

GARRY MARSHALL

Iniciação à TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO



TEMPOS
LIVRES

CULTURA E TEMPOS LIVRES

1. ABC do Xadrez, *Petar Trifunovitch e Sava Vukovitch*
4. ABC do Bridge, *Pierre Jais e H. Lahana*
5. Guia Prático de Fotografia, *W. D. Emanuel*
6. ABC do Judo, *E. J. Harrison*
7. Como Fazer Cinema, *Paul Petzold*
8. Bridge Moderno, *Pierre Jais e H. Lahana*
9. Fotografia — Técnicas e Truques I, *Edwin Smith*
10. ABC dos Estilos, da Arquitectura ao Mobiliário, *A. Aussel*
11. Fotografia — Técnicas e Truques II, *Edwin Smith*
12. A Pesca Submarina, *António Ribera*
13. Teoria dos Finais de Partida, *Yuri Averbach*
14. Aprenda Rádio, *B. Fighiera*
15. Guia do Cão, *Louise Laliberté-Robert e Jean-Pierre Robert*
16. ABC do Aquário, *Anthony Evans*
17. Iniciação à Electricidade e Electrónica, *Fernand Huré*
18. Os Transistores, *Fernand Huré*
19. Karaté I, *Albrecht Pflüger*
20. Iniciação ao Radiocomando dos Modelos Reduzidos, *C. Péricon*
21. Construa o seu Receptor, *B. Fighiera*
22. Montagens Electrónicas, *B. Fighiera*
23. O Berbequim Eléctrico, *Villy Dreier*
24. Cactos, *J. Nilau Jensen*
25. Iniciação à Alta Fidelidade, *Peter Turner*
26. O Aquário de Água Doce, *Paulo de Oliveira*
27. ABC do Ténis, *Fonseca Vaz*
28. Karaté II, *Albrecht Pflüger*
29. ABC da Criação de Canários, *Curt Af Enehjelm*
30. Ginástica Feminina, *Sonja Helmer Jensen*
31. Cartomancia, *Thea Koch*
32. Calculadoras Electrónicas de Bolso, *E. Dam Ravn*
33. O Pastor Alemão, *Gilles Legrand*
34. Xadrez — Teoria do Meio Jogo, *I. Bondarevsky*
35. Manual do Super 8 — I, *Myron A. Matzkin*
36. ABC da Criação de Periquitos, *Cyril H. Rogers*
37. O Livro dos Gatos, *Barbel Gerber e Horst Bielfeld*
38. Manual do Super 8 — II, *Myron A. Matzkin*
39. ABC do Mergulho Desportivo, *Walter Mattes*
40. Circuitos Integrados/ Aplicações Práticas, *F. Bergtold*
41. A Apicultura, *H. R. C. Riches*
42. ABC do Cultivo das Plantas, *H. G. Witham Fogg*
43. ABC da Criação de Pombos, *Kai R. Dahl*
44. Construção de Caixas Acústicas de Alta Fidelidade, *R. Brault*
45. Raças de Canários, *Klaus Speicher*
46. Jogos de Cartas, *Graciano Dolma*
47. Cocker Spaniels, *H. S. Lloyd*
48. ABC da Caça, *Fabián Abril*
49. Aprenda Televisão, *Gordon J. King*
50. Iniciação à Pesca, *Juan Nadal*
51. Basquetebol, *Marius Norregard*
52. Cães de Caça, *Santiago Pons*
53. Aprenda Electrónica, *T. L. Squires e C. M. Deason*
54. A Avicultura, *Jim Worthington*
55. A Produção de Coelhos, *P. Surdeau e R. Henaff*
56. ABC dos Computadores, *T. F. Fry*
57. Natação para crianças, *John Idorn*
58. O Boxer, *Anni Mortensen*
59. Voleibol, *Ole Hansen e Per-Göran Persson*
60. Iniciação à Vela, *Donald Law*
61. ABC da Filatelia, *Jacqueline Caurat*
62. A Pesca à Beira-Mar, *J.-M. Bøelle e B. Doyen*
63. Enxerto de Árvores de Fruto, *Alejo Rigau*
64. A Cultura do Morangueiro, *Luís Alsina Grau*
65. Emissores-Receptores (Walkies-Talkies), *P. Duranton*
66. Iniciação à Fotoelectrónica, *Heinz Richter*
67. Doces e Conservas de Fruta, *Robin Howe*
68. A Criação de Hamsters, *C. F. Snow*
69. A Criação de Porcos, *Roy Genders*

70. Calendário do Horticultor, *Luís Alsina Grau*
71. Jogos Eletrônicos, *F. G. Rayer*
72. Cultivo de Cogumelos e Trufas, *Alejo Rigau*
73. Aprenda Televisão a Cores, *Gordon J. King*
74. Gravação em Fita Magnética, *Ian R. Sinclair*
75. Poda de Árvores e Arbustos, *Roy Genders*
76. Como Treinar o Seu Cão, *E. Fitch Daghish*
77. Instrumentos de Medida e Verificação, *Heinrich Stöckle*
78. A Criação de Caracóis, *Matias Josa*
79. Rádio — Fundamentos e Técnicas, *Gordon J. King*
80. Como Fazer Gelados, *Sylvie Thiébault*
81. Iniciação à Jardinagem, *Noel Clarasó*
82. A Congelação dos Alimentos, *Suzanne Lapointe*
83. Windsurf — Prancha à Vela, *Ernstfried Prade*
84. Raças de Cães, *O. Hasselfeldt*
85. Rummy e Canasta, *Claus D. Grupp*
86. A Encadernação, *Annie Persuy*
87. Aprenda Electricidade, *Heinz Richter*
88. Taxidermia, Embalsamamento de Aves e Mamíferos, *Harry Hjortaa*
89. Jogging — Correr para Manter a Forma, *Werner Sonntag*
90. ABC da Cozinha Chinesa, *Sonya Richmond*
91. Jogos T.V., *C. Tavernier*
92. Amplificadores de Som, *Richard Zierl*
93. O Livro do Poker, *Claus D. Grupp*
94. Aprenda a Desenhar, *Rose-Marie de Prémont e Nicole Philippi*
95. O Minitrampolim na Escola, *Sonja Helmer Jensen e Klaus Dano*
96. Jogos de Luzes e Efeitos Sonoros para Guitarras, *B. Fighiera*
97. O Cultivo do Tomate, *Louis N. Flawn*
98. Pilhas Solares, *F. Juster*
99. A Criação Doméstica de Coelho, *C. F. Snow*
100. Iniciação ao Futebol, *Wieland Männle e Heinz Arnold*
101. Horóscopos Chineses, *Georg Haddenbach*
102. Guia Prático de Marcenaria, *Charles H. Hayward*
103. Anebol, *Fritz e Peter Hattig*
104. Dispositivos Anti-Roubo, *H. Schreiber*
105. Perus, Pintadas e Codornizes, *Jérome Sauze*
106. Crepes — Doces e Salgados, *Florence Arzel*
107. Aperitivos e Entradas, *Myrette Tiano*
108. Tênis de Mesa, *Leslie Woollard*
109. Aprenda Surf, *R. Abbott e M. Baker*
110. Futebol — Técnica e Tática, *Kurt Lavall*
111. A Vaca Leiteira, *Colin T. Whittemore*
112. O Cubo Mágico, *Josef Trajber*
113. O Perdigueiro Português, *José M. Correia*
114. Pizzas e Massas à Italiana, *Marieanne Ränk*
115. O Cubo Para Quem Já o Faz, *Josef Trajber*
116. A Pirâmide Mágica, A Torre, O Barril do Diabo, *M. Mrowka-W. J. Weber*
117. Gansos e Patos, *Marie Mourthe*
118. Iniciação ao Kung-Fu, *A. P. Harrington*
119. Electrónica e Fotografia, *Hanns-Peter Siebert*
120. O Livro da Fortuna, *Douglas Hill*
121. Construção de um Alimentador de Corrente, *Waldemar Baitinger*
122. Hóquei em Patins, *Francisco Velasco*
123. Técnicas de Tiro, *Anton Kovacic*
124. Aprenda a Tricotar, *Uta Mix*
125. ABC da Patinagem, *Christa-Maria e Richard Kerler*
126. A Pesca e os seus Segredos, *Armand Deschamps*
127. O Osciloscópio, *R. Rateau*
128. Guia Prático da Banda do Cidadão, *T. M. Normand*
129. Sumos e Batidos, *Manfred Donderski*
130. Introdução à Programação de Microcomputadores, *Peter C. Sanderson*
131. Aprenda Crochê, *Uta Mix*
132. ABC do Microprocessador, *P. Mélusson*
133. Guia Prático de Basic, *Roger Hunt*
134. Introdução à Electrónica Digital, *Ian R. Sinclair*
135. ABC do Vídeo, *David K. Matthewson*
136. Fotografia em Movimento, *Don Morley*

137. Guia de Cobol, *Ray Welland*
138. Fotografia a Pequena Distância, *Sidney F. Ray*
139. Guia Moderno da Canaricultura, *Manuel Gonçalves*
140. Minieletrônica para Amadores, *Heinz Richter*
141. ABC da Programação de Computadores, *John Shelley*
142. Tarot — O Futuro Pelas Cartas, *Edwin J. Nigg*
143. ABC da Equitação, *Dorothy Johnson*
144. Como Programar o Seu ZX 81, *Patrick Gueulle*
145. 100 Avarias TV e a Maneira Prática de as Detectar, *P. Duranton*
146. ABC da Horticultura, *Louis Giordano*
147. Basic Para Microcomputadores, *A. P. Stephenson*
148. Como Programar o seu ZX Spectrum, *Tim Hartnell e Dilwyn Jones*
149. Iniciação aos Motores Diesel, *David S. Maclean*
150. 60 Jogos para o ZX Spectrum, *David Harwood*
151. As Linhas da Mão, *Rosé Hubert*
152. Cozinha Italiana, *Rotraud Degner*
153. Manual do ZX Spectrum, *Simpson e Terrel*
154. Z80 Assembler para o ZX Spectrum — Iniciação ao Código de Máquina, *João Paulo Fragoso*
155. Aeróbica, *H. Schulz*
156. ABC do Atletismo, *Denis Watts*
157. 26 Programas Basic para Microcomputadores, *Derrick Daines*
158. Aprenda Pascal no seu Microcomputador, *Jeremy Ruston*
159. Guia Moderno da Suinicultura, *Colin Whittemore*
160. O Bar em Sua Casa — 888 Cocktails, *Aladar von Wesendonk*
161. Código de Máquina para Principiantes, *James Walsh*
162. Código de Máquina para Programadores Avançados, *Paul Holmes*
163. ABC da Fruticultura, *Henri Gosselin*
164. ABC da Canoagem, *Alan Hyde*
165. Guia de Fortran, *Phillips Ridler*
166. Manual da Secretária, *Philippa Ramage*
167. ABC das Antenas, *Gordon J. King*
168. Programar Aventuras no Seu Computador, *Andrew Nelson*
169. Guia do Sinclair QL, *Boris Allan*
170. Novas Aventuras no seu ZX Spectrum, *Peter Shaw e James Mortleman*
171. O Computador no Escritório, *John Shelley*
172. Sobremesas, *Fred Timber*
173. Rádio — Do Circuito Oscilante ao Receptor de Ondas Curtas, *Richard Zierl*
174. ABC das Aberturas, *V. N. Panov*
175. A Construção de Pequenos Transformadores, *M. Dorian e F. Juster*
176. Guia de Pascal, *David Watt*
177. O ZX Spectrum na Educação, *Tim Hartnell, Christine Johnson e David Valentine*
178. Iniciação ao Snooker, *John Pulman*
179. Circuitos com Diacs, Tiristores e Triacs, *Fritz Bergtold*
180. O Jogo do Mah-Jong, *Ursula Eschenbach*
181. Cultura Hidropônica. Culturas sem solo, *Laura Fronty*
182. 49 Jogos Explosivos para o ZX Spectrum, *Tim Hartnell*
183. Iniciação ao Golfe, *J. E. Jessop*
184. Como se Constrói um Receptor de FM, *Richard Zierl*
185. Iniciação à Navegação Marítima, *Anselmo Vieira*
186. Processamento de Dados em Informática, *T. F. Fry*
187. O ZX Spectrum na Gestão de Pequenas Empresas, *Luis de Campos*
188. Programar Grafismos no seu Computador, *Michel Rousselet*
189. O IBM PC e Sistemas Compatíveis, *Carlos Reis e João Capaz*
190. Antenas para a Banda do Cidadão, *Patrick Gueulle*
191. Paciências, *Irmgard Wolter*
192. Defesa Pessoal, *Syd Hoare*
193. Processamento de Texto, *Lew Hollerbach*
194. Inteligência Artificial no seu Spectrum e Spectrum + , *Tim Hartnell*
195. Manual do Correspondente de Inglês, *W. G. Tackle e Gomes Pitta*
196. Como Interpretar um Balanço, *Carlos Nabais*
197. Iniciação à Tecnologia da Informação, *Garry Marshall*

GARRY MARSHALL

INICIAÇÃO
À TECNOLOGIA
DA INFORMAÇÃO

EDITORIAL  PRESENÇA

Título original:

BEGINNER'S GUIDE TO INFORMATION TECHNOLOGY

© *Copyright by* Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., 1984

Tradução da edição inglesa publicada por Butterworth & Co.
(Publishers) Ltd., 88 Kingsway, London WC2B 6AB

Tradução da Eduardo Nogueira

Reservados todos os direitos

para a língua portuguesa à

EDITORIAL PRESENÇA, LDA.

Rua Augusto Gil, 35-A — 1000 LISBOA

PREFÁCIO

Em Inglaterra, 1982 foi considerado como Ano da Tecnologia da Informação, mas é provavelmente correcto afirmar que a maior parte das pessoas, se ouvirem sequer falar nesta expressão, terão mais consciência dela do que do seu significado. De facto, o campo que é coberto pela Tecnologia da Informação é ainda bastante nebuloso mesmo para aqueles que se consideram a si mesmos como peritos nele. Trata-se por outro lado de um campo em rápida expansão, pelo que apesar de ser possível fornecer uma definição compacta daquilo que a Tecnologia da Informação é, já não é tão fácil definir as áreas em que é aplicada ou em que se planeia aplicá-la.

Isto torna a tarefa de escrever um livro sobre a Tecnologia da Informação um pouco semelhante ao tiro sobre um alvo em movimento e mutação constantes. Este livro explica o que é a Tecnologia da Informação, e examina as suas áreas de aplicação actuais e as suas aplicações mais prováveis no futuro imediato. No caso de um tema em evolução tão rápida, é necessário examinar as perspectivas de futuro dado que aqueles que a ele se dedicam estão talvez apenas a começar a sentir o que é possível atingir, e cada desenvolvimento conduz de forma bastante natural ao seguinte. De facto, os computadores, por exemplo, estão connosco há já alguns anos, mas de muitos pontos de vista estamos apenas a começar a compreender o modo de os usarmos da maneira mais vantajosa, aquele que se adapta às nossas necessidades em vez de nos obrigar a adaptar-nos ao modo como a máquina executa a sua tarefa. Portanto, limitarmos este livro a um relato dos desenvolvimentos actuais equivaleria a restringir a visão deste tema. Por outro lado, uma discussão excessiva dos possíveis desenvolvimentos futuros daria origem a uma visão ainda mais distorcida. Este guia procura

portanto trilhar um campo intermédio deste ponto de vista.

A Tecnologia da Informação é o resultado da convergência e mistura de outras tecnologias, principalmente dos computadores e das comunicações. Consequentemente, o seu aspecto «computador» pode ser considerado como mais importante por alguns, e o «comunicações» por outros, apesar de ambos constituírem componentes essenciais do tema. Os cursos educativos de Tecnologia da Informação que têm sido lançados por entidades governamentais em Inglaterra situam-se muitas vezes em departamentos de informática, e por essa razão podem tender a atribuir uma importância especial aos computadores. Pelo contrário, o público inglês poderá pensar na Tecnologia da Informação em termos da rede Prestel que, devido ao seu uso óbvio do telefone e da televisão, pode sugerir que as comunicações são de facto mais importantes. Este guia procura também sublinhar que a Tecnologia da Informação resulta da mistura em igualdade de circunstâncias de outras tecnologias.

Dado que a Tecnologia da Informação tende a ter um impacto cada vez maior nas nossas vidas e nos modos como as vivemos, é importante que a compreendamos a fim de não a temermos e de, pelo contrário, a podermos aproveitar.

G. M.

1

O QUE É A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO?

A Tecnologia da Informação pode ser considerada como uma espécie de reunião da informática e das comunicações para efeitos de tratamento da informação. A mistura foi tornada possível pelos desenvolvimentos mais recentes da microelectrónica. Na raiz, esta mistura é possível porque os sistemas de comunicações modernos e os computadores representam a informação da mesma maneira, de tal modo que quando a informação está a ser comunicada por um sistema de telecomunicações, ou manipulada por um computador, a sua representação é a mesma. A combinação de comunicações e computadores torna possível a um indivíduo ou a uma empresa resolverem todas as suas necessidades dependentes da informação com rapidez e facilidade. Os desenvolvimentos técnicos no campo da microelectrónica não só tornaram possíveis as actividades que cabem sob a designação de Tecnologia da Informação, como ainda as tornaram possíveis a um custo razoável.

A Tecnologia da Informação torna ainda possível manusear a informação de diversas formas diferentes. A informação que é transmitida pela fala, pelo texto, pelas imagens ou tabelas numéricas pode ser tratada com igual facilidade. De facto, todos os aspectos do tratamento da informação são afectados, desde a produção da informação até ao seu armazenamento, processamento, recuperação e disseminação. E serão afectados cada vez mais no futuro. A principal consequência disto consiste em facilitar às pessoas o uso dos computadores e sistemas de tratamento da informação. Em vez de termos de usar um teclado concebido para operadores treinados a fim de comunicarmos com um computador, é possível falar com um. Os resultados do uso cada vez mais difun-

dido da Tecnologia da Informação estão actualmente a ser sentidos em todas as esferas da vida, desde o escritório até à indústria, desde a educação até às actividades de tempos livres, e em casa.

Informação

O facto de a informação ser intangível torna difícil definir, em algumas palavras, exactamente o que ela possa ser. No entanto, examinando dois aspectos da informação podemos começar a compreendê-la. Primeiro, a informação pode ser obtida a partir de dados. O processo de extracção de significado de um conjunto de dados pode ser considerado como capaz de nos fornecer informação. Em segundo lugar, a informação pode ser transmitida a alguém através da comunicação. Pode ser enviada directamente, sendo igualmente possível enviar os dados que a contêm juntamente com as instruções que deles extraem a informação; pode-se ainda enviar uma mensagem contendo a informação. Este modo de considerar a informação conduz-nos imediatamente a uma das maiores preocupações da Tecnologia da Informação, a saber, o tratamento e a comunicação da informação.

Uma boa forma de esclarecermos o que possa ser a informação consiste em apresentarmos alguns exemplos. As actividades financeiras de uma empresa comercial podem ser representadas por um conjunto de números que registam as quantidades de dinheiro envolvidas em cada venda e compra realizadas pela empresa ao longo de um determinado período. Estes valores constituem a matéria prima, e através do seu tratamento é possível obter o balanço ou a rentabilidade comercial do período considerado. Actuando deste modo, consegue-se extrair informação útil dos dados. Como segundo exemplo, consideremos uma estação meteorológica automática instalada num local remoto, por exemplo numa montanha, e capaz de transmitir automaticamente sinais indicativos do estado do tempo para um centro receptor. Os sinais podem representar a temperatura, a velocidade do vento, etc. No centro receptor estes sinais constituem os dados que podem ser recolhidos, examinados e tratados a fim de reconstituir o estado do tempo no local remoto. Neste caso a informação é comunicada de um ponto para outro.

Do mesmo modo, quando as pessoas conversam entre si, tentam transmitir informações. O facto de não esperarmos que as pessoas recordem *exactamente* aquilo que dizemos é uma indicação de que as palavras ditas não são em si mesmas a informação que tentamos comunicar, mas sim um simples veículo para a transmissão dessa

informação. A fonte de muitas incompreensões entre as pessoas é o facto de o significado extraído pelo ouvinte não ser o mesmo que a outra pessoa tentou exprimir!

As fontes da informação

Os dados de onde é obtida a informação podem provir de diferentes fontes. Provavelmente pensamos em nós próprios, ou seja nos seres humanos, como principais produtores da informação. No entanto, os animais conseguem comunicar entre si com o objectivo de transmitirem informação, e as próprias máquinas são cada vez mais capazes de o fazer.

Os animais possuem modos bastante sofisticados de passar informações entre si. Os pássaros, por exemplo, usam vários tipos de chamamento em diferentes situações, por exemplo para acasalar, para avisarem sobre o aparecimento de intrusos na região onde vivem, para darem o alarme quando se aproxima um perigo. As abelhas possuem uma dança ritual que lhes permite indicarem umas às outras a direcção em que existem flores com pólen.

Os seres humanos podem adquirir dados usando os seus sentidos, a vista, o cheiro, o tacto, o gosto e o ouvido, tanto individualmente como em conjunto. Os dados adquiridos deste modo são tratados pelo cérebro de modo a darem origem a informação. A fala constitui o principal veículo de comunicação directa entre duas pessoas. As linguagens, com efeito, evoluíram de modo a permitirem às pessoas comunicarem entre si. A comunicação directa por meios visuais também é possível recorrendo a movimentos do corpo para comunicar, ou como reforço da comunicação verbal. Os modos de aquisição e comunicação da informação desenvolveram-se evidentemente muito para além dos usados para o contacto directo entre duas pessoas. Esses modos incluem hoje a representação da informação sob forma escrita, pictórica e numérica, e os métodos de telecomunicação.

À medida que o corpo de conhecimentos à nossa disposição se dilatou, surgiu naturalmente a necessidade de o armazenar de algum modo. Assim que a quantidade de conhecimentos excedeu aquilo que um grupo de pessoas era capaz de recordar, tornou-se necessário guardá-los de algum modo a fim de permitir a recuperação dessa informação e a sua passagem a outros. Nestas condições evoluíram as linguagens escritas, conduzindo ao registo da informação em documentos e livros. Mais recentemente, tornou-se possível guardar a informação em computadores, de tal modo que é

possível obtê-la a partir de uma máquina.

