomputadores. O microprocessador provém da Intel, que criou essa tecnologia; os sistemas operacionais são da Microsoft de Bill Gates, diversificando as linguagens, e da Digital Research de Gary Kildall; e dois dos primeiros pacotes de software colocados na máquina foram o VisiCalc e o WordStar.



Origem modesta

Surpreendentemente, a tecnologia dos micros desenvolveu-se mais a partir das calculadoras programáveis (como esta Hewlett-Packard HP65) do que da antiga geração de minicomputadores.



Steve Wozniak e Steve Jobs dirigem a Apple, que faz concorrência direta à IBM, e depositam as esperanças da empresa na tecnologia revolucionária do Lisa e do Macintosh (uma versão reduzida do Lisa com preço em torno de 2.500 dólares). Chuck Peddle fundou sua própria empresa, a Sirius, apoderando-se de grande fatia do mercado inglês antes da chegada da IBM, mas depois disso a empresa passou a enfrentar dificuldades financeiras.

Mas, com certeza, Peddle voltará. A curta história do microcomputador mostra que seus criadores são também os sobreviventes — mesmo quando as multinacionais tentam assumir a direção do jogo.

Herman Hauser



Os pequenos Acom

A contribuição de Chris Curry e Herman Hauser (como designers e diretores dos computadores Acom) foi valorosa. Seus micros, como o BBC, são considerados marcos fundamentais na Inglaterra.



Chris Curry

O grande

A IBM só veio a aceitar a viabilidade do microcomputador em 1982. Mas quando começou a produzi-lo, tomou conta do mercado. Quase todos os novos micros de uso comercial são compatíveis com o IBM PC, para capitalizar sua enorme base de software.