Hoje, a informação é cada vez mais passada de umas máquinas a outras sem qualquer intervenção humana. Se uma máquina necessita de informação guardada noutra, pode muitas vezes provocar a sua transferência. Por outro lado, quando um computador está programado para tratar a informação pode fazê-lo independentemente dos seres humanos. Depois de lhe ser «dito» como deve realizar uma determinada tarefa, anteriormente realizada por uma pessoa, a máquina pode realizá-la sem qualquer necessidade de um envolvimento humano.

Existe uma clara vantagem em armazenar informação num computador, em vez de o fazer de uma forma impressa ou recorrendo a qualquer outro meio físico. Um computador pode ser programado de modo a organizar a informação nele guardada, integrando qualquer informação nova que lhe seja fornecida. Deste modo, pode recuperar rapidamente qualquer informação que contenha quando tal lhe é pedido. O acesso rápido à informação nestas condições não pode ser igualado por qualquer sistema de recuperação de documentos.

O valor da informação

Todos temos consciência da importância da informação em algumas circunstâncias. É importante para nós enquanto indivíduos, por exemplo, quando paramos o carro para perguntarmos o trajecto até ao nosso destino. A informação pode ser valiosa para uma empresa quando serve para tomar uma decisão sobre uma compra necessária ou para ajudar a planear rumos futuros da acção.

O valor da informação, num sentido geral, consiste no modo como nos permite organizar o nosso ambiente de forma vantajosa e enfrentar quaisquer alterações que nele ocorram. O acesso exclusivo à informação e a capacidade de a usar para prever tendências futuras com rigor são aspectos que aumentam o valor da informação. Considerar a informação como uma mercadoria que pode ser comprada e vendida do mesmo modo que qualquer outra é uma atitude relativamente recente. Apesar disto, a informação é diferente das mercadorias convencionais de uma forma significativa. Quando se vende uma mercadoria normal, o vendedor separa-se dela e o comprador adquire-a. Quando se vende informação, o vendedor mantém-na ao mesmo tempo que o comprador a adquire. Esta diferença essencial tem consequências que ainda estão pa-

ra ser resolvidas. Uma delas é a revenda da informação por aqueles que não a tiveram originalmente, mas que adquiriram uma cópia dela. Este tipo de pirataria tem sido muito publicitado no contexto da cópia de filmes em vídeo, mas também tem ocorrido, por exemplo, no caso de dados em computador. A legislação não está ainda bem equipada para tratar estes tipos de actividades dado que as leis que podem ser invocadas foram definidas há muitos anos, antes da introdução dos desenvolvimentos tecnológicos que tornam aqueles possíveis. Por esta razão, começa-se agora a definir toda uma nova área de legislação, estando a ser dada bastante atenção à formulação de novas leis que tratam a situação.

Um modo de ilustrar a importância da informação na indústria consiste em observar que apenas aqueles que dispõem de informações sobre a forma como se pode executar um processo industrial se encontram em posição de construir uma instalação que execute esse processo e de beneficiar com esse facto. Se existir uma larga procura dos produtos do processo, a informação a ele relativa torna-se ainda mais valiosa.

O objectivo fundamental da espionagem industrial não é necessariamente roubar um produto fabricado, mas descobrir o modo como esse produto é feito. Desta maneira a informação sobre o modo de produzir um produto pode ser adquirida sem os custos e os conhecimentos indispensáveis para fazer a investigação e o desenvolvimento necessários.

Para citarmos um segundo exemplo, o objectivo do recenseamento nacional consiste em adquirir informação sobre o estado de uma nação. Esta informação permite compreender melhor o estado da nação, devendo facilitar o planeamento do futuro. Um caso concreto é o de o conhecimento do número de bebés com um ano de idade dar uma boa indicação sobre a quantidade de crianças que irão entrar nas escolas primárias e secundárias alguns anos depois. É assim possível planear com rigor as futuras necessidades educacionais.

O armazenamento da informação de um modo organizado e sistemático pode igualmente aumentar o seu valor, não apenas por torná-la mais facilmente acessível mas também de formas que podem não ter sido previstas originalmente. Por exemplo, se uma empresa fabrica circuitos electrónicos como parte das suas actividades, o armazenamento de informação sobre esses circuitos de um modo sistemático pode evitar que um técnico conceba um circuito quando já existe um estudo sobre esse circuito na empresa. Podem-se obter igualmente poupanças em termos de armazena-

mento de componentes, assegurando-se que seja apenas usado um mesmo componente para um dado fim em todos os circuitos, em vez de se usar um vasto número de componentes equivalentes em diferentes circuitos. Deste modo torna-se apenas necessário guardar um componente, em vez de muitos, dedicados à mesma função. Como segundo caso, se uma empresa regista sistematicamente toda a informação sobre as suas actividades, pode obter um «instantâneo» da sua situação em qualquer momento. Isto dá à empresa uma capacidade para reagir rapidamente a quaisquer alterações que a possam afectar. Antes de usar computadores para este fim, muitas empresas, em particular as maiores, raramente eram capazes de obter uma relação exacta da sua situação do momento, não podendo portanto reagir com rapidez às mudanças. Armado com estas informações, no entanto, é possível a um editor, por exemplo, determinar quais os livros que estão a vender bem e imprimir mais exemplares, e a um fabricante controlar as suas reservas de matérias primas de modo a não as guardar durante muito tempo sem serem necessárias nem ficar sem elas quando mais necessita.

O tratamento da informação

Actuando de um modo apropriado sobre os dados que transmitem informação, torna-se possível obter qualquer esclarecimento desejado. Para dar um exemplo simples, suponhamos que dispomos dos volumes de transacções de uma empresa para um dado período, registados do seguinte modo:

Número de vendas	Valor de cada venda (£)	Número de compras	Valor de cada compra (£)
7	20	3	31
	8		2
	16		5
	20		
	16		
	16		
	8		

Se a informação desejada for o lucro correspondente ao período, será possível obtê-la tratando os dados da tabela anterior do seguinte modo:

1. Somar os valores de todas as vendas na coluna 2 (obtendo 104 £).
2. Somar os valores de todas as compras na coluna 4 (obtendo 38 £).
3. Subtrair o segundo total ao primeiro, obtendo o lucro (66 £).

Quando o procedimento necessário para extrair informação dos dados disponíveis pode ser especificado de uma forma precisa, como acontece neste caso, a operação pode ser executada por um computador. Este deve receber os dados e as regras necessárias ao seu tratamento. No caso do exemplo dado, o programa seguinte (escrito na linguagem de programação BASIC) permitirá calcular o lucro a partir dos mesmos dados:

```

10 TS = 0
20 READ NS
30 FOR I = 1 TO NS
40 READ S
50 TS = TS + S
60 NEXT I
70 TP = 0
80 READ NP
90 FOR J = 1 TO NP
100 READ P
110 TP = TP + P
120 NEXT J
130 PR = TS - TP
140 PRINT 'LUCRO É', PR, "LIBRAS."
150 DATA 7, 20, 8, 16, 20, 16, 16, 8
160 DATA 3, 31, 2, 5
170 END

```

Se bem que este exemplo seja muito simples, mostra já como é possível tratar a informação. Um exemplo mais sofisticado de tratamento da informação seria a descoberta de aspectos particulares de uma imagem. Na Segunda Grande Guerra, a tarefa de descoberta de tanques camuflados em fotografias aéreas tiradas em território inimigo era realizada laboriosamente por pessoal especialmente treinado que estudava as fotografias. Hoje, quando lhes é fornecida uma fotografia em forma codificada, os computadores

podem determinar se se encontra ou não presente um dado objecto.

O aspecto comum a todo o tratamento, quer seja realizado manualmente ou recorrendo a um computador, é que os dados que transmitem a informação constituem uma «entrada» que é processada de acordo com regras apropriadas, de modo a obter-se uma «saída» constituída pela informação desejada. Quando o tratamento é realizado por um computador, torna-se invariavelmente mais rápido e produz muitas vezes uma informação mais rigorosa do que o tratamento manual.

A comunicação da informação

Se a necessidade de comunicação é tal que a comunicação directa não basta, torna-se necessário recorrer a um sistema de comunicações. Duas pessoas podem falar entre si quando se encontram a uma distância reduzida, mas para além desta não podem comunicar verbalmente mesmo que gritem. A solução habitual para este problema é o recurso ao telefone. Neste caso, a voz é convertida num sinal eléctrico que pode ser transmitido através de cabos telefónicos até ao seu destino, onde é novamente reconvertido em voz. Deste modo pode-se realizar uma comunicação verbal mesmo quando existe uma distância enorme entre as duas pessoas. Se bem que os utilizadores do telefone possam não ter consciência (e não devam tê-la) de que aquilo que dizem e ouvem foi alterado pelo sistema de comunicação que estão a usar, é necessário que tal aconteça.

Em geral, quando a informação é comunicada através de um sistema de comunicação, dispõe-se de um canal de comunicação capaz de transportar sinais de um tipo especial. Para enviar informação através deste canal, é necessário convertê-la da forma original para uma forma que o canal possa utilizar. Naturalmente, deve ser igualmente possível reconverter o sinal para a sua forma original na outra extremidade, receptora, do canal. Assim, no sistema telefónico, a voz, que é normalmente transmitida sob a forma de variações da pressão de ar que o ouvido humano pode detectar e às quais pode reagir, é convertida num sinal eléctrico correspondente antes de ser enviada pelo canal telefónico. Na extremidade receptora, o sinal eléctrico é novamente transformado em variações de ar. Do mesmo modo, quando se comunica a informação sob uma forma pictórica para além da distância a que pode ser vista, tam-

bém ela deve ser convertida para uma forma em que possa ser enviada através de um canal de comunicação.

A convergência da informática e das telecomunicações na Tecnologia da Informação

Para guardar e manipular a informação num computador digital, aquela deve ser representada numa forma digital. É grande a quantidade de comunicação que ocorre no interior de um computador quando este está a processar informação, porque esta deve ser passada de uma parte da máquina para outra.

Até recentemente a maior parte dos sistemas de comunicação, incluindo o telefone e os sistemas de radiodifusão, tratavam a informação de uma forma analógica. Mais recentemente, no entanto, foram introduzidos os sistemas de comunicação digital. Estes tratam a informação de um modo digital; isto é, da mesma forma que o computador digital. Nestas condições, os computadores e os sistemas de comunicação tratam ambos informação representada do mesmo modo, e usam técnicas semelhantes para a tratar.

Mais ainda, quando se comunica a informação em forma digital, as várias funções que são necessárias, como a comutação e definição de trajectos, podem ser realizadas por um tratamento digital do mesmo tipo do realizado por um computador digital.

Dado que os computadores e os sistemas de comunicação tratam a informação do mesmo modo, é simples a um nível técnico ampliar o alcance eficaz dos computadores através de sistemas de comunicação, e usar os computadores para realizar as funções necessárias em sistemas de comunicação. Deste modo, as duas tecnologias convergiram de modo a darem aquilo que é conhecido por Tecnologia da Informação.

O aparecimento da microelectrónica tornou economicamente possível esta convergência na medida em que representava a possibilidade de um tratamento digital barato. A existência de um elemento computador de baixo custo sob a forma do microprocessador constituía, evidentemente, um desenvolvimento bastante significativo.

Algumas aplicações típicas da Tecnologia da Informação

Algumas das aplicações típicas da possibilidade de comunicação com computadores remotos são a Prestel, o teletexto e o correio

electrónico. O Prestel é o serviço de videotexto inglês que utiliza um receptor de televisão e o telefone para criar uma possibilidade de comunicação entre os locais de habitação e computadores remotos. A figura 1.1. mostra uma «página» típica da imagem Prestel. Os computadores podem ser consultados interactivamente de modo a obter-se informação, permitindo o envio de mensagens e a encomenda de produtos. O Teletexto é essencialmente um sistema que permite aos microcomputadores, processadores de texto e máquinas de escrever electrónicas comunicarem entre si. Isto torna particularmente fácil a comunicação de documentos, mesmo quando passados entre máquinas bastante diferentes entre si. Esta facilidade é conhecida pelo nome de correio electrónico, dado que pode substituir o habitual serviço de correios e pode ainda ser realizada de forma completamente electrónica, passando a mensagem de um visor para outro.

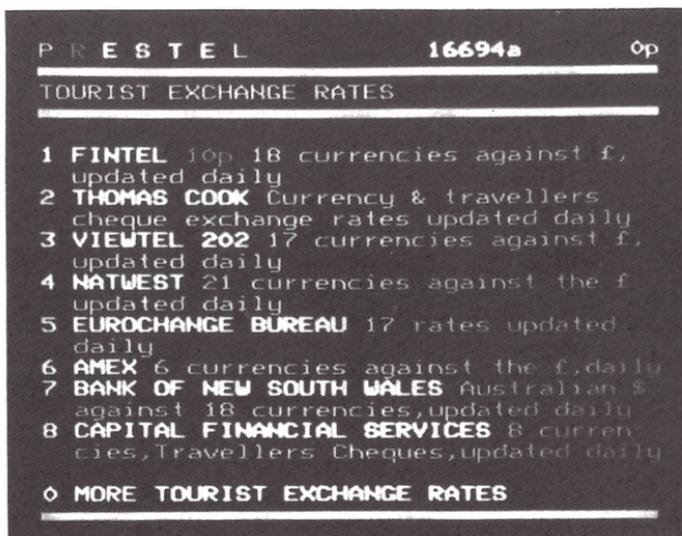


Fig. 1.1. — Uma página Prestel típica

Do lado do computador, os avanços do tipo da comunicação com o computador recorrendo à voz tornaram muito mais fácil às pessoas o uso de computadores. O desenvolvimento de Sistemas Dedicados, que procuram guardar todo o conhecimento dos especialistas em certas áreas do saber, por exemplo o diagnóstico médi-

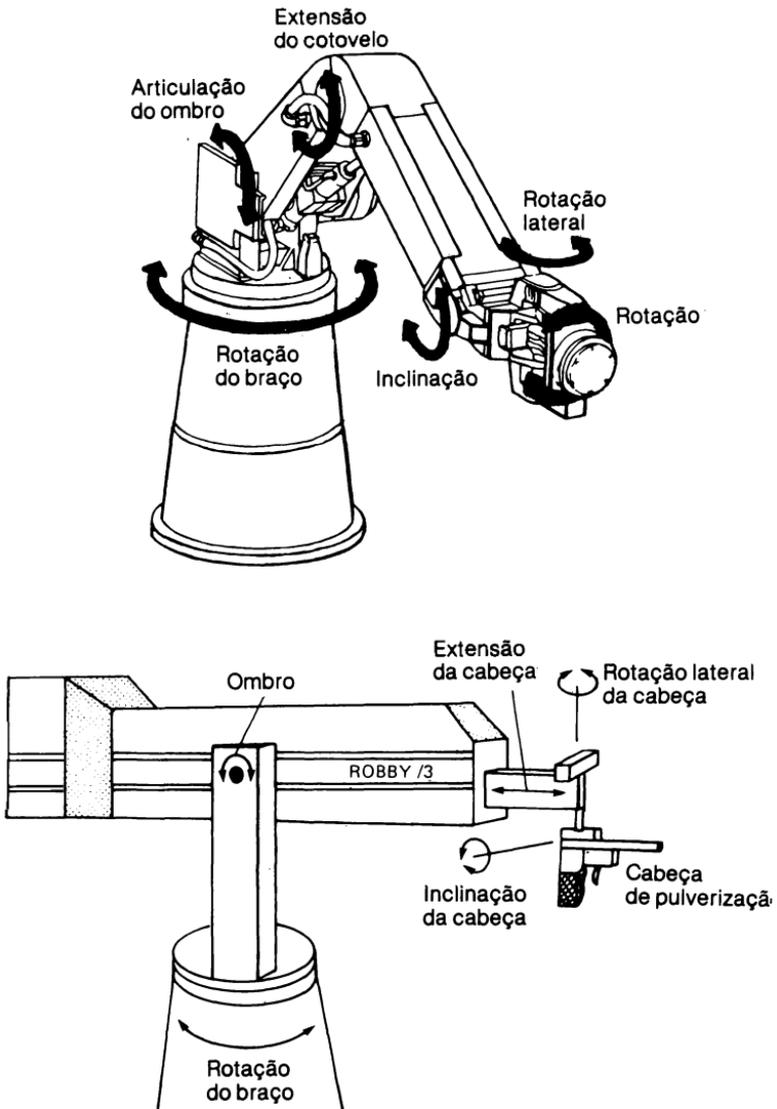


Fig. 1.2. — Soldador robot (em cima) e pintor robot.

co, tornando-o disponível a outros, tem ajudado a aumentar a gama de aplicações úteis dos computadores.

Na Indústria, o desenvolvimento da visão por computador tem ajudado à automatização de processos de montagem, permitindo a robots «verem» e manipularem do modo adequado as diversas peças que devem montar. O desenvolvimento dos robots torna igualmente possível a automação de tarefas desagradáveis, como a soldadura ou a pintura com pulverizador, como se mostra na figura 1.2. O uso de microprocessadores interligados tem ajudado ao desenvolvimento dos robots. Deste modo, cada microprocessador pode controlar uma actividade única, como o movimento de uma dada articulação ao mesmo tempo que coopera com outros microprocessadores que comandam actividades relacionadas.

Estas aplicações, e muitas outras, serão completamente descritas nos capítulos que se seguem.

O impacto social da Tecnologia da Informação

Estão muito difundidos os receios de que a introdução da Tecnologia da Informação coloque muitas pessoas no desemprego. Quando ligados a robots, os computadores podem ser adaptados de modo a substituírem o trabalho manual. A realização de tarefas desagradáveis como a soldadura e a pintura a pulverizador não é necessariamente uma coisa má, mas a automação de, por exemplo, linhas de produção de automóveis completos pode conduzir a perda de muitos empregos. Para além disto, algumas profissões especializadas são também ameaçadas. As tarefas de contabilidade e informação fiscal podem agora ser realizadas por programas de computador, reduzindo-se assim a necessidade de contabilistas. Como a informação introduzida num processador de texto por um jornalista pode ser transferida directamente para equipamento electrónico de definição de tipos, não existe necessidade de utilizar compositores nas oficinas de jornais.

Nestas condições, a nova tecnologia pode destruir profissões, se bem que tal só ocorra geralmente nas áreas menos especializadas e mais mecânicas. Por outro lado, cria novos empregos, obviamente, na concepção, fabrico e manutenção do novo equipamento, mas também, e menos obviamente, na formação de novas áreas profissionais. Entre os exemplos de novas áreas deste tipo indicaremos os bancos de informação que podem ser acedidos por telefone, as instalações que permitem às pessoas trabalharem nas respectivas casas e assistirem a conferências usando equipamento de

comunicações, sem necessidade de viajarem até um qualquer centro, e a escrita de software. Esta última área tem fornecido emprego a muitas pessoas, incluindo bastantes jovens programadores que têm ganho muito dinheiro escrevendo programas de jogo para computadores domésticos.

Se foram criados alguns empregos, é igualmente claro que outros foram substancialmente alterados pela nova tecnologia. Assim, a introdução de processadores de texto não destrói a necessidade de dactilógrafos, dado que é ainda necessário introduzir a informação no processador de texto, tal como antes se escrevia numa máquina. Convém por outro lado que o texto seja escrito tão depressa e rigorosamente quanto possível, de modo a aproveitar completamente o caro sistema de tratamento de texto, se bem que a necessidade de rigor possa ser um pouco reduzida quando se dispõe de um programa capaz de verificar os erros de escrita. No entanto, o operador de um processador de texto deve dominar mais alguns campos do que o dactilógrafo vulgar, a fim de aprender a usar as facilidades extra de que dispõe, necessitando portanto de mais treino. Deste modo a profissão torna-se mais especializada como resultado da nova tecnologia. Este aumento das capacidades requeridas é típico de muitas profissões que adoptaram uma tecnologia nova, incluindo as de empregados em bancos e agentes de viagens, onde o uso de equipamento ligado a computadores se transformou numa parte rotineira do trabalho. Talvez o exemplo mais extremo de uma alteração dos esquemas de trabalho resultantes do uso de tecnologia nova seja dado pela Rank Xerox. Instalaram terminais de comunicação por computador em casa de alguns dos seus empregados, de modo a estes poderem trabalhar em sua casa. Por outro lado, estes trabalhadores podem usar os seus terminais em qualquer tarefa exterior à empresa em que se tenham envolvido.

A nova tecnologia fornece igualmente uma oportunidade de melhorarmos o nosso estilo de vida. Por exemplo, já é possível a muitas pessoas fazerem pelo menos parte das suas compras em casa, em alguns países (figura 1.3.). A possibilidade de contacto computadorizado com os bancos torna muito mais fácil realizar todos os tipos de transacções financeiras, ao ponto de nos permitir transferir dinheiro para uma conta onde pode produzir juros num fim de semana em que não necessitamos de gastá-lo.

Mas se a nova tecnologia pode alterar a vida das pessoas, já teve de facto um efeito bastante notório na indústria. O efeito da dis-

ponibilidade de circuitos integrados baratos na indústria dos relógios foi dramático. A indústria tradicional, que fabricava mecanismos de relojoaria, foi virtualmente eliminada. A indústria das máquinas fotográficas está a sofrer actualmente uma alteração semelhante, devido à introdução de equipamento electrónico que substitui tanto quanto possível as partes mecânicas. Estando atentos aos desenvolvimentos tecnológicos, os fabricantes de máquinas conseguiram adaptar-se e evoluir, em vez de se tornarem obsoletos. Muitas outras indústrias se viram forçadas a adaptarem-se de uma forma semelhante, ao mesmo tempo que surgiram muitas outras. Isto sublinha a necessidade de educação, a fim de compreender os desenvolvimentos e acompanhá-los. Ter uma única profissão na vida é provavelmente algo já ultrapassado. Hoje, todas as pessoas com uma profissão devem realizar algum estudo que lhes permita acompanhar os últimos desenvolvimentos introduzidos em resultado das tecnologias novas.

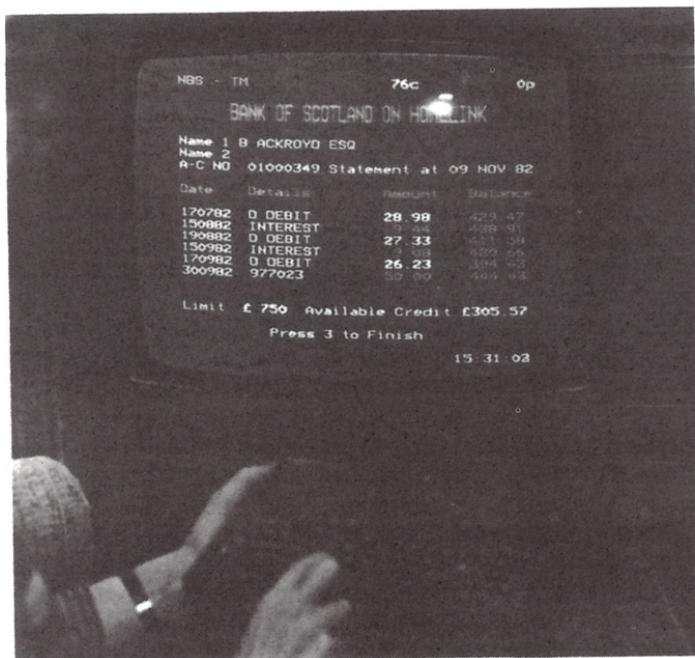


Fig. 1.3. — Encomenda de artigos ou uso da conta bancária através de um terminal doméstico.

A segurança da informação

Quando se guarda a informação em grandes quantidades nos computadores, e aquela se encontra em princípio à disposição de todos aqueles que têm acesso ao computador através dos sistemas de comunicação, torna-se preocupante a necessidade de garantir a segurança de parte dessa informação. Certos elementos, por exemplo as notícias e os pormenores de programas de rádio e televisão, devem de facto estar à disposição de todos. Mas noutros casos, por exemplo no dos registos pessoais de indivíduos utilizados pela polícia ou por entidades fiscais, a disponibilidade generalizada desses dados não é apropriada, devendo ser tomadas medidas que garantam o acesso a eles apenas a pessoas com autoridade para tal.

A segurança da informação é necessária para impedir a fraude e o roubo, tal como a invasão da vida privada dos indivíduos. O problema da informação que está guardada ou é comunicada electronicamente é que pode ser modificada ou copiada facilmente e com grande rapidez. Isto significa, por exemplo, que os bancos devem garantir a segurança dos seus métodos de trabalho com base no computador. As mensagens que requerem a transferência de fundos de uma conta para outra devem ser verificadas antes de a transferência ocorrer. Do mesmo modo, os sistemas de reserva de bilhetes para viagens aéreas devem ser tornados seguros a fim de evitar possíveis fraudes.

A segurança pode ser facilitada recorrendo ao uso de chaves de código, usadas por ambas as partes numa transacção antes de esta se poder realizar. Infelizmente estas chaves podem ser descobertas, e até adivinhadas, pelo que ambas as partes devem também manter um registo automático das suas actividades. É possível confirmar assim se as acções pretendidas foram de facto executadas, ou descobrir acções que fogem às normas. O mesmo tipo de precauções pode ajudar a garantir o acesso à informação paga, apenas áqueles que dispõem de autorização para tal.

É necessária uma forma semelhante de segurança para cobrir aqueles com um acesso directo ao computador, como os programadores empregues por uma empresa para escreverem e emendarem os programas por ela usados. Se bem que deva existir um certo grau de confiança entre uma empresa e os seus empregados, é óbvio que os empregados com um acesso directo ao computador se encontram na melhor posição possível para perpetrarem uma fraude. Consequentemente, é lógico que uma empresa disponha de um

registo completo de todos aqueles que tiveram acesso ao computador, e daquilo que fizeram. Este tipo de registo automático pode conduzir a queixas dos empregados, afirmando que o computador está a ser usado para os espiar mantendo uma descrição detalhada das suas actividades, enquanto os empregadores respondem que só deste modo se podem proteger contra a fraude. Esta divergência de opinião é apenas uma das muitas que conduzem a considerar o computador como responsável pela quebra dos direitos e liberdades individuais.

O armazenamento de registos pessoais em computadores levanta muitos problemas que afectam os direitos dos indivíduos. Deve-se evitar o acesso não autorizado, e uma combinação de medidas técnicas e legislativas pode evitar isto. Existem no entanto outros aspectos que requerem uma legislação, entre os quais se incluem a conveniência de relacionar e coordenar a informação sobre indivíduos, disponível em certas organizações e os direitos dos indivíduos, de modo a garantir que todas as informações disponíveis sobre estes sejam rigorosas.

Quando se guarda informação num computador, não é difícil usá-lo para codificá-la, a fim de a tornar mais segura tanto durante a sua comunicação como quando potencialmente sujeita a um acesso não autorizado. Já foram desenvolvidos métodos de codificação para uso em áreas como a da segurança nacional, existindo portanto já técnicas eficazes. Muitos métodos baseiam-se no uso de números primos muito grandes.

Se bem que o crime envolvendo alta tecnologia e a informação guardada em computadores seja um problema cada vez mais grave, pode ser combatido por uma combinação de medidas legislativas e técnicas.

Resumo

Podemos definir a Tecnologia da Informação como uma convergência das tecnologias de comunicação e informática para efeitos de tratamento da informação. Esta convergência foi tornada possível pelos desenvolvimentos ocorridos na microelectrónica, que resultaram na disponibilidade de elementos de processamento potentes e baratos.

O processamento e a comunicação de informação são absolutamente vitais a muitas das actividades de hoje. Como o valor da informação consiste no uso que dela podemos fazer, tanto para alte-

rar o nosso ambiente à nossa vontade como para nos adaptarmos a ele, é vital que a informação esteja rapidamente disponível e na forma de que necessitamos. Examinámos algumas fontes de informação e o modo como esta é tratada e comunicada à distância.

A convergência das comunicações e dos computadores deu origem a uma tecnologia a partir da qual é possível desenvolver coerentemente meios que tornem facilmente disponível a informação e os meios necessários para a tratar. Estes meios deveriam satisfazer todas as necessidades de tratamento da informação da nossa sociedade.

Esta tecnologia está a ter, e continuará a ter, um tremendo impacte nas nossas vidas tanto em casa como no local de trabalho. Talvez mais importante do que tudo o resto, ao expor-nos os resultados dos rápidos desenvolvimentos técnicos, impõe-nos a necessidade de acompanharmos continuamente estes desenvolvimentos e de nos prepararmos para compreender os desenvolvimentos futuros mais prováveis. Só deste modo poderemos aproveitar estes avanços tanto na nossa vida pessoal como no trabalho, sendo em caso de necessidade capazes de os controlar.

A INFORMAÇÃO E OS COMPUTADORES

No contexto da Tecnologia da Informação, os computadores são veículos para um tratamento automático dos dados. Isto implica, evidentemente, que sejam capazes de aceitar e guardar dados, a fim de os poderem utilizar para o seu processamento. Um computador pode assim realizar qualquer tarefa de tratamento de dados que possa ser especificada de uma forma completa sob a forma de um programa de computador.

Um programa de computador é uma sequência de instruções para realização de uma tarefa específica, sendo cada instrução dada sob a forma que o computador pode interpretar directa ou indirectamente. Sem quaisquer programas, um computador é simplesmente uma colecção de peças electrónicas incapaz de fazer seja o que for. Carregando nele diferentes programas, o computador torna-se no entanto capaz de realizar diferentes tarefas. Esta ideia encontra-se no coração do conceito do computador como máquina versátil, de uso geral. Esclarece ainda o facto de o computador, enquanto dispositivo utilizável, constituir uma combinação inextricável de equipamento, ou seja, de um hardware (as partes electrónicas e mecânicas de um sistema computador) e de programas, ou seja, do software. De facto, para um dado computador, com uma certa configuração em termos de hardware, existem diversos níveis de software para além do dos programas de aplicação, que dirigem a máquina na execução de tarefas concretas. Os outros níveis correspondem a programas que tornam o computador mais fácil de usar, entre outras coisas.

Tornar o computador mais fácil de usar, mais compreensível pa-

ra os seus utilizadores, é particularmente importante no caso de a máquina ser usada por pessoas que não dispõem de bastantes conhecimentos sobre computadores. Não existe qualquer razão para os computadores não poderem correr programas que instruem os seus utilizadores sobre a forma de realizarem qualquer tarefa necessária. A produção deste software não é de facto mais difícil do que a de quaisquer outros programas educacionais. Se um computador é fácil de usar, o resultado só poderá ser o seu uso por mais pessoas, durante mais tempo e com maior rentabilidade. Por outro lado, é cada vez maior o número de computadores que surgem no mercado, particularmente no caso dos computadores pessoais, e se se deseja vendê-los em grandes números é necessário que sejam fáceis de usar. A produção em massa e as economias de escala que tornam possíveis os computadores pessoais baratos só são viáveis para elevados volumes de venda, que por sua vez só são possíveis quando os computadores são fáceis de usar e podem ser facilmente levados a fazerem aquilo que as pessoas deles querem. Portanto, e se bem que seja possível fabricar o hardware a preços bastante reduzidos, a venda do software apropriado constitui uma parte necessária da transformação de um computador numa compra atraente.

Nos últimos anos, e como resultado dos desenvolvimentos tecnológicos que resultaram no microprocessador e noutros circuitos complexos, incluindo memórias, não só o custo dos computadores diminuiu rapidamente como ainda as suas dimensões se reduziram e a sua fiabilidade aumentou. Estes benefícios decorrem todos dos melhoramentos tecnológicos no fabrico dos circuitos integrados. Estes circuitos são intrinsecamente fiáveis e, à medida que se tornou possível condensar um número cada vez maior de componentes num único circuito, os computadores passaram a necessitar de cada vez menos circuitos tornando-se portanto mais pequenos. Deste modo, a redução do custo não foi o único factor que permitiu a um maior número de pessoas disporem do computador: a redução de tamanho constituiu também uma consideração importante. O problema da colocação do computador já não é grave, e a necessidade de condicionamento de ar para o seu arrefecimento já nem sequer existe, no caso dos mais pequenos.

Hardware

A organização básica de um computador convencional é repre-

sentada pelo diagrama de blocos da figura 2.1. Os objectos das diferentes unidades são indicados em seguida.

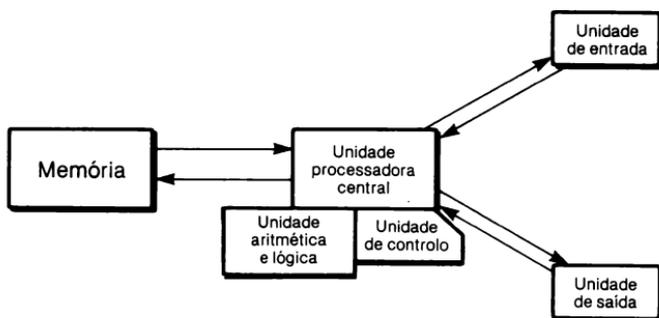


Fig. 2.1. — Diagrama de blocos de um computador.

1. *A unidade de entrada.* Os dados do mundo exterior entram no computador através da sua unidade de entrada. Os dados guardados fora do computador em algum suporte de armazenamento permanente, por exemplo num disco magnético, podem ser passados para o computador através dela, tal como os dados que foram enviados ao computador através de um sistema de comunicações. A unidade de entrada deve converter os dados da forma que possuem no exterior para a que ele usa internamente antes de os transmitir.

2. *O processador.* O processador é a unidade de trabalho no centro do computador, controlando todas as actividades e realizando os cálculos. É capaz de realizar um conjunto fixo de operações que, quando combinadas da forma apropriada, permitem a execução de qualquer tratamento. O processador de um microcomputador será um circuito único designado por *microprocessador*, enquanto o processador de um computador grande consistirá num conjunto muito mais complexo de circuitos.

3. *A memória.* Existem dois tipos diferentes de memória no interior desta unidade, conhecidos pelo nome de memória apenas de leitura (ROM) e memória de acesso aleatório (RAM). O conteúdo da ROM é permanente, não podendo ser alterado. Nestas condições, a informação guardada em ROM consiste principalmente em programas que são continuamente usados para permitir o funcionamento do computador. Os programas de aplicação e respectivos dados são guardados em RAM, cujo conteúdo pode ser alterado.

Quando um programa guardado em RAM deixa de ser preciso, pode ser substituído por outro.

4. *A unidade de saída.* Todos os dados que saem do computador fazem-no através desta unidade. Assim, a unidade de saída envia dados para dispositivos como os monitores e impressoras, além do sistema de comunicação quando os dados devem ser enviados para algum destino longínquo. A unidade de saída deve converter os dados da forma em que se encontram no interior do computador para a mais apropriada ao dispositivo para onde são enviados.

Os computadores evoluíram já ao longo de quatro gerações. Estas gerações são geralmente classificadas em termos da composição do hardware, se bem que o planeamento da quinta geração, actualmente em estudo, inclua tanto o hardware como o software. O hardware de um computador é, no essencial, uma colecção de computadores que podem ser ligados entre si de diferentes maneiras. Os computadores da primeira geração eram formados por válvulas termoiónicas, cada uma das quais era capaz de realizar uma comutação. Eram grandes, pesados e pouco fiáveis. As válvulas começavam a queimar depois de estarem em funcionamento apenas durante alguns minutos. Mais ainda, devido ao calor produzido pelas válvulas, cada computador necessitava de uma unidade de arrefecimento própria. Os computadores da segunda geração foram construídos com transistores separados. Os da terceira geração, como o IBM 360 e a série ICL 1900, usavam circuitos integrados; e a quarta geração, incluindo muitos computadores pessoais, utiliza a integração em larga escala (circuitos LSI). Se bem que o desenvolvimento das primeiras quatro gerações de computadores tenha sido essencialmente provocado pelo progresso tecnológico no fabrico dos circuitos, os planos para a quinta geração envolvem já uma tentativa de desenvolvimento de uma combinação coerente de hardware e software. Como é óbvio, à medida que se sucederam estas gerações de computadores, o software foi igualmente desenvolvido e melhorado, de tal modo que os computadores são em geral muito mais fáceis de usar do que o foram.

O hardware em funcionamento

Quando um computador executa um programa, este deve encontrar-se na sua memória. O computador executa um programa, sob o controlo do seu processador, procurando as instruções do programa em memória, uma de cada vez, decidindo como deve executar essa instrução, e executando-a em seguida. Na maior par-

te dos computadores, os programas são armazenados a partir de uma posição bem definida em memória, de tal modo que o processador sabe sempre onde deve procurar a primeira instrução de qualquer programa. O processador contém um contador que lhe permite determinar automaticamente onde se encontra a instrução seguinte, sabendo assim onde deve encontrar cada uma das instruções quando chega o momento de as executar.

Já foi dito que o processador só pode realizar um número bem definido de operações, pelo que qualquer programa deve consistir em instruções que requeiram apenas a execução de uma ou mais, dessas operações fixas. Assim, em última análise, todos os programas devem ser expressos em termos do conjunto de operações que o processador usado sabe realizar. Isto não constitui um obstáculo tão grave como parece, como veremos na secção sobre software. O facto de os diferentes tipos de computador utilizarem diferentes processadores, que por sua vez realizam diferentes tipos de operações, não é também um problema tão grave como possa parecer, pois pode ser ultrapassado em grande medida recorrendo a um software engenhoso.

Software

O software para computador entra geralmente em duas categorias conhecidas por «software de sistema» e «software de aplicações». O software de sistema é concebido para tornar os computadores mais fáceis de usar, eliminando a necessidade de o utilizador ter consciência do funcionamento pormenorizado da máquina ao preparar e executar programas de aplicações. O software de aplicações consiste em programas escritos para levar o computador a realizar tarefas específicas como a fichagem de informação, o tratamento de texto ou o controlo de uma metalurgia.

O software de sistema consiste em coisas como os sistemas operativos, as rotinas de montagem dos programas de aplicações, o software para teste destes programas e os tradutores de linguagens. Um sistema operativo é o programa básico de qualquer computador, sendo concebido para facilitar o seu uso. Possui uma série de comandos simples, a que a máquina obedecerá quando dados pelo utilizador, para execução das actividades envolvidas no desenvolvimento de programas, na execução destes, na atribuição de hardware e controlo geral de todas as operações do computador. Assim, o sistema operativo CP/M, que constitui a norma geralmente aceite para os microcomputadores de oito bits, possui co-

mandos para uso de rotinas de montagem, execução de programas e realização das actividades mais usadas envolvendo unidades de disco, entre outras. Um programa de montagem é um programa auxiliar que permite ao programador aceder a um programa de aplicações e alterá-lo.

Basicamente, como vimos, o processador de qualquer computador só pode reagir a instruções que correspondam ao conjunto de operações que sabe executar. Os programas escritos em função destas instruções, codificadas sob a forma de sequências de algarismos binários, são considerados escritos em código-máquina. Um programa escrito no código-máquina de um dado processador pode ser executado imediatamente pela máquina. Como os diferentes computadores possuem diferentes processadores, e os diversos processadores dispõem de diferentes códigos-máquina, um programa em código-máquina só poderá ser executado num computador que possua o processador apropriado. Assim, usando o código-máquina não se pode escrever programas que corram universalmente em qualquer tipo de computador. Além disto, os programas em código-máquina, que consistem essencialmente em cadeias de algarismos binários, encontram-se numa forma que de modo algum é apropriada à leitura ou escrita por pessoas.

As desvantagens do código-máquina para escrita de programas de aplicação foram ultrapassadas pela invenção de linguagens de alto nível como a Pascal, a COBOL, a BASIC e a Prolog. Estas linguagens fornecem, ao programador de aplicações, instruções para todos os tipos de coisas que queira fazer, em vez dos tipos de coisas que o processador pode fazer. Mais ainda, estas linguagens permitem a escrita das instruções numa forma e num estilo próximos dos do inglês, permitindo o uso de uma notação matemática. Nestas condições, estão muito mais adaptadas ao uso por pessoas. Infelizmente, nenhum programa escrito em linguagem de alto nível pode ser compreendido directamente por qualquer processador. No entanto, desde que o computador disponha do software necessário para traduzir qualquer programa escrito em linguagem de alto nível para um programa equivalente em código-máquina, é possível levá-lo a executar esse programa em linguagem de alto nível, se bem que só depois de o traduzir. Os tradutores deste tipo são conhecidos por compiladores ou interpretadores, conforme o modo como executam a tradução. O seu funcionamento é representado no diagrama da figura 2.2. — Estes elementos de software não só tornam muito mais fácil a tarefa de escrita dos programas

de aplicações, como ainda possibilitam a escrita de programas que podem ser executados universalmente em qualquer computador, ou pelo menos em todos os computadores que se encontrem equipados com o software de tradução apropriado.

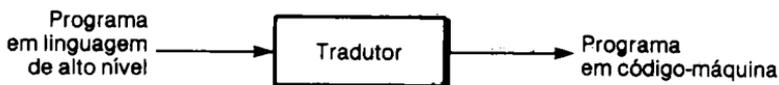


Fig. 2.2. — Funcionamento de um tradutor.

Armazenamento de dados

Um computador só pode guardar algarismos binários. Portanto, para guardar dados, informação ou conhecimento num computador é primeiramente necessário representá-los numa forma binária, enquanto sequências (ou padrões) de algarismos binários. Os computadores não manipulam a informação propriamente dita, mas sim representações dela.

No caso dos dados numéricos, o problema não é particularmente grave dado que, pelo menos no caso dos números inteiros, é possível convertê-los para uma forma binária passando a estar na forma apropriada ao seu armazenamento em memória. No caso de outros dados é necessário usar um código para os representar, de tal modo que seja atribuído a cada símbolo que ocorra nos dados um padrão diferente de algarismos binários. Dado que actualmente a maior parte da informação entra num sistema computador através de um teclado, é essencial dispor de um código para cada um dos caracteres que podem ser escritos no teclado. O código geralmente usado para este fim é o código ASCII, parte do qual é indicada na Tabela 2.1. (ASCII é uma abreviatura de American Standard Code for Information Interchange). Assim, qualquer texto que seja escrito no teclado de um computador é automaticamente convertido, caracter a caracter, para uma forma binária, permitindo o seu armazenamento na memória do computador.

Caracter	Código	Equivalente decimal	Caracter	Código	Equivalente decimal
Espaço	00100000	32	@	01000000	64
!	00100001	33	A	01000001	65
”	00100010	34	B	01000010	66
	00100011	35	C	01000011	67
\$	00100100	36	D	01000100	68
%	00100101	37	E	01000101	69
&	00100110	38	F	01000110	70
,	00100111	39	G	01000111	71
(00101000	40	H	01001000	72
)	00101001	41	I	01001001	73
★	00101010	42	J	01001010	74
+	00101011	43	K	01001011	75
,	00101100	44	L	01001100	76
-	00101101	45	M	01001101	77
.	00101110	46	N	01001110	78
/	00101111	47	O	01001111	79
0	00110000	48	P	01010000	80
1	00110001	49	Q	01010001	81
2	00110010	50	R	01010010	82
3	00110011	51	S	01010011	83
4	00110100	52	T	01010100	84
5	00110101	53	U	01010101	85
6	00110110	54	V	01010110	86
7	00110111	55	W	01010111	87
8	00111000	56	X	01011000	88
9	00111001	57	Y	01011001	89
:	00111010	58	Z	01011010	90
;	00111011	59	[01011011	91
<	00111100	60	\	01011100	92
=	00111101	61]	01011101	93
>	00111110	62	>	01011110	94
?	00111111	63	—	01011111	95

Bastará pensarmos um pouco para compreendermos que, ao nível desta discussão, os programas são armazenados exactamente da mesma forma que os dados. Um programa em código-máquina já se encontra em forma binária, pelo que pode ser guardado imediatamente no computador. Um programa em linguagem de alto nível deve ser escrito no teclado, sendo guardado exactamente do mesmo modo que qualquer outro material textual.

Linguagens de computador

Existem muitas linguagens de computador para escrita dos pro-

gramas neles usados. As diferentes linguagens são em princípio usadas em diferentes áreas, e possuem características que as tornam particularmente úteis na área a que respeitam. Apresentam-se em seguida algumas das linguagens mais usadas.

1. **BASIC.** A BASIC é de longe a linguagem mais usada nos computadores pessoais. Foi concebida por uma instituição educativa como linguagem fácil de aprender por estudantes e de ensinar por professores. A isto se deve a sua popularidade nos computadores pessoais. É uma linguagem bastante simples por comparação com a maior parte das outras, na medida em que possui menos potencialidades, e geralmente não muito sofisticadas.

2. **COBOL.** A COBOL é uma linguagem para tratamento comercial de dados. Insiste particularmente no manuseamento de dados alfanuméricos e nos ficheiros de informação, e contém instruções de leitura e actualização de ficheiros, assim como de preenchimento automático de impressos.

3. **FORTRAN.** A Fortran foi a primeira linguagem de alto nível. Foi pensada para resolver problemas científicos e técnicos que requerem cálculos numéricos usando muitas variáveis e envolvendo fórmulas matemáticas.

4. **LISP.** A LISP é muito usada para escrita de programas de inteligência artificial; isto é, programas que levam os computadores a fazerem coisas que seriam consideradas inteligentes se fossem feitas por pessoas. As suas características mais importantes permitem a manipulação de listas de dados. A linguagem Logo, que é muito usada na educação, é derivada da LISP. Se bem que seja particularmente conhecida devido aos seus «gráficos Tartaruga», possui também muitas das características da LISP.

5. **Pascal.** A Pascal é uma linguagem de computadores de uso geral, muito ensinada em cursos de educação superior. Possui mais potencialidades do que a Basic e muitas delas mais sofisticadas. Foi concebida para suportar um método sistemático de desenvolvimento e escrita de programas.

6. **Prolog.** A Prolog é uma outra linguagem usada na área da inteligência artificial. Permite o armazenamento de conhecimentos e regras sobre o conhecimento, de modo a permitir ao computador fazer deduções lógicas na área do conhecimento que armazena.

Esta lista não é de modo algum exaustiva, e entre as linguagens não mencionadas aqui encontram-se a ALGOL 68, a Forth e a PL/1.

Armazenamento e manipulação de dados

Os modos de armazenamento e manipulação de dados, informação e conhecimento em programas escritos em diferentes linguagens de computador são bastante diferentes. Um factor comum, no entanto, é que o programador em linguagem de alto nível não necessita de se preocupar com a forma binária em que os dados são guardados no computador. O software trata disso, escondendo todo o processo ao programador, permitindo assim aos números serem tratados sob uma forma reconhecível, como números, e ao texto apresentar-se como tal. A maior parte das linguagens convencionais, incluindo a Basic e a Pascal separam os dados dos procedimentos para a sua manipulação. Como veremos, as linguagens mais modernas nem sempre impõem esta divisão. A consequência dela é que os programas para processamento de dados começam geralmente por guardar os dados, usando em seguida procedimentos escritos pelo programador para processar esses dados. Examinaremos o modo como os dados são armazenados pelas diferentes linguagens.

BASIC

A linguagem BASIC fornece apenas meios de armazenamento de números e cadeias de caracteres alfanuméricos, pelo que qualquer dado que não pertença naturalmente a uma destas categorias deve ser adaptado a elas antes de poder ser guardado num programa Basic. Em Basic, um número pode ser guardado por uma ordem do tipo

LET A = 10

Esta instrução guarda o número 10 numa área da memória que pode ser consultada invocando o nome A, como se ilustra na figura 2.3.(a). Actuando deste modo, não só se guarda um valor numérico como ainda este é guardado de tal modo que no caso de representar uma propriedade numérica de algum objecto, como o preço de uma camisa, que deva ser actualizado, poderemos sempre obter o valor actual usando o seu nome, A.

Uma cadeia de caracteres, por exemplo uma palavra ou um segmento de texto, pode ser guardada por uma instrução tipo:

LET N\$ = «TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO»

Também aqui os caracteres são guardados de modo a poderem ser invocados referindo o nome N\$, como se ilustra na figura 2.3.(b).

A Basic possui facilidades para a manipulação de números, e qualquer tipo de operações aritméticas como a soma e a multiplicação. Possui ainda uma gama de funções matemáticas, incluindo senos e cossenos, que podem ser aplicadas a números. A gama de funções é em geral equivalente à que se encontra numa máquina de calcular científica. As cadeias de caracteres podem igualmente ser manipuladas e, por exemplo, é possível juntar uma cadeia a qualquer outra ou extrair alguns caracteres do interior de uma cadeia.

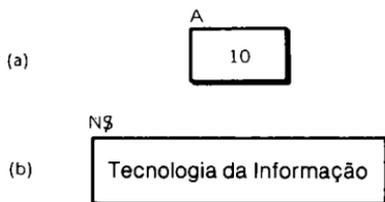


Fig. 2.3. — (a) LET A = 10;
(b) LET N\$ = «TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO»

O único outro tipo que a Basic fornece para ajudar a organizar dados é o quadro (*array*). Os quadros são úteis quando queremos guardar valores correspondentes a uma gama de elementos semelhantes, e não a apenas um elemento. Para ilustrarmos isto, consideremos que é necessário guardar os preços de três tipos de camisa custando 11 £, 12 £ e 13 £; isto pode ser feito do seguinte modo:

```
10 DIM CAMISA(3)
20 FOR K = 1 TO 3
30 CAMISA(K) = 10 + K
40 NEXT K
```

	Camisa (1)	Camisa (2)	Camisa (3)
Camisa	11	12	13

Fig. 2.4. — Um quadro.

O resultado disto é apresentado na figura 2.4. Além de tornar possível o armazenamento mais fácil dos dados, o uso de um quadro permite-nos tratar uma gama de elementos semelhantes de um modo idêntico e, adicionalmente, fornece-nos um índice através do qual podemos identificar ou referir cada um dos elementos. Podem usar-se igualmente quadros de variáveis de cadeia.

Pascal

A *Pascal* fornece ao programador muito mais potencialidades na caracterização de dados do que a *Basic*. Suporta diferentes tipos de variáveis, permitindo ao programador armazenar valores inteiros, números reais, caracteres e valores booleanos (isto é, os valores «verdadeiro» e «falso»). Suporta igualmente quadros destas variáveis, e tanto estas como os quadros são empregues de forma essencialmente igual à da *Basic*. Para além disto, a *Pascal* permite ao programador definir uma estrutura complexa para representar uma única entidade consistindo em muitos elementos. Depois de definida, esta colecção de dados pode ser manipulada como um único elemento.

TÍTULO	Wordstar
PREÇO	£295
OBJECTIVO	Tratamento de texto
MÁQUINA	CP/M
MEMÓRIA	56 Kbytes
GRÁFICOS?	Não

Fig. 2.5. — Um registo.

Para ilustrarmos isto, se estivermos a tratar um grande número de elementos de software e necessitarmos de manter registos de todos eles, permitindo a consulta desses registos e eventualmente a comparação dos vários elementos entre si, de diferentes formas, para o fazer com um programa conviria tratar toda a informação relativa a um único elemento de software como uma unidade. Os factos relativos a cada elemento que nos poderia interessar manter em registo poderiam ser: o seu título, o seu preço, o objectivo que

serve, a máquina ou sistema operativo que o utiliza, a quantidade de memória que ocupa, e se utiliza ou não gráficos. Esta informação poderia ser registada num ficheiro manual do modo que se indica na figura 2.5., para cada elemento. Em Pascal pode-se criar uma variável que guarde toda esta informação do seguinte modo:

```
TYPE software = RECORD (★ registo ★)
  título: ARRAY [1:10] OF CHAR;
    (★ Quadro de caracteres ★)
  preço: REAL; (★ números reais ★)
  objectivo: ARRAY [1:20] OF CHAR;
    (★ Quadro de caracteres ★)
  máquina: ARRAY [1:10] OF CHAR;
    (★ Quadro de caracteres ★)
  memória: INTEGER; (★ números inteiros ★)
  gráficos: BOOLEAN (★ valor booleano ★)
END
```

Isto permite a criação de variáveis de tipo «software», contendo um título até dez caracteres, um preço, o objectivo do software expresso num máximo de vinte caracteres, a máquina onde o software pode correr, a quantidade de memória que requer em Kbytes, e se emprega ou não gráficos. Estas variáveis podem ser manipuladas do mesmo modo que quaisquer outras. Como em Pascal é possível criar variáveis com qualquer tipo de estrutura, esta linguagem torna-se muito mais flexível para o tratamento de elementos de informação complexos do que a Basic.

Prolog

Em Prolog é possível ao computador manipular factos e conhecimento sobre estes. Assim, podemos registar o facto de Londres ficar em Inglaterra escrevendo

in (inglaterra, londres),

onde «in» significa «em». Do mesmo modo, indicaremos que Islington fica em Londres, escrevendo:

in (londres, islington).

Podemos ainda escrever uma regra segundo a qual o local 1 fica

no local 3, se o local 1 se encontra no local 2 e este, por sua vez, no local 3, escrevendo:

$\text{in}(Z,X) : - \text{in}(Y,X), \text{in}(Z,Y).$

A Prolog pode então responder a uma pergunta sobre todos os locais em Inglaterra, escrita do seguinte modo:

? — $\text{in}(\text{inglaterra},P)$

e listando Londres, indicada directamente ao computador, e Islington, que este pode deduzir dos factos, recorrendo à regra indicada. Nestas condições, a Prolog liberta-nos das linguagens que tratam apenas dados grosseiros, dando ao computador a possibilidade de raciocinar logicamente acerca dos factos, usando conhecimentos fornecidos sob a forma de regras.

Smalltalk

A Smalltalk é uma linguagem recentemente concebida como parte de um projecto no sentido de desenvolver um computador pessoal com as dimensões de um bloco de notas, capaz de satisfazer todas as necessidades de informação de um indivíduo e de lhe permitir programar a máquina eficazmente e de modo criativo. A Smalltalk eliminou a distinção entre os dados e os procedimentos através da criação do «objecto», isto é, um «pacote» de informação sobre um elemento que contém não só os dados necessários para o descrever como ainda os procedimentos que permitem manipulá-lo. Para apresentarmos um exemplo simples, consideremos um objecto que representa uma conta bancária, consistindo nos elementos designados «nome», «saldo», e «último movimento» e nos procedimentos designados «mostrar», «crédito» e «débito», que respectivamente mostram o estado da conta no visor e a creditam ou debitam. Nestas condições, será possível enviar a uma conta designada CONTA1234 uma mensagem tipo «CONTA1234DÉBITO 25 L», provocando o débito de 25 £ nessa conta. Na medida em que trata de objectos que podem receber mensagens e comunicar entre si, a Smalltalk é uma linguagem que se encontra inteiramente dentro do espírito da Tecnologia da Informação.

Esta consideração do modo como as diferentes linguagens podem representar a informação deveria servir para ilustrar simultaneamente a forma como a informação é representada e o facto de

algumas linguagens serem mais apropriadas do que outras para tratar e organizarem os dados.

Os computadores da quinta geração

Como já vimos, estão a ser realizadas tentativas para planear o modo como os computadores da próxima geração, a quinta, devem evoluir. O objectivo geral consiste em torná-los mais fáceis de usar pelas pessoas, mesmo por aquelas que nada conhecem sobre computadores, e levá-los a fazerem um maior número de coisas úteis e que gostaríamos que fizessem. Se bem que actualmente esteja a ser realizado trabalho em muitas das áreas em que os computadores da quinta geração deveriam ser funcionais, o plano existente fornece mais um alvo a atingir do que uma descrição de um computador real.

O conceito do computador de quinta geração surgiu no Japão. A reacção inglesa a este plano encontra-se contida no relatório Alvey. Este relatório recomenda que a investigação inglesa se concentre em quatro áreas chave:

1. VLSI (Integração em Escala Muito Grande). Tecnologia de fabrico de hardware que permite colocar ainda mais componentes em circuitos integrados, com as mesmas dimensões dos hoje usados.
2. Engenharia de software. Corpo de disciplinas e técnicas de escrita de software.
3. Software inteligente, baseado no conhecimento. Software que possa fazer coisas como o raciocínio lógico a partir de ideias iniciais até chegar a conclusões, tomando decisões e apresentando sugestões.
4. Interface homem/máquina. Aumento da facilidade de uso e interacção entre as pessoas e as máquinas.

Examinando apenas uma destas áreas, a do interface homem/máquina, actualmente quase todos aqueles que usam os computadores vêem-se obrigados a comunicarem com ele usando um teclado. Este não é um modo particularmente prático de actuar sobre o computador a não ser por operadores treinados, e não constitui certamente um modo natural de comunicar. Os desenvolvimentos mais recentes permitem o uso de um «rato» para interagir com o computador, como se mostra na figura 2.6. Deslocando o rato numa superfície plana, provoca-se o deslocamento de

um cursor de modo correspondente no visor. Colocando assim este cursor sobre um dos elementos de um «menu», ou sobre uma imagem que representa uma qualquer acção que o computador é capaz de realizar, escolhe-se esse elemento ou actividade e permite-se activá-lo carregando simplesmente num botão existente no «rato» (um pequeno comando manual do tamanho de um maço de tabaco). Este modo de comunicar com o computador é muito mais simples e natural do que o uso de um computador, e requer muito menos treino e prática.

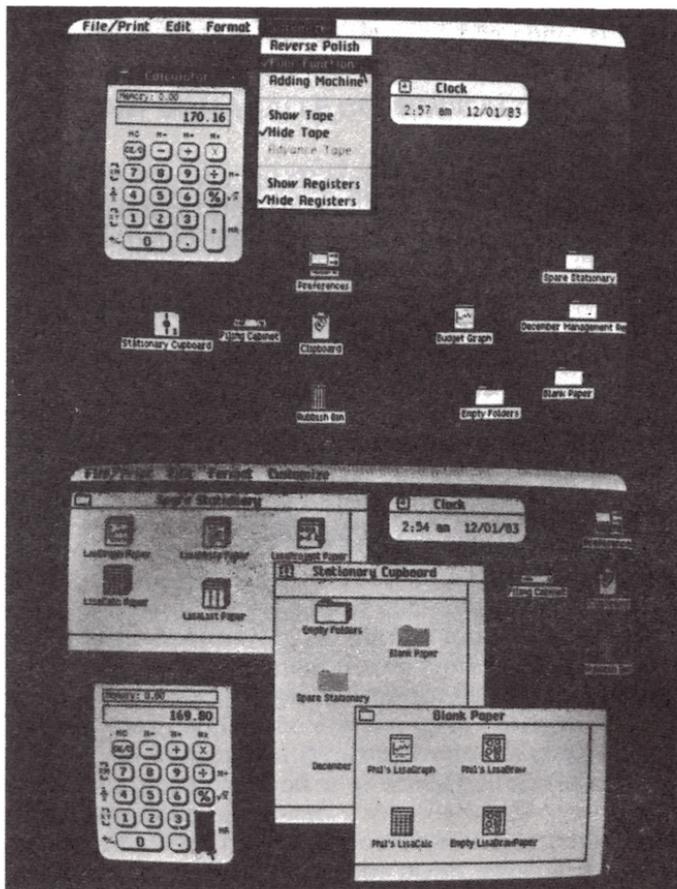


Fig. 2.6. — Rato e menu.

No entanto, comunicar através da voz seria ainda mais natural. Para comunicar com êxito com um computador falando para ele é necessário resolver muitos problemas, incluindo o da determinação exacta do que foi dito, e a sua compreensão em seguida. A compreensão envolve um vasto tratamento de conhecimentos, dado que algumas mensagens faladas só têm sentido no interior de um contexto, enquanto outras têm significados diferentes em diferentes circunstâncias. As soluções completas para todos os problemas envolvidos na comunicação falada com um computador, ainda não foram descobertas, pelo que a «conversação» natural com uma máquina ainda não é viável, apesar de ser já possível a estas compreenderem certas formas especiais de fala.

Resumo

A organização geral do hardware de um computador foi considerada neste capítulo, tendo sido igualmente examinadas as funções das várias partes desse hardware. O modo como um computador actua a fim de executar um programa foi também explicado. Passando ao software, foram indicadas as diferenças entre o software de sistema e o software de aplicações. Isto conduziu a uma discussão das linguagens de computador e dos seus méritos relativos no tratamento de diferentes tipos de informação.

Ao longo do capítulo, foi explorado o modo como um computador pode armazenar e processar a informação. Terminou-se por uma breve consideração do que poderá vir a ser a próxima geração de computadores e de como poderão realizar as tarefas de tratamento de informação complexa e de conhecimento.

INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES

O objectivo das comunicações é transmitir informação de um local para outro. O pressuposto disto é que existe uma distância considerável entre os locais, pois para curtas distâncias existe geralmente uma forma mais simples de transmitir informação do que o recurso a um sistema de comunicação. Por exemplo, duas pessoas podem falar entre si quando se encontram juntas, e se estiverem um pouco afastadas gritam; mas a partir de uma certa distância vêem-se obrigadas a recorrer ao telefone.

O processo de comunicação

Um sistema de comunicação pode transmitir sinais de um ponto para outro ao longo do seu canal de comunicações. Os próprios sinais são, em geral, eléctricos, electrónicos ou electromagnéticos. A informação é transmitida depois de ter sido representada pelo sinal apropriado, pelo que um sistema de comunicação trabalha com representações da informação, do mesmo modo que um computador. Se se pode usar o mesmo estilo de representação nos sistemas de comunicação e nos computadores, torna-se óbvio que é muito fácil realizar uma cooperação entre ambos. Os sistemas de comunicações podem transmitir a informação de um computador para outro, e os computadores podem processar a informação necessária aos sistemas de comunicação.

Considerando especificamente os sistemas de comunicação, e em geral, antes de qualquer um deles poder transmitir informação de um ponto para outro, é necessário que esta seja convertida para um sinal que a represente e que seja apropriado para a transmissão

pele canal de comunicações considerado. Na outra extremidade, o sinal deve novamente ser convertido de modo a apresentar a informação na sua forma original. Este processo é resumido na figura 3.1., onde o equipamento que converte a mensagem original contendo a informação é designado por transmissor, e o equipamento correspondente que realiza a conversão oposta na outra extremidade é designado por receptor. A figura inclui ainda uma caixa designada pela palavra «ruído», que indica todas as fontes que tendem a degradar o sinal transmitido. Nestas condições, o ruído inclui não só o ruído eléctrico, mas também todas as fontes de distorção do sinal e de interferência. Todos os sistemas de comunicações se encontram sujeitos aos efeitos do ruído, como todos notamos ao verificar que a voz de uma pessoa ao telefone não é igual à que ouvimos ao falar com ela directamente.

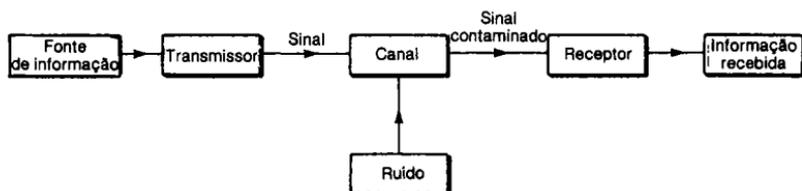


Fig. 3.1. — O processo de comunicação.

De facto, o modo de representar um sistema de comunicação que é dado na figura 3.1. pode ser explicado de uma forma simples comparando com o sistema telefónico. Neste caso, a fonte de informação é a pessoa que provoca o telefonema, e o seu discurso constitui a mensagem que contém a informação. O transmissor é o microfone contido no aparelho, cujo objectivo é converter a voz num sinal eléctrico que varie de forma equivalente. A voz é convertida num sinal eléctrico porque o canal de comunicação é um par de fios que conduzem sinais eléctricos. O receptor é o auscultador do outro telefone, que converte novamente os sinais eléctricos recebidos de modo a poderem ser compreendidos pela pessoa que recebe o telefonema. O ruído inclui aqui o ruído eléctrico e a interferência, que se podem manifestar por crepitações e estalos, e pelo efeito do canal telefónico que elimina as componentes de alta frequência do sinal transmitido, provocando a diferente sonoridade da voz transmitida.

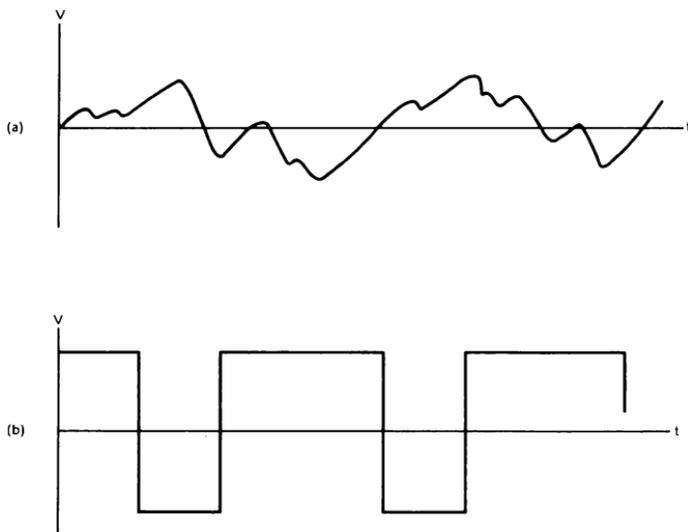


Fig. 3.2. — Sinais analógicos e digital.

Considerando um segundo exemplo, num sistema de comunicação que seja concebido para transportar dados de um computador para outro, as mensagens consistirão em cadeias de algarismos binários, isto é, zeros e uns, e portanto o transmissor deve convertê-las no sinal correspondente. Se o canal é um cabo, então basta apenas que o sinal seja eléctrico e assuma um de dois níveis diferentes em cada momento, um deles representando o zero e o outro o um. O receptor deve examinar o sinal recebido e interpretar a sequência de níveis eléctricos, sob a forma de cadeia de algarismos binários que é depois enviada para o computador de destino.

Os sinais típicos dos dois sistemas são apresentados na figura 3.2. Exemplificam-se assim dois tipos de sinais diferentes, conhecidos pelas designações de *analógico* e *digital*. Um sinal analógico é aquele que varia continuamente e pode tomar qualquer valor entre um máximo e um mínimo. Um sinal digital assume apenas dois valores diferentes. Como é óbvio, a transmissão de sinais digitais é a mais apropriada no caso de se pretender tratar dados de um modo compatível com os computadores.

Se bem que os dois exemplos referidos acima se refiram a canais que transportam sinais eléctricos, existem outros suportes em uso para comunicação, como as fibras ópticas, canais de rádio, etc.

O efeito do ruído nas comunicações

Dado que todas as comunicações se realizam em presença de um ruído de algum tipo, é conveniente considerar os efeitos do ruído nos sinais transmitidos. Como é óbvio, as quantidades relativas de sinal e ruído presentes num canal determinam a ordem do efeito do ruído sobre o sinal. No caso de um sinal com um dado nível de ruído, a qualidade da transmissão pode sempre ser melhorada aumentando o nível do sinal. Isto pode não constituir sempre um método económico, mas é sempre possível se for extremamente importante aumentar a qualidade da transmissão. O modo como as quantidades de sinal e de ruído são medidas num canal envolve a definição de uma proporção, a razão sinal/ruído, normalmente definida como a razão entre a potência média do sinal e a potência média do ruído.

No caso das comunicações analógicas, o efeito do ruído consiste em acrescentar sinais de ruído em flutuação aleatória aos sinais transmitidos, de tal modo que o sinal recebido difere do sinal transmitido. A distorção do sinal recebido é geralmente medida exprimindo este erro, ou seja, esta diferença relativamente ao sinal transmitido, sob a forma de uma percentagem do valor do nível máximo do sinal. Quando expresso deste modo, um erro de 1 por cento representa um nível médio de rigor, enquanto um erro de 0,1 por cento significa um rigor elevado.

O nível de rigor, ou fidelidade, que é aceitável num dado tipo de comunicações analógicas pode ter de ser determinado subjectivamente. Por exemplo, o nível aceitável para as transmissões televisivas pode ser determinado observando um receptor de televisão apresentando as imagens correspondentes a sinais recebidos em condições de rigor diferentes. Pode-se anotar o nível a que as imagens começam a tornar-se notoriamente distorcidas ou de qualquer forma difíceis de ver, decidindo-se que as transmissões de televisão devem atingir e manter níveis de rigor superiores a esse.

Em transmissões analógicas, portanto, o problema consiste em preservar a forma das ondas de uma forma tão rigorosa quanto possível em circunstâncias adversas. No caso da transmissão digital, o problema é bastante menos grave. Se nos concentrarmos na transmissão digital a dois níveis, o problema consiste em determinar qual de dois níveis de sinal se encontra presente no receptor em cada momento. Este problema, e a solução, são representados na fig. 3.3.

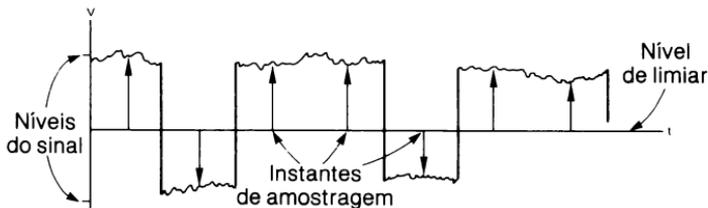


Fig. 3.3.— Recepção de sinais binários na presença de ruído.

Definido um limiar a meio caminho entre os dois níveis do sinal, pode-se fazer uma amostragem do sinal recebido em cada intervalo e decidir que toda a combinação de sinal digital e ruído que exceda esse limiar corresponde ao nível superior, e que qualquer valor abaixo daquele corresponde ao nível inferior. Deste modo, pode-se reconstruir completamente o sinal digital desde que o ruído nunca seja suficientemente grande para levar o receptor a tomar a decisão errada. Nestas condições, mantendo a relação sinal/ruído suficientemente elevada, é possível conseguir uma comunicação de informação bastante fiável num sistema de comunicação digital, em particular porque o seu problema de recepção se resume simplesmente ao reconhecimento de um, dentro de um conjunto finito de sinais, e não à identificação de ondas. Como é inevitável, ocorrem de facto erros nas transmissões digitais, como resultado do ruído, e a eficácia de um sistema de comunicação digital é determinada em termos da sua taxa de erros; isto é, pela proporção de decisões tomadas pelo receptor que são erradas. Em muitas circunstâncias procura-se obter uma taxa de erro de um para um milhão, ou melhor do que isto.

O contraste entre os efeitos do ruído sobre os sinais analógicos e digitais é ainda mais notório, quando consideramos a transmissão a longas distâncias. Os sinais atenuam-se à medida que aumenta o comprimento do canal de transmissão. No caso de um cabo, isto deve-se à resistência do próprio cabo, e no caso de um canal de rádio deve-se à dispersão do sinal na atmosfera. Consequentemente, quando transmitidos a grandes distâncias, os sinais devem ser reforçados a intervalos regulares. Os dispositivos que executam este reforço são designados por *repetidores*. A situação é descrita na figura 3.4.



Fig. 3.4. — Um canal com repetidores.

No caso dos sinais analógicos os repetidores são amplificadores que se limitam a aumentar o sinal recebido e a retransmitirem-no para o repetidor seguinte. No primeiro repetidor de uma cadeia deles, o sinal apresenta-se já contaminado por algum ruído e distorção, e ambos são amplificados ao mesmo tempo que o sinal. Na secção seguinte, são acrescentados mais ruído e distorção, pelo que o segundo repetidor amplifica não só um sinal distorcido uma vez, mas sim um sinal distorcido duas vezes. Deste modo, as quantidades de ruído e distorção que afectam o sinal acumulam-se à medida que este percorre uma distância maior. Finalmente, a degradação do sinal atinge um nível inaceitável, o que permite definir uma distância máxima para além da qual não é possível obter uma comunicação com êxito usando a transmissão analógica.

No caso dos sinais digitais podemos usar repetidores para operarem da forma indicada atrás, a fim de reconstruírem completamente o sinal digital. Este tipo de repetidor é conhecido pelo nome de repetidor «regenerativo». Assim, é possível criar novos sinais digitais puros em cada repetidor, de tal modo que possam ser transmitidos em boas condições a partir de qualquer número de repetidores. Nestas condições, o alcance das comunicações quando se usa uma transmissão digital é ilimitado.

Partilha de um canal

Em muito casos, o canal de comunicação pode ter uma capacidade suficiente para transportar mais do que um sinal simultaneamente. A partilha de um canal por diversos sinais é conhecida pelo nome de *multiplexing*. Este método permite ligar vários utilizadores ao terminal de um canal e fazê-los comunicarem com os seus diversos destinos, ligados ao outro terminal da maneira indicada na figura 3.5. Os sinais são misturados e combinados pelo equipamento «multiplexer» do transmissor, sendo depois separados pelo equivalente equipamento «demultiplexer» do receptor.

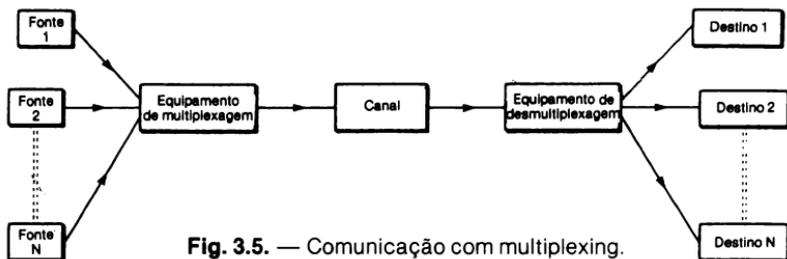


Fig. 3.5. — Comunicação com multiplexing.

Um canal pode ser considerado como tendo uma determinada largura de banda, ou gama de frequências, de que se utiliza durante algum tempo. Quando se paga uma chamada telefônica, está-se a comprar o direito ao uso de uma banda suficiente para transmitir a maior parte dos componentes de frequência de um sinal, durante um determinado tempo. O canal pode portanto ser partilhado com base na frequência, sendo atribuído a cada sinal uma parte da banda em simultâneo, ou uma parte do tempo quando se usa toda a largura da banda. Isto é ilustrado na figura 3.6.

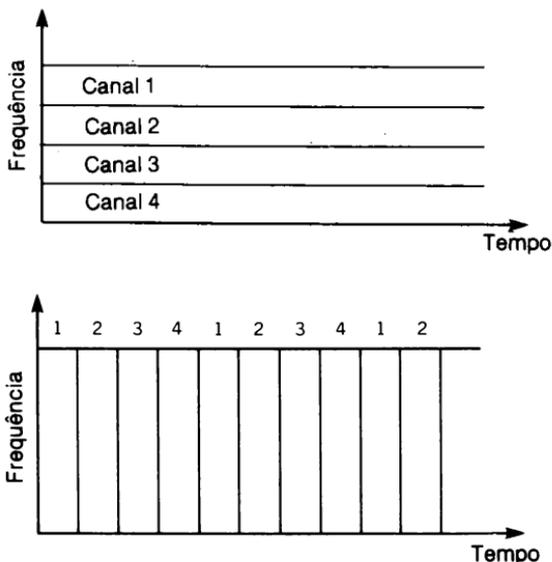


Fig. 3.6. — Partilha de um canal.

A divisão do canal em gamas de frequências é designada por multiplexagem de divisão de frequência. Isto torna um canal apropriado à partilha de transmissões analógicas, e a banda de frequências ocupada por um sinal analógico pode ser deslocada de modo a adaptar-se à da frequência que lhe foi atribuída por modulação. A divisão em intervalos de tempo é conhecida por multiplexagem em divisão de tempo. Permite ao canal partilhar sinais digitais, dado que os vários sinais digitais podem ajustar o comprimento de cada um dos seus intervalos em função dos requisitos do canal.

Existem ainda outras formas sofisticadas de multiplexagem que envolvem uma combinação de divisão de frequências e divisão de tempos. Para utilizar de uma forma óptima os dispendiosos sistemas de transmissão por satélite, existem sistemas sofisticados de controlo por computador que adaptam grandes números de diferentes tipos de sinais.

Transmissão digital

Dado que é a transmissão digital que torna possível a convergência das comunicações e dos computadores, deixaremos de tratar aqui da comunicação analógica. No entanto, se nos vamos restringir às comunicações digitais, surge a questão de saber como podemos transmitir sinais que, tal como a voz, têm uma natureza analógica. Se pudermos resolver este problema, teremos descoberto a forma de representar a fala num computador digital. Isto é essencial no caso de pretendermos levar o computador a manipular a fala, permitindo-lhe por exemplo compreender instruções «ditas». O modo como a voz, ou qualquer outro sinal analógico, é tratada para poder ser usada por um sistema de comunicação digital ou um computador digital consiste em convertê-la da forma analógica para a forma digital. O método mais comum de conversão analógica para digital é a chamada modulação de código de impulsos. Existem outros métodos, todos eles actuando de uma forma genericamente semelhante.

Modulação por código de impulsos

A maneira de converter um sinal analógico para a forma digital usando a modulação de código de impulsos consiste em recolher amostras desse sinal a intervalos regulares e em comparar cada amostra com uma escala que cobre toda a gama de valores assumidos pelo sinal. A escala é dividida em intervalos e o objectivo consiste em determinar a que intervalo pertence cada amostra. Existe uma sequência de algarismos binários (ou uma palavra de código) correspondente a cada intervalo da escala, e usa-se o código de cada intervalo para representar cada amostra que pertença a ele. Deste modo consegue-se converter um sinal analógico, por amostragem sucessiva, para a forma digital. O padrão de algarismos resultante pode então ser guardado num computador ou transmitido por um sinal de comunicações digital. O processo em causa é ilustrado na figura 3.7.

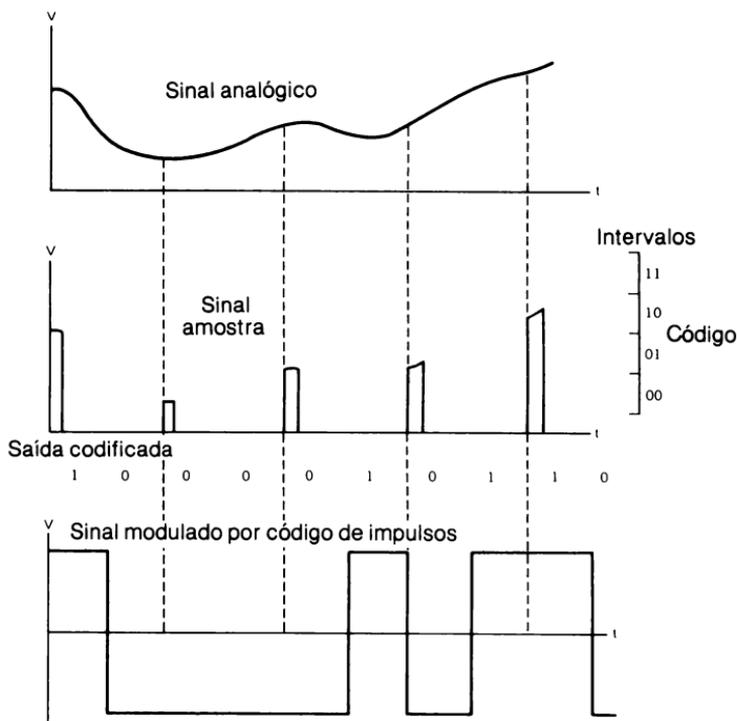


Fig. 3.7. — Modulação por código de impulsos.

A conversão depende de um pressuposto teórico designado por Teorema da Amostragem, segundo o qual qualquer sinal pode ser reconstruído a partir das suas amostras, desde que estas sejam obtidas a uma velocidade que exceda o dobro de sua largura de banda. A operação de amostragem não destrói portanto o sinal desde que seja realizada um número suficiente de vezes. Como é natural, o número de intervalos da escala que é comparada com as amostras afecta o rigor do sinal que pode ser recuperado da representação digital. Quanto maior for o número de intervalos, maior será o rigor obtido. Na prática, verifica-se que bastam 256 intervalos para a maior parte dos tipos de sinais, e em particular para a voz. No caso de 256 intervalos é possível usar palavras de código contendo apenas oito algarismos binários, pois com elas é possível representar entre 00000000 (zero, em decimal) e 11111111 (256 em deci-

mal), tornando possível a atribuição de um código diferente a cada intervalo.

Para dar uma ideia dos números envolvidos, notemos que a largura de banda da voz para efeitos de telefonia é de 3,4 kHz, pelo que deve ser comparada a uma taxa superior a 6,8 kHz, ou seja, mais de 6800 vezes por segundo. Na prática é comparada 8000 vezes por segundo. Dado que é atribuído um padrão de oito algarismos binários a cada amostra, isto significa que um segundo de fala é convertido em 8000×8 bits, isto é, em 8 Kbytes. Nestas condições, 8 segundos de fala necessitam de 64 Kbytes de memória para armazenamento, e isto é já muito espaço de memória.

Uma aplicação envolvendo a modulação por código de impulsos, que mostra a forma como as comunicações e os computadores podem cooperar, é a conversão de sinais de televisão do formato americano (NTSC) para o formato inglês (PAL) em transmissões de televisão entre as costas do Atlântico. A conversão é feita usando a modulação por código de impulsos para converter cada grupo de sinais NTSC para a forma digital. Um computador especializado processa em seguida esta representação digital de modo a transformá-la na representação PAL equivalente. Esta representação é depois convertida da forma digital para a analógica, produzindo um sinal de televisão apropriado à difusão em Inglaterra.

Transmissão de dados binários

Um canal em que seja possível transmitir informação pode transportar informação de qualquer tipo, dado que além de ser capaz de transmitir dados digitais directamente, pode ainda transmitir a informação contida em sinais analógicos depois de estes serem convertidos para a forma digital. Os dados binários podem ser transmitidos usando uma variedade de formatos. O esquema geral de concepção dos sinais consiste em conceber dois estados de sinal, um para os uns e outros para os zeros binários. Seguindo-se uns aos outros, do modo adequado, estes estados de sinal combinam-se de modo a formarem o sinal que representa a cadeia de dados alimentados ao receptor. Dado um canal com características fixas, os estados de sinal são escolhidos de tal modo que os sinais resultantes se encontrem adaptados ao canal tão bem quanto possível. Os factores que afectam a escolha dos estados de sinal incluem a largura de banda, a resistência ao ruído e a temporização dos sinais resultantes. A largura de banda dos sinais deve concordar com a do canal tão rigorosamente quanto possível. Se for possível

obter melhores resultados na presença de ruído, simplesmente através de uma concepção correcta do sinal, melhor. No que se refere à temporização, o receptor deve examinar cada impulso de modo a determinar quais os dados que lhe foram enviados. Este exame deve ocorrer regularmente para cada impulso recebido, e se for possível obter uma referência de temporização a partir do pró-

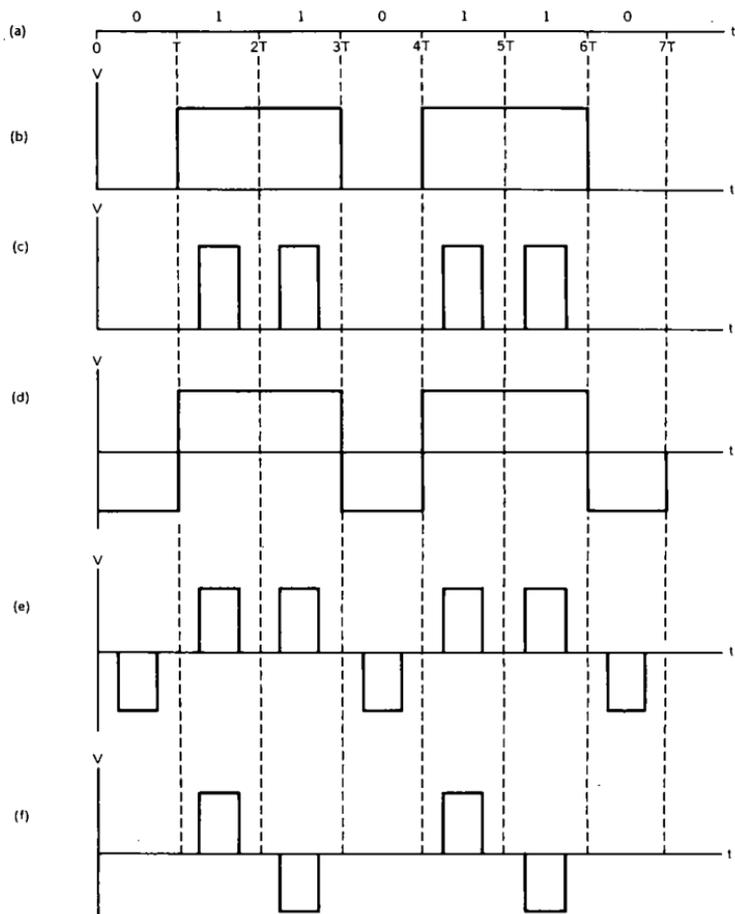


Fig. 3.8. — Sinais binários. (a) Algarismos binários recebidos; (b) sinal unipolar com impulsos de banda total; (c) sinal unipolar com impulsos de meia banda; (d) sinal bipolar com impulsos de banda total; (e) sinal bipolar com impulsos de meia banda; (f) sinal de inversão alternada.

prio sinal, o funcionamento será mais fiável e, com toda a probabilidade, realizar-se-á de um modo mais económico.

Partindo do princípio de que os dados binários surgem no transmissor a uma velocidade regular, chegando um algarismo binário em cada T segundos, como se ilustra na figura 3.8. (a) (de tal modo que a taxa seja de $1/T$ bits por segundo), parte dos formatos de sinal que podem ser usados são ilustrados na figura 3.8. (b)-(f). Na figura 3.8. (b) e (c) apresentam-se sinais unipolares, usando-se um impulso positivo para representar um algarismo binário e um sinal zero para o negativo. Num dos casos os impulsos ocupam toda a duração do intervalo de sinal, enquanto no outro são mais curtos. A figura 3.8. (d) e (e) mostra as formas correspondentes de sinalizações bipolar, que utiliza impulsos positivos e negativos. Em ambos os casos, os formatos de sinal com impulsos mais curtos produzem sinais que requerem uma maior largura de banda, mas contêm mais informação de temporização. Essencialmente, é necessária uma maior largura de banda, porque devido a conter impulsos mais curtos, os sinais variam mais rapidamente e, portanto, contêm componentes de maior frequência. Está presente maior informação de temporização, porque se impede a presença de compridas secções invariantes de sinal, resultantes de repetições do mesmo sinal binário. O esquema da figura 3.8. (f) é conhecido pelo nome de *inversão alternada do impulso*, e neste caso é transmitido um sinal zero para representar o zero, usando-se impulsos positivo e negativo para representar o 1. Como é óbvio, cada um destes esquemas de concepção do sinal possuem propriedades diferentes, que os tornam mais ou menos apropriados em diferentes circunstâncias.

Transmissão por portadora

Os dados podem ser igualmente enviados recorrendo a uma portadora. Isto é necessário, por exemplo, quando o canal é um canal de rádio, caso em que se utiliza uma portadora de radiofrequência para transportar os dados. A transmissão por portadora é também usada para aproveitar a capacidade permitida pelos cabos coaxiais, as fibras ópticas, etc.

O princípio de um sinal de dois estados aplica-se também quando se concebem sinais para transmissão apoiada em portadora. Nestas condições, os dados são transportados ligando e desligando a portadora de modo a obter dois estados (presença e ausência da

portadora) que os representam. Pode-se igualmente recorrer ao uso de duas portadoras separadas, uma para cada algarismo binário, ou uma única que possa ser enviada com fases diferentes. Os métodos de transmissão resultantes são conhecidos respectivamente por deslocamento de fase. Na figura 3.9. apresentam-se exemplos típicos para cada um deles. Na figura 3.10. mostram-se os modos de obter estes sinais usando um simples interruptor.

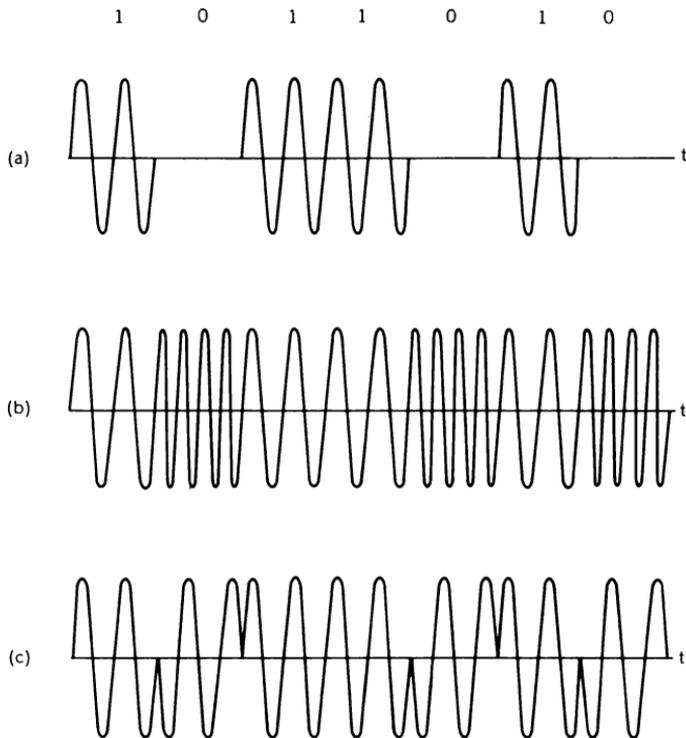


Figura 3.9. — Sinais binários sobre portadoras. (a) Deslocamento em amplitude; (b) deslocamento em frequência; (c) deslocamento em fase.

Na figura 3.10. (a) mostra-se um arranjo que liga e corta uma portadora em função dos dados recebidos de modo a produzir um sinal de deslocamento em amplitude. Na figura 3.10. (b) apresenta-se o modo de comutação de duas portadoras, de modo a obter um deslocamento em frequência, e na figura 3.10. (c) mostra co-

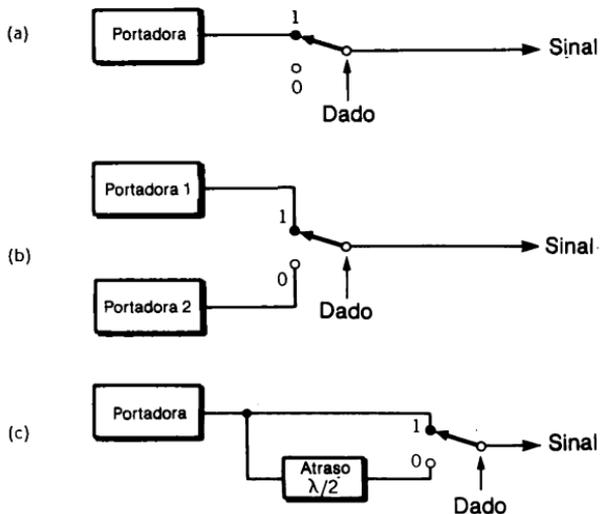


Fig. 3.10. — Produção de sinais de portadora. (a) Deslocamento em amplitude; (b) deslocamento em frequência; (c) deslocamento em fase.

mo se comuta um atraso de meio comprimento de onda, de modo a produzir o deslocamento em fase necessário. Uma vez mais, é portanto possível dispor de vários métodos de envio de dados, usando neste caso uma portadora. Na prática, usa-se muitas vezes o deslocamento em fase para transmissões de rádio, enquanto o deslocamento em frequência é mais habitual para transmissão de dados por cabo.

Redes de comunicação

Até agora tratámos os sistemas de comunicação como sistemas entre dois pontos. Neste caso, como o transmissor e o receptor estão directamente ligados entre si por um canal permanente, um utilizador numa das extremidades pode sempre comunicar com outro na outra extremidade. Alternativamente, usando multiplexagem, qualquer membro de uma comunidade ligado a uma extremidade pode comunicar com qualquer membro de uma segunda comunidade na outra extremidade. Este esquema de comunicação é satisfatório em certas circunstâncias, mas para resolver as necessidades de uma comunidade de utilizadores bastante espalhada, qualquer dos quais queira comunicar com outros ou aceder a re-

cursos geograficamente muito distribuídos, torna-se necessário recorrer a um padrão de comunicação mais sofisticado. Estes requisitos podem ser satisfeitos por uma rede de comunicação, à qual o utilizador consegue acesso usando o seu próprio equipamento terminal e os recursos disponíveis. Nestas condições, quaisquer dois utilizadores podem comunicar quando necessitam de o fazer, e qualquer utilizador pode obter acesso aos recursos de que necessita.

Uma rede de comunicação consiste num certo número de canais e equipamento, conhecido por equipamento de comutação, que permite o emprego destes canais de diversas formas diferentes, de modo a satisfazer as necessidades dos utilizadores. Uma rede nestas condições pode ter diversas estruturas. Algumas destas são ilustradas na figura 3.11., para o caso simples de seis terminais: a figura 3.11. (a) mostra uma rede completamente ligada na qual existe um canal entre cada par de terminais da rede, a figura 3.11 (b) mostra uma rede «em estrela» em que existe um canal entre cada terminal e uma posição central, e a figura 3.11 (c) mostra uma rede parcialmente ligada em que existem canais entre cada terminal e três outros. O exame das figuras mostra que a rede completamente ligada possui 15 canais, a rede em estrela, seis e a parcialmente ligada, nove. Em geral, as redes com estas configurações, ligando t terminais, possuem $\frac{1}{2} t(t-1)$, t e $3t/2$ canais.

Passamos agora dos canais de transmissão para o equipamento de comutação que geralmente também é necessário a fim de permitir à rede de comunicação executar as suas funções. Numa rede completamente ligada, cada par de terminais possui um canal ao longo do qual é possível comunicar. Assim, não é necessária qualquer comutação neste caso, mas isto só acontece porque o número de canais de transmissão destas redes é o máximo possível. Numa rede em estrela, o número de canais é o mínimo possível, um para cada terminal. A posição central deve conter todo o equipamento de comutação da rede, que deve ser capaz de permitir a comunicação entre qualquer terminal e os outros. Este equipamento central deve obviamente ser bastante fiável dado que todo o funcionamento da rede depende dele. Numa rede parcialmente ligada, alguns terminais estão ligados directamente e outros não. É portanto necessária alguma comutação, distribuída pelos diversos terminais da rede. Os terminais em redes deste tipo não só enviam e recebem informação, como ainda a passam a outros. Esta estrutura de rede torna possível enviar sinais por trajectos alternativos, e é por esta

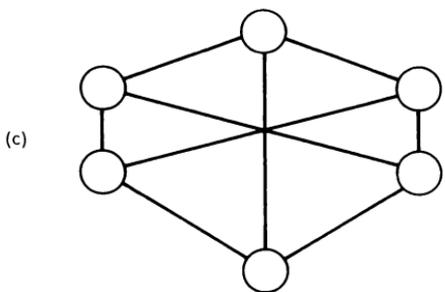
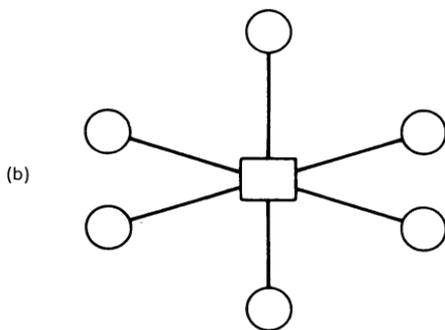
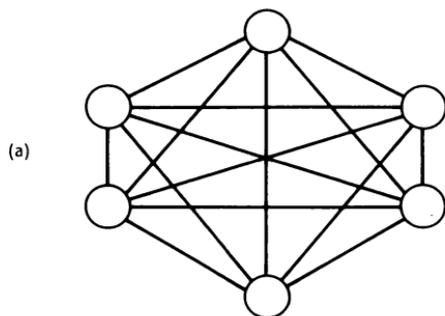


Fig. 3.11. — Estruturas de redes. (a) Completamente ligada; (b) em estrela; (c) parcialmente ligada.

razão que o equipamento de comutação não necessita de ser altamente fiável, dado que é sempre possível usar outro terminal. Assim, ao conceber uma rede de comunicações, procura-se um equilíbrio entre o arranjo dos canais, o número destes e o equipamento de comutação que será necessário. O modo como a comutação é realizada, é igualmente afectado pela estrutura da rede.

Métodos de comutação

Uma rede de comutação que ligue os seus terminais fisicamente, de modo a estabelecer um único canal contínuo para a transmissão de sinais entre quaisquer dois dos seus terminais é conhecida pelo nome de rede de *comutação de circuito*. O melhor exemplo de uma rede deste tipo é a telefónica. Este tipo de comutação está bem adaptado a uma rede em estrela e, apesar de o conjunto da rede não estar arranjado em estrela, a ligação dos assinantes à central local é de facto realizada deste modo.

Numa rede de *comutação de mensagem* as mensagens são comutadas entre a origem e o destino, usando os canais que vão ficando livres. As mensagens são armazenadas em pontos intermédios da rede, quando não existe imediatamente um canal livre. Estas redes tendem a ter uma estrutura parcialmente ligada, dado que cada terminal pode actuar como centro de armazenamento das mensagens, além de as produzir e receber.

A *comutação de pacote* é essencialmente uma variante da comutação de mensagem, sendo esta dividida em porções com um comprimento normalizado, chamadas pacotes, que podem ser enviados do mesmo modo que a mensagem. Este método é mais vantajoso, porque os pacotes podem ser enviados simultaneamente por diferentes caminhos, permitindo que a mensagem chegue mais rapidamente ao destino.

Quando se considera uma rede de canais de transmissão digital, as mensagens são colecções de algarismos binários de qualquer comprimento, enquanto os pacotes são, em geral, colecções de algarismos binários de comprimento fixo. A figura 3.12. ilustra o modo como se pode dividir uma mensagem em pacotes, numa rede de comutação de pacotes. É necessário acrescentar alguma informação codificada às mensagens e pacotes de modo a indicar, por exemplo, o seu destino e, se se espera um reconhecimento da mensagem ou uma resposta a esta, a sua fonte. Um pacote deve conter informação que indica a sua posição no interior da mensagem de tal modo que esta possa ser correctamente reconstruída a partir

dos diversos pacotes no destino. Esta informação codificada é normalmente acrescentada no início das mensagens e pacotes sob a forma de um cabeçalho.

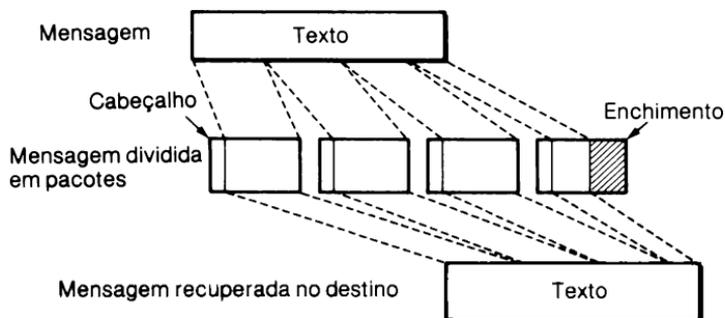


Fig. 3.12. — Divisão de uma mensagem em pacotes.

Dado que cada terminal de uma tal rede deve ser capaz de armazenar e examinar mensagens ou pacotes de modo a aceitar as que lhe foram enviadas e a deixar seguir as que se destinam a outros, o computador constitui um terminal ideal. Não só pode ser programado para realizar as funções acima descritas, e outras, como ainda o seu programa pode ser corrigido ou ampliado de modo a realizar outras funções.

Redes de computador

As redes de computadores são estabelecidas ligando muitos computadores entre si através de uma rede de comunicações. Usa-se a comutação de pacotes, por exemplo, na rede ARPA americana, que liga grandes computadores situados em estabelecimentos de investigação tão distantes como Nova Iorque e a Califórnia. As redes de computadores não se limitam a grandes máquinas, existindo por exemplo redes como a Micronet, em Inglaterra, para ligação de microcomputadores. A ligação de computadores torna os recursos de qualquer computador da rede disponíveis para o utilizador de qualquer outro computador que também esteja ligado à rede, e de um modo tão fácil como o correspondente aos recursos do próprio computador de origem.

Quando se encontra informação guardada num computador, a ligação desse computador a uma rede torna a informação disponí-

vel a qualquer pessoa que tenha acesso à rede, qualquer que seja o local onde o fizer. Ao mesmo tempo o computador, ou os seus processadores satélites, podem executar funções de rede, e se for adequado, aplicar um preço ao consumo da informação contida.

Comunicações e acesso aos computadores

O efeito que as comunicações possuem sobre a acessibilidade dos computadores é imenso, e torna-se particularmente notório se examinarmos a forma como se têm alterado os modos de acesso a computadores.

Originalmente, os computadores eram capazes de tratar apenas programas isolados. O programa e os seus dados deviam antes do mais ser preparados de uma forma adequada, em cartões ou em fita, sendo então fisicamente conduzidos ao computador que os executava. Os resultados eram enviados ao exterior de uma forma semelhante. Como é óbvio, o computador só estava disponível para aqueles que tinham acesso físico a ele. O passo seguinte consistiu em organizar grupos de programas e dados em conjuntos («batches») tratando cada conjunto como uma entidade única. Mas isto não aumentou a acessibilidade do computador, se bem que tenha aumentado a eficiência do seu uso. O modo de obter esta maior eficiência consiste no uso de um software de sistema mais sofisticado e, em particular, de sistemas operativos que garantam automaticamente que o computador satisfaça todas as necessidades de cada programa do «batch».

O primeiro grande melhoramento da acessibilidade dos computadores resultou da ligação de terminais àqueles. Isto significa que deixou de ser necessário levar os programas directamente ao computador, tornando-se possível comunicar-lhos a partir de terminais distantes. O primeiro uso de terminais e comunicações consistiu na comunicação de elementos ao computador para preparação de «batches» a tratar da forma já conhecida. No entanto, muitos utilizadores de computadores verificaram que o trabalho em batch, a partir de terminais, não era adequado à satisfação das suas necessidades, normalmente porque os resultados não eram enviados suficientemente depressa, tendo sido necessário realizar novos desenvolvimentos.

A reserva de lugares em aviões usando terminais de computadores é um exemplo de inadequação do processamento em batch, pois os clientes não estão dispostos a esperar muito para comprar os seus bilhetes. Por outro lado, se a reserva fosse realizada por

um processo relativamente lento o mesmo lugar acabaria por ser reservado por outro cliente entre o início da transacção e o final do processamento do «batch» que a contivesse. Um segundo exemplo é o fornecido pelo controlo de processos industriais, onde o computador deve controlar os estados do processo e responder a quaisquer alterações destes enviando sinais de controlo que os corrijam tão depressa quanto possível. Estes tipos de requisitos conduziram ao desenvolvimento de computadores ditos «de tempo real», e obrigaram naturalmente ao desenvolvimento do software apropriado. Para permitir a realização de operações como a reserva de lugares em aviões é ainda necessário que o software forneça um sistema de inibição tal que quando se está a realizar a transacção correspondente a um assento todas as outras devem esperar até esta estar completa. Só procedendo deste modo é possível garantir que o mesmo lugar não é reservado por duas pessoas diferentes.

A fase seguinte do desenvolvimento consistiu em tornar o computador capaz de tratar bastantes utilizadores em diferentes terminais simultaneamente, em vez de tratar apenas um de cada vez. Esta partilha do computador foi possibilitada pela atribuição de um pequeno período de tempo do computador a cada utilizador. Se o computador pode funcionar com suficiente rapidez, pode dar a cada utilizador a impressão de que está a usar o computador continuamente, satisfazendo-se assim as necessidades de todos os utilizadores. Obviamente, o software de sistema necessário a um computador de utilização múltipla em tempo real é ainda mais complexo.

Finalmente, se se liga um terminal a um computador que, por sua vez, se encontra ligado a outros computadores através de uma rede de computadores, o utilizador pode aceder a qualquer recurso de qualquer computador da rede, desde que o software do sistema, tanto no caso do computador local como no das suas comunicações, seja suficientemente flexível. Assim, se uma transacção submetida por um terminal a um computador exige recursos que o computador não possui, a máquina pode, automaticamente, passar a transacção a outro computador que os possua ou pedir a este a transmissão dos recursos necessários, de modo a poder realizar o processamento. Isto aumenta obviamente a acessibilidade dos computadores, e a possibilidade de ligar redes de computadores aumenta-a ainda mais.

Ao longo destas fases da evolução, os computadores tornaram-se cada vez mais acessíveis, e apesar de a comunicação constituir o meio de aumentar esta disponibilidade das máquinas é necessário

ainda desenvolver o software em cada fase de modo a tratar uma complexidade cada vez maior. Mais ainda, o software deve dirigir não apenas as operações do computador, mas também das comunicações.

É irónico que o aparecimento do computador pessoal não só tenha tornado os computadores muito mais disponíveis do que anteriormente, como ainda nos tenha conduzido novamente ao início do desenvolvimento referido. Os computadores pessoais são essencialmente pensados para utilizadores únicos com tarefas separadas, se bem que, dado que são baratos, não se sinta agora uma pressão no sentido de os desenvolver a fim de aumentar os custos. Existem no entanto todos os indícios de o desenvolvimento dos microcomputadores vir a seguir o mesmo ciclo de acontecimentos já atrás indicado.

Resumo

Observámos o processo de comunicação e algumas técnicas de comunicação, em termos genéricos, antes de explicarmos os mecanismos da comunicação digital. A conversão de sinais de analógicos para digitais, usando uma modulação por código de impulsos, foi explicada em seguida de forma a demonstrar que, qualquer que seja a forma original da informação, esta pode ser sempre convertida por um sistema de transmissão digital. A mesma explicação demonstrou ainda que os sinais como os da fala podem ser guardados num computador de modo a poderem ser tratados por ele. Foram referidos diversos modos de transmitir dados binários ao longo de um canal de transmissão de dados binários. Examinámos em seguida as várias formas que uma rede de comunicação pode assumir, e os métodos de comutação que podem ser usados, antes de estudarmos a forma como a informação armazenada em computadores pode ser tornada mais disponível através da ligação de computadores a uma rede de comunicações.

TELETEXT E VIDEOTEX

Certas combinações de computadores e comunicações são bastante familiares ao público de certos países. Em Inglaterra, por exemplo, são-no os serviços de *teletext* e *videotex*. A Inglaterra foi aliás, pioneira neste campo, tendo Ceefax e Oracle sido os primeiros serviços de teletext e Prestel o primeiro serviço de videotex. Subsequentemente, muitos outros países adoptaram estas versões de teletext ou videotex ou conceberam versões próprias. Ambos os serviços servem, na sua essência, ao fornecimento de informação, e podem conduzi-la directamente aos lares, se bem que também possam ser usados no escritório ou em qualquer outro local. A razão de poderem ser usados em casa, e de tenderem a agradar às massas, é que se baseiam em peças de equipamento que já existem em muitos lares, como o receptor de televisão e o telefone. Assim, basta ao utilizador doméstico gastar um pouco mais para poder usar esses equipamentos para acesso à informação guardada em computadores. A informação é apresentada no visor da televisão tanto no caso do teletext como no do videotex, sendo o telefone usado em videotex para comunicar com os computadores que contêm a informação. Deste modo, usa-se um pouco mais o equipamento que já se possui.

«Teletext» é o termo usado em Inglaterra para designar todos os serviços que utilizam as transmissões de televisão para fornecer um serviço de informações que apresenta páginas de texto e imagens no visor de um receptor especialmente adaptado. É transmitido continuamente um número fixo de páginas de informação através de um sinal de televisão, podendo o utilizador, recorrendo a um teclado especial, escolher uma destas páginas para observação. Isto

significa que no caso do Teletext o utilizador não pode influenciar de modo algum a informação armazenada e difundida, apenas podendo instruir o aparelho de televisão modificado no sentido de escolher uma dada página do que está a ser transmitido.

«Videotex» é o nome dado a um sistema que funciona em ambos os sentidos, enviando texto e imagens armazenados em computadores através da rede telefónica para apresentação num visor de televisão. É novamente necessário equipamento especial para ligar o visor de televisão e o telefone, mas trata-se essencialmente de uma unidade única, que tem muito em comum com o adaptador de Teletext. Como a comunicação é nos dois sentidos, o utilizador de Videotex escolhe a informação requerida da que se encontra guardada nas bases de dados dos computadores do sistema. O uso do Videotex é portanto interactivo, podendo o utilizador ganhar acesso aos computadores.

Tabela 4.1. — Termos associados ao Teletext e Viewdata e seus significados.

Teletext	Qualquer método de transmissão de informação incorporando-a num sinal de televisão de modo a poder ser decodificada por um dispositivo especial e apresentada sob a forma de imagens num visor de televisão.
Videotex	Qualquer método de fornecimento de um serviço interactivo de acesso a informação e apresentação desta num visor de televisão, se bem que geralmente baseado no sistema telefónico.
Ceefax	Serviço de teletexto público da BBC.
Oracle	Serviço de teletexto da IBA.
Prestel	Serviço videotex da British Telecom.
Viewdata	Um outro nome do Videotex, não aceite como designação comercial.
Teletex	Um sistema normalizado de transmissão de dados entre terminais, por exemplo, para comunicação de texto entre processadores de texto.
Bildschirmtext Captain Telidon	} Outros exemplos de videotex (respectivamente na Alemanha Ocidental, Japão e Canadá).

Os termos mais usados no contexto do Teletext e do Videotex são apresentados na Tabela 4.1. Alguns deles são potencialmente bastante confusos, e por essa razão é conveniente dispor de uma fonte de referência sobre eles.

Tanto no Teletext como no Videotex, a informação disponível é guardada em computadores. No caso do Teletext a informação é

fornecida pela entidade emissora e, como é emitida, é fornecida sem encargos. No entanto, no caso do Videotex, a informação é colocada à disposição de outros numa base comercial. Consequentemente, o utilizador deve pagar para aceder à informação, o utilizador deve pagar, sendo aplicadas diferentes taxas para diferentes tipos de informação, conforme o valor que o informador atribui à sua informação. Como é óbvio, os fornecedores de informação devem ter acesso ao sistema Videotex a fim de inserir a informação, e a rede deve suportar terminais capazes disso. Tanto no Teletext como no Videotex a informação deve ser actualizada do modo adequado, constituindo os noticiários o exemplo mais evidente de uma necessidade de actualização regular.

Teletext

Na figura 4.1. apresenta-se as partes essenciais de qualquer sistema de teletexto. A informação a difundir é armazenada num computador sob a forma de «imagens». Cada imagem é suficiente para preencher o visor com informação quando é apresentada no receptor de televisão. O computador guarda geralmente entre cem e duzentas imagens, todas numeradas, e estas são transmitidas sequencialmente. A sequência é, em geral, baseada na ordem numérica das imagens, se bem que isto não seja aplicado de forma rigorosa; as imagens de índice, por exemplo, são transmitidas mais frequentemente do que as de informação.

A informação teletexto é transmitida por transmissões vulgares de televisão, preenchendo lacunas do sinal televisivo. Existem falhas periódicas nos sinais de televisão a fim de permitir o chamado «retorno de campo», isto é, para permitir ao feixe electrónico que

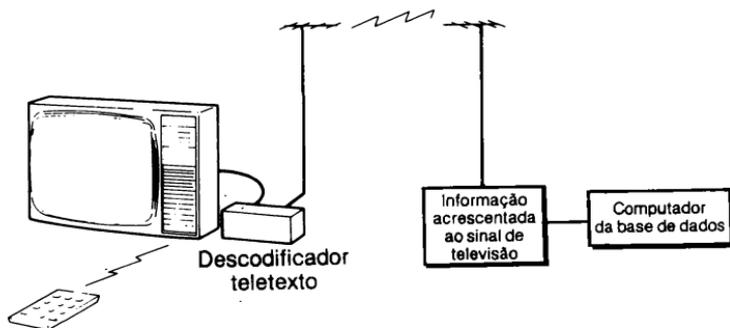


Fig. 4.1. — Diagrama de blocos do sistema teletexto.

constrói a imagem percorrer o visor, desde o canto inferior direito do visor, no final de uma imagem, até ao canto superior esquerdo, onde se inicia a seguinte. No caso de uma imagem televisiva de 625 linhas, esta folga corresponde a 25 linhas. O teletexto utiliza duas destas linhas para transmitir os dados guardados no computador a alta velocidade e (aproximadamente 7 Mbits por segundo). Deste modo, as imagens são transmitidas a uma velocidade de quatro imagens por segundo. Depois de todas as imagens terem sido transmitidas pela sequência apropriada, o processo é repetido.

O tempo necessário para transmitir toda a sequência de imagens determina o número de imagens da sequência. Os utilizadores só estão dispostos a demonstrarem um certo grau de paciência para esperarem pela imagem que desejam. O tempo máximo de espera deve ser inferior a um minuto (talvez menos do que isto) para que o serviço seja aceitável. Portanto, quando se transmitem quatro imagens por segundo, não é possível fornecer mais de duzentas imagens.

Se o controlo de deslocamento vertical do aparelho de televisão estiver mal ajustado, de tal modo que exista uma falha entre o topo da imagem e o topo do visor, o sinal de teletexto pode ser observado nesta falha sob a forma de fiadas de pontos cintilantes.

Para observar uma imagem, é necessário que o receptor de televisão disponha de um descodificador especial de teletexto que separe os sinais de teletexto dos de televisão, escolha uma imagem e a formate para apresentação no visor. Na figura 4.2. mostra-se um diagrama de blocos do descodificador. A maior parte dos receptores modernos de televisão vendidos nos países que dispõem deste sistema possuem descodificadores incorporados.

O utilizador de teletexto dispõe de um teclado que lhe permite

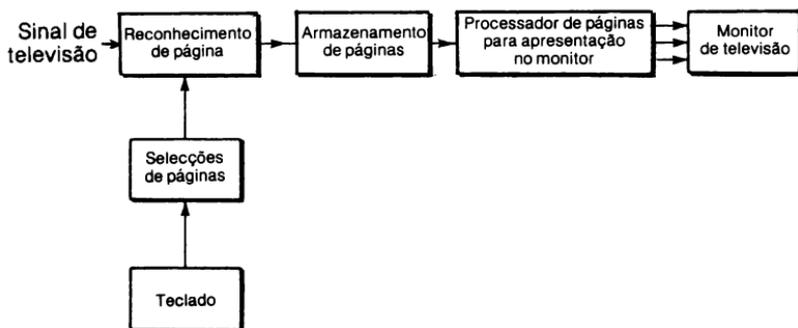


Fig. 4.2. — Descodificador do teletexto.

seleccionar qualquer página, se bem que isto não permita qualquer uso interactivo do sistema, dado que apenas possibilita a indicação ao decodificador de que deve seleccionar uma determinada página do sinal transmitido. Cada página é formada por letras, números e símbolos gráficos. O visor é formado por 24 linhas de 40 caracteres cada, e qualquer caracter pode ser colocado em qualquer uma das 960 posições. Dado que este arranjo é o mesmo no caso do Videotex, será tratado mais pormenorizadamente na secção seguinte, mas o texto é obviamente apresentado colocando letras nas posições apropriadas enquanto as imagens são compostas a partir de símbolos gráficos que preenchem áreas maiores.

Os tipos de informação transmitida incluem notícias, previsões de tempo e resultados de corridas. O método é ideal para este tipo de informação que exige uma actualização rápida e os utilizadores podem, correspondentemente, obter informação sempre actualizada. Escolhendo uma dada página, a imagem é automaticamente actualizada quando a própria página o é, e novamente transmitida. Pode igualmente fornecer subtítulos para os programas apresentados na televisão e, aliás, a razão que conduziu ao desenvolvimento do Ceefax, o serviço de teletexto original, foi de facto o fornecimento de subtítulos que permitissem a pessoas surdas compreenderem os programas de televisão. É igualmente possível difundir programas de computador usando o teletexto, chamando-se a isto *telesoftware*. Isto já foi feito com o Ceefax, e o microcomputador BBC, usando um adaptador especial, pode ser carregado com um programa deste modo.

Em Inglaterra existem três versões de teletexto: o Ceefax 1, transmitido pelos programas da BBC 1, o Ceefax 2, transmitido pela BBC 2, e o Oracle, transmitido pela ITV.

Videotex

Esta designação cobre a família de sistemas de informação baseados em computadores que estão à disposição do público através do telefone e do aparelho de televisão. Estes sistemas têm interesse tanto para a actividade comercial como para o grande público. A figura 4.3. apresenta um diagrama de blocos que mostra, numa forma simplificada, todos os aspectos essenciais de um sistema videotex. O aparelho de televisão e o telefone do utilizador são ligados através de um adaptador especial que realiza as mesmas funções do adaptador de teletexto no que se refere ao armazenamento

e formatação das imagens a apresentar, e que além disso codifica a informação sob a forma de sinais sonoros para transmissão pelos cabos telefônicos e descodifica a informação dos sinais recebidos pela rede telefônica. Usando um teclado, é possível enviar mensagens para transmissão através de cabo telefônico para o computador que guarda as páginas de informação na sua base de dados. Quando é pedida uma imagem específica, esta é enviada para o receptor de televisão, podendo ser observada depois de guardada. Esta imagem continua a ser mostrada até ser escolhida outra, ou o televisor ser desligado.

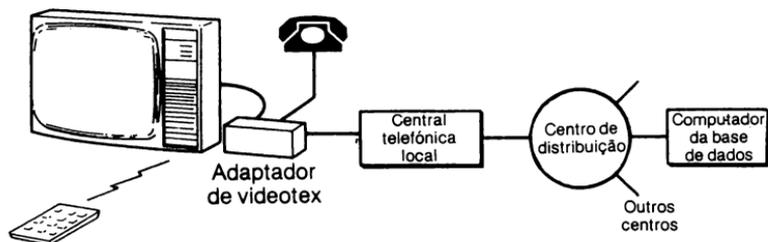


Fig. 4.3 — Diagrama de blocos do sistema Videotex

Os principais usos do Videotex são:

1. Obtenção de informação. Obtenção e apresentação de informação do modo já descrito.
2. Envio de mensagens. É possível enviar e guardar mensagens para outros utilizadores no sistema. Os que as recebem podem examiná-las quando quiserem.
3. Telesoftware. Os programas de computador podem ser distribuídos do mesmo modo sob a forma de imagens, se bem que o seu destino seja a memória do computador na extremidade receptora e não o visor de televisão. Já têm sido distribuídos deste modo programas de jogo para computadores domésticos e programas financeiros para pequenas empresas.
4. Processamento. Os utilizadores podem pedir aos computadores do sistema videotex que realizem processamentos escolhendo o programa que desejam executar e escrevendo os dados apropriados. Os resultados do processamento são transmitidos quando termina a execução do programa.

Funcionamento do Videotex

Na figura 4.4. é apresentado mais pormenorizadamente o sistema Videotex.

Para usar este sistema, o utilizador marca o número do computador videotex e indica o seu número e código de utilizador.

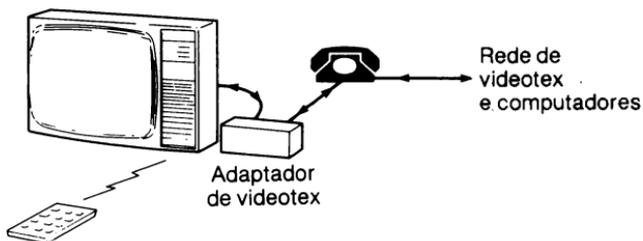


Fig. 4.4. — Representação detalhada do sistema Videotex.

De facto, muitos sistemas realizam estas operações automaticamente assim que são ligados. De qualquer dos modos, o utilizador recebe a primeira imagem, uma página «de trajecto», que apresenta um menu de alternativas que permite iniciar a selecção da informação ou serviço desejados.

A figura 4.5. apresenta um diagrama de blocos do adaptador videotex. É necessário um isolador que impeça os sinais e correntes indesejados de entrarem na linha telefónica vindos do aparelho de televisão.

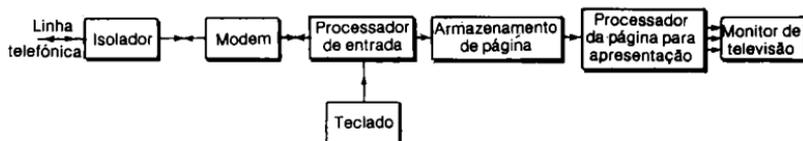


Fig. 4.5. — Adaptador Videotex.

O *modem* converte os sinais a enviar ao computador em sinais sonoros apropriados à transmissão através da rede telefónica. Decodifica igualmente os sinais recebidos do computador para uma forma em que podem ser guardados e processados para apresentação no visor de televisão. As comunicações entre o utilizador e o computador são realizadas nos dois sentidos, podendo ocorrer simultaneamente. Os dados enviados pelo computador são transmi-

tidos a uma velocidade de 1200 bits por segundo, e recebidos por este a 75 bits por segundo.

Cada página consiste em 960 caracteres dispostos em 24 linhas de 40 caracteres cada. Cada caracter é impresso numa célula de seis pontos de largura por oito de altura. As letras e os números ocupam uma matriz de 5×7 pontos no interior desta célula, como se vê na figura 4.6. (a). Os grafismos são criados usando caracteres obtidos dividindo a célula em duas colunas e três linhas. Existem 64 caracteres gráficos, resultantes de todas as combinações possíveis de preto e branco nestas subdivisões. Alguns deles são ilustrados na figura 4.6. (b).

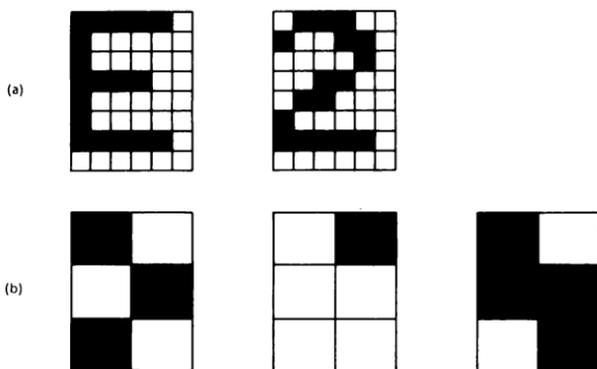


Fig. 4.6. — (a) Caracteres Prestel; (b) caracteres gráficos Prestel.

Na base de dados do computador, as imagens são guardadas segundo uma hierarquia, cuja estrutura se assemelha à de uma árvore. Escolhe-se uma dada imagem definindo o trajecto a seguir ao longo da árvore, ou seja, fazendo uma sequência de escolhas. Começando pela página inicial, cada escolha é realizada escrevendo o número associado à página ou opção do «menu» impresso no visor. A figura 4.7. ilustra este processo, mostrando como é possível obter informações sobre um dado hotel na base de dados que contém informações sobre um vasto número de hotéis. Começando na imagem 33, que se refere às informações de férias, e escrevendo 2, 3, 1, 4 e 7, obtemos a imagem 3323147, que dá a informação requerida.

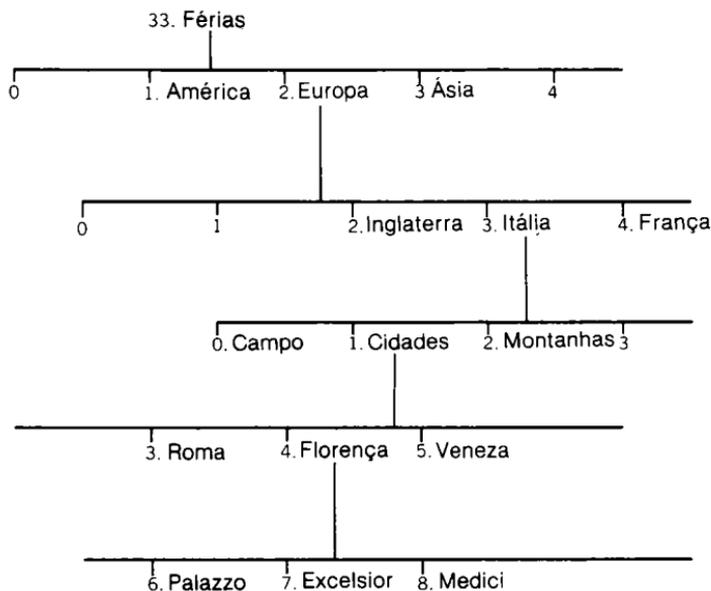


Fig. 4.7. — Selecções de páginas.

Outros exemplos de Videotex

Os pormenores indicados respeitam ao serviço Prestel inglês. No entanto, muitos outros países dispõem já dos seus próprios sistemas Videotex, sendo alguns indicados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. — Diferentes versões do Videotex.

País	Nome do serviço
Inglaterra	Prestel
França	Teletel
Alemanha Ocidental	Bildschirmtext
Holanda	Viditel
Canadá	Telidon
Japão	Captain

Estas variantes vão desde o Bildschirmtext alemão, semelhante ao Prestel, até ao Telidon canadense, que pode apresentar imagens com uma resolução bastante superior à do Prestel e usa técnicas desenvolvidas para grafismos de computador a fim de transmitir a informação.

TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA INDÚSTRIA

As actividades de muitas empresas estão a ser revolucionarizadas pela introdução da Tecnologia da Informação. Os efeitos desta, são provavelmente mais óbvios no escritório, onde é perfeitamente claro que se está a tratar informação, mas o próprio fabrico é igualmente afectado. Ouvimos falar de automóveis «feitos à mão — por robots», e no Japão existem negócios de um só homem que consistem num sistema de fabrico flexível baseado num pequeno robot que pode trabalhar durante todo o dia enquanto o proprietário está a jogar golfe!

Quer a actividade de uma empresa seja a agricultura, o comércio a retalho ou o fabrico, a sua gestão, comercialização e distribuição, e outras actividades básicas, envolvem um tratamento da informação realizado num escritório. Veremos que a introdução da Tecnologia da Informação nesta área pode conduzir a um aumento de produtividade e melhorar a satisfação dada pelo trabalho. Uma linha de produção automática pode funcionar 24 horas por dia sem necessidade de turnos ou intervalos para almoço. O efeito disto na produtividade é óbvio, se bem que sejam perdidos empregos.

O escritório sem papel

O escritório é uma área onde a Tecnologia da Informação teve, e continuará a ter, um impacte considerável. A maior parte dos documentos produzidos num escritório servem para registar diferentes tipos de informação. Depois de se ter compreendido que a

própria informação é independente do seu suporte, a necessidade de papel como meio de suporte desaparece: não é necessário na fase inicial de registo ou criação da informação e continua a não o ser em qualquer fase ulterior. É provável que o papel ocupe sempre algum lugar no escritório, e é de crer que existam sempre circunstâncias em que continue a constituir o suporte mais apropriado de tratamento da informação. Mas à medida que os trabalhadores de escritório se habituem mais aos métodos de tratamento da informação, a necessidade de papel deve reduzir-se rapidamente. Os sistemas que têm ajudado à criação do escritório sem papel incluem o Telex, a transmissão de facsimile, o correio electrónico e o teletexto.

Telex

Telex é um termo derivado de «*teleprinter exchange*». É um serviço já com provas dadas, dispondo de uma rede de comunicação internacional. A impressora telex é uma combinação de um teclado e uma impressora capaz de transmitir e receber mensagens, e que produz um registo em papel, tanto das enviadas como das recebidas. O telex funciona de uma forma semelhante ao serviço telefónico, exceptuando o facto de transmitir sinais codificados pela teleimpressora em vez da voz. Os seus sinais são transmitidos a uma velocidade de 50 bits por segundo. O operador de telex liga o número de destino e envia em seguida uma mensagem, que normalmente já foi preparada antes. Como a teleimpressora actua de modo autónomo, desde que esteja ligada, imprime automaticamente as mensagens à medida que as recebe, quer esteja ou não a ser operada por alguma pessoa. Obviamente, o telex usa papel, mas constitui a base de outros sistemas, como o correio electrónico, que não o utilizam.

Facsimile

A transmissão de facsimile permite a transmissão de imagens, gráficos e documentos para destinos remotos. Funciona varrendo a imagem que se pretende transmitir e, se pensarmos em termos de branco e negro, determina se cada ponto é branco ou negro e transmite depois essa informação, permitindo a reconstrução da imagem no seu destino. As normas gerais obrigam ao varrimento da imagem com uma resolução de 3,85 linhas por milímetro, de tal modo que uma folha de papel A4, com 210×297 mm, exige a

transmissão de informação relativa a cerca de $808 \times 1143 = 923544$. A transmissão desta informação por telefone pode levar até três minutos, se bem que usando modos de codificação mais sofisticados, este tempo possa ser consideravelmente reduzido. Se por outro lado o equipamento receptor actuar automaticamente, é possível receber a imagem em qualquer momento mas, como alternativa, se a representação da imagem puder ser guardada num computador ligado à rede de transmissão, pode ser recuperada em qualquer momento em que o receptor o deseje.

Correio electrónico e teletexto

O correio electrónico é essencialmente pouco mais do que um nome para a comunicação de texto, em vez de voz, por telefone. Nestes termos o Telex constitui uma forma de correio electrónico, tendo porém a desvantagem de necessitar de equipamento especial, dedicado. É também bastante lento, e na medida em que apenas emprega maiúsculas, usa de facto, um conjunto de caracteres bastante reduzido. A transmissão de facsimiles é também uma forma de correio electrónico, pois pode ser usada para transmitir textos. Necessita também de equipamento dedicado, e utiliza regras menos normalizadas do que o telex, pelo que mesmo no caso de dois utilizadores possuindo equipamento de facsimile não existe uma garantia de poderem trocar comunicações, a menos que esses equipamentos sejam compatíveis.

O aparecimento das comunicações por computador transformou o correio electrónico numa proposta muito mais atraente do que, por exemplo, o Telex. Pô-lo por outro lado à disposição de muito mais pessoas, e a um preço inferior. Acrescentando um modem e o software de comunicações apropriado a um microcomputador comercial, este transforma-se num terminal de correio electrónico capaz de trocar mensagens por rede telefónica. Dispondo de software apropriado pode transformar-se, digamos, num terminal de telex ou num terminal de correio electrónico a um custo bastante inferior do que o de um terminal dedicado, apesar de ter muitas outras utilidades. Por outro lado, estas utilidades, como o tratamento de texto, podem aumentar a sua eficácia como terminal de correio electrónico.

A desvantagem deste sistema de funcionamento é que os diferentes computadores actuam de modos diversos como consequência dos seus esquemas específicos de funcionamento, dos seus sistemas operativos, do modo como representam os dados interna-

mente, etc. Nestas condições a comunicação entre diferentes tipos de computador não é completamente directa. No entanto, pode ser possibilitada introduzindo uma forma normalizada em que todos os computadores devam transmitir as suas mensagens através da rede telefónica. Cada computador deve então dispor da possibilidade de converter mensagens da forma que utiliza para a forma normalizada antes da transmissão, e da forma normalizada para a forma usada pelo computador ao serem recebidas. Estas conversões são geralmente designadas pelo termo *protocolo*, e o teletexto é o sistema de protocolos deste tipo que permite a diferentes tipos de computadores comunicarem através da rede telefónica. Assim, o teletexto é essencialmente um sistema normalizado de conversões que permite a vários computadores trocarem mensagens usando uma forma normalizada de transmissão.

No que se refere a um computador individual, adquire a sua capacidade de uso em teletexto recorrendo a uma unidade através da qual é ligado a uma linha telefónica e que automaticamente realiza as conversações necessárias. O protocolo permite a troca de texto contendo maiúsculas e minúsculas, além de símbolos científicos e outros.

Deste modo, o teletexto permite a qualquer computador ou estação de trabalho baseada em computador comunicar com outro equipamento semelhante de tal modo que as mensagens possam ser passadas de um visor para outro sem necessidade de papel. No entanto, dispondo de acesso a um computador central igualmente ligado à rede telefónica, o serviço de correio electrónico pode ser consideravelmente melhorado. O computador pode guardar e distribuir mensagens do modo que lhe for indicado por um terminal, ou pode formar um banco de informação que será acedido por qualquer terminal. Estão neste momento a ser montados sistemas deste tipo em agências como a Telecomm Gold e a BL Comet, em Inglaterra.

Um serviço de correio electrónico executado deste modo pode constituir um meio eficaz e rápido de distribuição e troca de todos os tipos de informação, e qualquer equipamento de escritório baseado em computadores pode ser usado como terminal de correio electrónico.

Um escritório sem papel com computador próprio

A forma mais provável de um escritório sem papel é a baseada num computador central a que cada funcionário do escritório tem

acesso, a partir de um terminal a ele ligado. Para evitar qualquer necessidade de um treino mais do que rudimentar em informática, o administrador do sistema pode configurar qualquer terminal de modo a adequar-se às necessidades da pessoa que o utiliza. Assim, quando um dado indivíduo começa a usar um terminal, deve identificar-se a si mesmo indicando um código. O terminal representa então um menu com opções cuidadosamente concebidas de modo a satisfazer as necessidades do indivíduo quando usa o computador. Para darmos um exemplo, suponhamos um vendedor que pode encontrar no menu opções relativas à execução de uma encomenda, alteração de uma encomenda ou exame do estado actual de uma transacção em que está envolvido. Uma secretária pode seleccionar entre as opções que incluem a entrada de um novo documento, a emenda de um que já exista e a procura de todos os documentos relacionados com uma actividade a especificar.

Existem linguagens e utilitários especiais que permitem a um administrador de sistema criar menus individuais, ou séries de menus, para todos os funcionários que utilizam o computador, assim como fornecer possibilidades de executar cada uma dessas opções. Uma linguagem muito usada para este fim é a RPG (Report Program Generator), se bem que os fabricantes de computadores tendam a fornecer software de sistema para este fim. Recorrendo a estes métodos, o computador central pode não só parecer diferente a cada utilizador como ainda assemelhar-se àquilo que o utilizador deseja. Existem escritórios actualmente a funcionar deste modo, e requerendo um uso mínimo de papel.

Este modo de funcionamento traz também a considerável vantagem de toda a informação relativa às actividades do escritório residir no computador. Qualquer utilizador do computador pode, em teoria, obter acesso a toda a informação disponível relacionada com uma transacção que está a ser efectuada. Por outro lado, dado que o computador contém um «instantâneo» completo das actividades do escritório ou empresa, torna-se possível o seu controlo rigoroso e a sua optimização. Por outro lado, dado que o computador central contém *toda* a informação, é essencial criar uma cópia desta para o caso de ocorrer algum acidente envolvendo o computador.

A «secretária electrónica»

A «secretária electrónica» incorporada no computador pessoal Xerox 8010 Star é um exemplo da substituição do papel pela elec-

trônica num escritório moderno. Este computador pode apresentar uma representação estilizada de uma mesa no seu visor, dando assim ao utilizador todos os pontos de referência desejados. Não necessita de qualquer conhecimento específico do computador para ser utilizado, dado que foi realizada muita investigação no sentido de garantir que pudesse ser usado de modo natural.

O visor pode representar cada actividade de um escritório por uma imagem simbólica (um «ícone»), por exemplo, uma caixa de ficheiro, um maço de papel, um caixote do lixo, etc. Todas estas imagens correspondem a objectos clássicos no escritório, e representam tipos bem definidos de actividade. Assim, o ficheiro é associado a actividades envolvendo ficheiros, quer se trate de obtenção de dados ou de armazenamento de novas informações. É possível ao utilizador de uma destas estações de trabalho criar a sua própria secretária electrónica e posicionar os ícones de modo a representar as suas actividades e formas preferidas de as organizar. Pode-se usar um «rato» (controlo manual), a fim de comandar os movimentos de um cursor no visor. À medida que o rato é deslocado sobre uma superfície lisa, o cursor move-se no visor de forma correspondente. Selecciona-se uma dada actividade usando o rato para colocar o cursor sobre o ícone respectivo e carregando num botão existente no rato.

Esta estação de trabalho pode actuar como um pequeno computador, um processador de texto ou um sistema de base de dados. Pode produzir e mostrar gráficos, permitindo assim a apresentação de tabelas de números de uma forma muito mais fácil de compreender sob a aparência de gráficos de diversos tipos. Pode igualmente funcionar como um terminal de um grande computador, e ser usada para aceder a informação nele armazenada. No entanto, o utilizador pode levá-lo a assumir qualquer destes papéis através da simples selecção do ícone apropriado, actuando sempre de um modo análogo ao de um funcionário num escritório convencional. Não é necessário ter qualquer consciência do modo como funciona o computador ao nível electrónico, conseguindo-se porém um tremendo aumento de eficiência como resultado da disponibilidade instantânea de recursos e informações.

O efeito sobre os esquemas de trabalho no escritório

O esquema geral de trabalho no escritório evoluiu ao longo de diversas fases, desde que este tipo de trabalho se começou a generalizar. O aparecimento de nova tecnologia, incluindo a secretária

electrónica e o escritório (mais ou menos) sem papel, constituem um estímulo no sentido de uma maior evolução.

O escritório do século XIX continha tipicamente um certo número de pessoas trabalhando de modo razoavelmente independente. Era imposta pouca organização sistemática ao funcionamento global do escritório, de tal modo que as pessoas se deslocavam de um lado para outro em função das suas necessidades de consultar um ficheiro, falar a um colega, a um cliente, etc. Este estilo de trabalho é ainda praticado, obviamente, em muitos pequenos negócios e não só.

O escritório altamente organizado, tipo linha de produção, foi desenvolvido e introduzido pelas grandes empresas quando o volume de trabalho e o número de clientes aumentaram para níveis que os métodos anteriores já não permitiam enfrentar. Neste caso, como no de uma linha de produção, as actividades a realizar no escritório são divididas em pequenas fases, e cada funcionário aceita o que lhe é passado, realiza o trabalho que lhe é atribuído, e passa o resultado para o nível seguinte. Tendo já estado em contacto com grandes organizações com escritórios organizados deste modo, todos conhecemos as suas desvantagens. Qualquer encomenda ou transacção que se esteja a realizar é quase impossível de seguir. Qualquer emenda a uma transacção que não tenha sido prevista na organização inicial do escritório torna-se impossível de executar. Por outro lado, do ponto de vista do funcionário, o trabalho torna-se aborrecido e repetitivo. Consequentemente, os melhores funcionários abandonam o serviço enquanto os menos competentes ficam e a qualidade do trabalho executado se deteriora.

Actualmente, com o advento da nova tecnologia, a organização do escritório pode voltar ao modelo anterior, mas com notórios melhoramentos. O trabalho pode novamente ser orientado em função das transacções, sendo cada funcionário responsável pelo seu próprio conjunto de contas. No entanto, não há necessidade de perder tempo caminhando até um ficheiro ou até à secretária de um colega, porque na estação de trabalho moderna toda a informação relevante está imediatamente disponível. Se necessário, é possível contactar os colegas por correio electrónico a partir da estação de trabalho. Mais ainda, o computador pode recolher e juntar toda a informação relevante, garantindo que nada foi desprezado.

De facto, toda a informação armazenada no computador é acessível de fora do escritório, quando é ligado um dispositivo adequado ao telefone. Devido a isto, o vendedor que visita um cliente po-

de obter informações completas e actualizadas sobre a transacção usando o telefone em casa do cliente. Do mesmo modo, é possível realizar trabalho em casa em condições tão boas como no escritório. É igualmente fácil trabalhar no fim-de-semana ou durante a semana, pois se o computador está disponível, também a informação contida o está. Por outro lado, não existe a habitual desculpa de «alterações a serem feitas», justificando a impossibilidade de obter documentos: o computador retém toda a informação independentemente do estado em que se encontra.

Deste modo, a nova tecnologia não só ajuda a alterar os padrões de trabalho no escritório, como ainda torna o trabalho mais interessante e permite que este seja feito eficazmente. Outros efeitos secundários podem reduzir a necessidade dos escritórios em grande medida, a não ser como local onde se encontram os computadores centrais, ou pelo contrário criar a necessidade de ainda mais funcionários de escritório.

Tratamento do texto

Dado que a produção de texto constitui uma parte tão vital do funcionamento de qualquer escritório, vale a pena examinar o modo como isto é feito no escritório moderno, isto é, recorrendo a um processador de texto. O processador de texto é o sucessor da máquina de escrever, com a qual tem muito em comum. Pode constituir um equipamento dedicado a esta função, ou apenas um programa que é executado no computador de uso geral. Em qualquer dos casos terá um teclado semelhante ao de uma máquina de escrever, se bem que dispondo de algumas teclas extra. Disporá igualmente de um qualquer tipo de visor, no qual o texto é apresentado em vez de ser impresso em papel, e de uma unidade de armazenamento, quase invariavelmente à base de disco, na qual é guardado o texto.

Assim, no caso de um processador de texto, este é escrito num teclado do mesmo modo que numa máquina de escrever. No entanto, quando se escreve o texto não há necessidade de nos preocuparmos com a disposição das linhas, dos parágrafos ou das páginas, pois o processador de texto pode ser instruído de modo a resolver estes problemas automaticamente. O processador de texto pode receber instruções no sentido de definir o comprimento das linhas de texto, de justificar ou não à direita, de dividir o texto por páginas com um determinado número de linhas, e de executar diversas outras operações. É assim possível produzir documentos

sem erros, porque quaisquer correcções ou alterações ao texto podem ser realizadas electronicamente sobre o texto já armazenado. O texto pode depois ser armazenado no visor do processador de texto para efeitos de verificação, restando apenas imprimi-lo em papel se assim se quiser. Isto resolve todos os problemas associados à escrita directa em papel, incluindo a correcção de erros e a necessidade de escrever novamente um documento até obter uma cópia perfeita.

Como o texto é armazenado electronicamente, é possível inserir parágrafos normalizados, igualmente guardados no processador de texto, em quaisquer documentos ou cartas. É ainda possível produzir versões personalizadas de uma carta normalizada ou qualquer outro documento, misturando o texto normal e os elementos de personalização obtidos num ficheiro apropriado, que geralmente fornece, para cada carta, o nome do destinatário e os detalhes mais importantes sobre ele. Poupa-se assim muito tempo ao produzir cartas normalizadas, circulares, etc. É óbvio que se torna ainda necessário dispor de um dactilógrafo que escreva inicialmente o texto. De facto, para obter um bom rendimento do processador de texto, são necessários bons dactilógrafos. Os programas de apoio que podem ser executados em processadores de texto podem aumentar bastante a produtividade dos dactilógrafos. Podem usar-se programas que verificam erros de escrita ou a gramática de um documento, e que poupam o tempo que de outro modo seria necessário para verificar e corrigir cada documento.

Uma outra consequência do armazenamento electrónico de texto num processador de texto é que, como já mencionámos anteriormente, é possível comunicá-lo, usando um sistema de teletexto, directamente para outro processador de texto a fim de o imprimir num visor. Pode ser impresso em papel no terminal de destino em caso de necessidade, mas é possível comunicar e consultar o texto sem qualquer necessidade de recorrer ao papel.

A figura 5.1. mostra algumas entradas num sistema de tratamento de texto bastante típico chamado RUNOFF. O texto é primeiramente escrito para um ficheiro, da forma que for mais apropriada. A disposição inicial do texto não tem qualquer significado. O texto é acompanhado de instruções que especificam exactamente a forma de formatar a impressão final. Cada linha de instruções começa por um parágrafo. Trata-se de uma prática comum em tratamento de texto, podendo ser usada com segurança dado que é improvável que uma linha de texto se possa iniciar por um ponto indicando parágrafo. Todas as instruções apresentadas na figura

```

.sp 2
.para 0,1,2
.ps 62, 78
.sp
.lm 10
Supervisor: Dr Marshall.
  ^&Project' specifications\&
  1. ^&CAD of PCB layouts\&
    The aim of this project is to develop software for the
    computer-aided design of printed circuit board layouts.
    The Polytechnic's DEC 10 computer and its graphics peripherals
    will be used, in particular the Sigma colour terminal and the
    Hewlett-Packard graph plotter.
    The project will begin by developing ways of displaying layouts
    that are already designed. It will proceed by directing the computer to
    carry out more and more of the design.

  2. ^&Development of a microcomputer communications network\&
    The project is based on the use of PET microcomputers as
    communications terminals, and the ultimate aim of the project is to
    link three (or more) of them in a ring so that any terminal can
    communicate with any other.
    The project will progress towards this aim by the following progressive
    steps:
    .LT
    1. familiarity with the PET
    2. simulating the communications process on a single PET
    3. establishing point-to point communication between two PETS
    4. establishing the network
    .EL

```

Fig. 5.1 — Texto para RUNOFF.

5.1. são dadas de forma abreviada. As formas mais compridas explicam-se a si mesmas, desde que se conheça um pouco de inglês, mas a tabela 5.1. apresenta uma lista completa das instruções RUNOFF na sua forma abreviada e por extenso, além de indicar os respectivos efeitos.

Tabela 5.1. — Algumas instruções RUNOFF.

Forma abreviada	Forma por extenso	Significado
.AP	.AUTOPARA	Interpretar espaços no início de uma linha como início de um parágrafo.
.B	.BLANK	Deixar um certo número de linhas em branco.
.EL	.END LITERAL	Final de segmento de texto a tratar literalmente, não formatado.
.I	.INDENT	Inserir um dado número de espaços no início da linha seguinte.
.LM	.LEFT MARGIN	Definir posição da margem esquerda.
.LT	.LITERAL	Início de segmento de texto a ser tratado literalmente.
.P	.PARA	Definir apresentação de parágrafos.

.PG	.PAGE	Iniciar uma nova página.
.PS	.PAGE SIZE	Definir tamanho da página.
.SP	.SPACING	Definir espaçamento de linha.
	&	Sublinhar texto seguinte.
	&	Final de texto sublinhado.

Depois de o texto ter sido escrito juntamente com os comandos necessários, o conjunto pode ser usado como entrada no programa de tratamento de texto. A saída resultante é apresentada na figura 5.2.

Os sistemas mais modernos de tratamento de texto tendem a formatar o texto do modo requerido, à medida que é escrito, guardando-o já formatado. Nestas condições é difícil ilustrar o arranjo do texto antes e depois do processamento, tal como fizemos no caso de RUNOFF.

Supervisor: Dr Marshall.

Project specifications

1. CAD of PCB layouts

The aim of this project is to develop software for the computer-aided design of printed circuit board layouts. The Polytechnic's DEC 10 computer and its graphics peripherals will be used, in particular the Sigma colour terminal and the Hewlett-Packard graph plotter.

The project will begin by developing ways of displaying layouts that are already designed. It will proceed by directing the computer to carry out more and more of the design.

2. Development of a microcomputer communications network

The project is based on the use of PET microcomputers as communications terminals, and the ultimate aim of the project is to link three (or more) of them in a ring so that any terminal can communicate with any other.

The project will progress towards this aim by the following progressive steps:

1. familiarity with the PET
2. simulating the communications process on a single PET
3. establishing point-to point communication between two PETs
4. establishing the network

Fig. 5.2. — Texto após processamento por RUNOFF.

No entanto, a fim de ilustrarmos as potencialidades de um processador de texto bastante potente, a tabela 5.2. mostra-nos as instruções que podem ser usadas no programa Wordstar, um processador de texto dependente de menus que pode ser executado em qualquer computador que utilize o sistema operativo CP/M. Todas as operações listadas em cada menu são escolhidas carregando nas teclas apropriadas. Isto envolve geralmente carregar na tecla marcada CONTROL e noutra simultaneamente. As operações não indicadas no menu podem ser escolhidas carregando nas teclas necessárias para imprimir o menu que as contém.

Tabela 5.2. — Instruções de Wordstar.

Controlos de cursor

~S	Caracter esquerdo	~W	Rolar uma linha para cima
~D	Caracter direito	~C	Rolar uma imagem para cima
~E	Linha superior		
~X	Linha inferior		
~A	Palavra esquerda	<i>Apagar</i>	
~F	Palavra direita	~Y	Apagar linha
~K 0-9	Definir/cortar 0 a 9	~T	Apagar palavra direita
~QS	Extremidade esquerda da linha	~G	Apagar caracter direito
~QD	Extremidade direita da linha	[DELETE]	Apagar caracter esquerdo
~QE	Topo do visor	Q [DELETE]	Apagar para o lado esquerdo da linha
~QX	Fundo do visor	~QY	Apagar para o lado direito da linha
~QR	Início do ficheiro		
~QC	Final do ficheiro	<i>Margens</i>	
~Q 0-9	Marcar 0 a 9	~OL	Definir margem esquerda
<i>Rolamento de linhas</i>		~OC	Centrar texto
~Z	Rolar uma linha para baixo	~OF	Definir margem esquerda
~R	Rolar uma imagem para baixo	~OR	Definir margem direita
		~OX	Libertar margem

Funções especiais

~QW	Passagem de palavra para a linha seguinte
~B	Reformatar parágrafo
~QP	Cursor para posição anterior
~OT	Mostrar régua
~V	Inserir espaços
~OD	Comandos de pontos
~O	Estado

Deslocamento de blocos

~KB	Marcar início de bloco
~KK	Marcar final de bloco
~KV	Deslocar bloco
~KC	Copiar bloco
~KY	Apagar bloco
~KW	Escrever bloco
~KR	Ler ficheiro
~KJ	Apagar ficheiro
~KH	Apresentar texto marcado
~QB	Início de bloco cursor
~QK	Final de bloco cursor

Gravação

~KD	Final de montagem
~KS	Gravar e remontar
~KX	Gravar e eliminar programa
~XQ	Abandonar montagem

Funções de impressão

~PS	Sublinhar
~PT	Índice superior
~PB	Impressão a cheio
~PH	Cobrir impressão
~PD	Dupla impressão
~PX	Segunda impressão
~PV	Índice inferior

~KP Imprimir

Espaçamento

~OS Espaçamento de linha

Procura

~QF Procura de cadeia de caracteres

~QV Cursor para ponto inicial

~QA Descobrir e substituir caracteres

~L Descobrir e substituir de novo

Instruções diversas

~QQ Repetir instrução seguinte

~U Interromper

~J Menu

~JH Indicar nível

Comandos de pontos

.LH Altura de linha

.CW Largura de carácter

.PL Comprimento de papel

.PO Deslocamento de página

.MT Margem superior

.HM Margem de título

.HE Cabeçalho

.MB Margem inferior da mancha

.FM Margem inferior

.FO Pé de página

.PC Coluna do número de página

.PA Nova página

.CP Página condicional

.OP Omitir números de página

.PN Número de página

.IG (...) Comentário

Fabrico

Diversas indústrias introduziram a automação nos seus processos de fabrico, e os exemplos já mencionados até agora incluem linhas de produção e robots soldadores. No entanto, os verdadeiros benefícios da introdução da Tecnologia da Informação no fabrico decorreu da automação de toda a operação começando na concepção do produto e incluindo a gestão e a logística além da automa-

ção da própria fábrica. Coordenando o fluxo de informação para todo um projecto de fabrico, adquirem-se os mesmos tipos de benefícios que já encontrámos no caso do escritório.

Actualmente, a maior parte das linhas de produção automatizadas só podem realizar acções repetitivas sobre cada produto fabricado, quer se trate de um automóvel, de uma máquina-ferramenta, de um circuito microelectrónico ou qualquer outra coisa, à medida que progride ao longo da linha. Um robot manipulador que faça parte da linha de produção realiza geralmente a mesma tarefa sobre cada produto, quer se trate de pintar uma carroçaria ou verificar um circuito microelectrónico. Neste tipo de situação, o robot é programado analogicamente por um operador que, depois de o programar para um modo de funcionamento que lhe permite aprender as acções a efectuar, o ensina, obrigando-o a mover-se do modo apropriado à execução da tarefa em causa. O robot é depois capaz de repetir toda a sequência de movimentos que lhe foi ensinada para cada produto na linha de produção, realizando assim a sua tarefa. Nestas condições, a maior parte das linhas de produção automáticas só podem enfrentar situações normalizadas, repetitivas. Não podem reagir a circunstâncias invulgares, como um automóvel que não se encontre na posição correcta ou um circuito invertido. Estes sistemas automáticos são flexíveis apenas na medida em que podem ser programados diferentemente de modo a executarem diversas tarefas, mas não são «inteligentes», na medida em que não conseguem adaptar-se a qualquer circunstância anormal. Uma das principais áreas de desenvolvimento da produção automática reside no uso de sistemas «inteligentes», ou capazes de se adaptarem a diferentes condições.

Fluxo de informação e processo de fabrico

Numa indústria que produza em massa objectos separados como aviões, automóveis, etc., existem cinco áreas que podem ser ligadas de modo a coordenar o fluxo de informação. São as seguintes:

- (a) A concepção do produto
- (b) O armazenamento e recuperação de informação sobre o produto;
- (c) A gestão e controlo de todos os recursos usados no fabrico do produto, incluindo materiais, trabalhadores e maquinaria;

- (d) A encomenda, armazenamento e manuseamento de materiais; e
- (e) O controlo da maquinaria, quer esta seja accionada automaticamente ou não.

Examinaremos cada uma destas áreas separadamente.

1. *Concepção.*

A concepção auxiliada por computador é um instrumento que tem sido adoptado rapidamente em muitas indústrias. Em algumas tornou-se essencial, como único modo eficaz de concepção de produtos complexos. Muitas vezes substituiu inteiramente o gabinete técnico de concepção.

A concepção auxiliada por computador foi primeiramente introduzida pela General Motors para auxiliar à concepção de automóveis, tendo sido pouco depois adoptada pela Boeing na concepção de aviões. Nestas aplicações, são concebidas formas complexas como a de uma carroçaria ou uma asa de avião. Depois de concebidas, podem ser observadas de qualquer ponto de vista, dado que se encontra armazenada no computador uma descrição completa da sua geometria. Isto é muito mais satisfatório do que tentar estudá-la a partir das três plantas (a superior e duas laterais) produzidas pelo desenhador. Por outro lado, deixa de ser necessário construir modelos físicos a fim de poder visualizar as formas.

Como o computador dispõe de toda a informação necessária quanto à forma de cada produto, pode igualmente testar as qualidades desta descrevendo-o a um programa apropriado. Nestas condições, a qualidade de uma ideia pode ser determinada executando um programa de análise de tensões, tal como se pode definir a resistência ao vento recorrendo a um programa que incorpore as fórmulas aerodinâmicas apropriadas. Isto reduz também a necessidade de modelos físicos, de túneis de vento, etc.

Os utilizadores da concepção com base em computadores nas indústrias de automóveis e aviões depressa aprenderam a incorporar modelos computadorizados do corpo humano nas suas concepções, de modo a poderem testar a funcionalidade do interior de um automóvel ou da cabina de um avião, manipulando o modelo humano e verificando se este conseguia atingir os comandos ou sentar-se confortavelmente.

Deste modo, a concepção com base no computador estabeleceu-se como um meio superior de concepção em muitas áreas. Pode

produzir concepções que são completamente verificadas antes de se iniciar o fabrico, permitindo a eliminação de «falsos arranques». No caso de produtos complexos como os aviões ou os microcircuitos, é difícil imaginar que tenham podido ser concebidos originalmente sem recurso a um computador.

2. *Base de dados*

Depois de ser concebido um elemento, toda a informação quanto à sua forma fica guardada no computador, podendo ser incorporada numa base de dados. Pode ser usada directamente no processo de fabrico. Não há qualquer necessidade de produzir desenhos especiais para uso na zona fabril, por exemplo para a montagem da maquinaria de fabrico apropriada.

A ideia de que a informação produzida na fase de concepção é precisamente a necessária na fase de fabrico ilustra a importância de dispor de uma base de dados centralizados com toda a informação relativa aos produtos fabricados. Sem se usar um computador central e um armazenamento sistemático de toda a informação, é provável que esta seja guardada em diferentes locais, podendo apresentar-se sob uma forma incompleta ou contraditória. Quando é necessário proceder a alterações, a realização destas numa base de dados central garante que a informação actualizada fica imediatamente à disposição de todos os seus utilizadores, não havendo riscos de ser ainda usada uma versão já desactualizada.

Se todas as partes e módulos envolvidos no fabrico dos produtos forem sistematicamente classificados e guardados na base de dados, é possível detectar se se estão ou não a usar partes diferentes, mas equivalentes, para um mesmo efeito em diferentes locais. Se estiverem, pode-se racionalizar o uso das partes de modo a reduzir o número de peças diferentes em armazém, ou usar apenas as mais baratas. Quando é necessário conceber um novo módulo para uma dada fase do fabrico, pode-se consultar a base de dados a fim de verificar se já existe ou não um projecto. Se existir, não é necessário repeti-lo. Destes modos, e de outros, uma base de dados central pode permitir consideráveis poupanças e melhoramentos.

3. *Gestão, coordenação e controlo*

Para ilustrar a forma como o uso de uma base de dados central pode facilitar a coordenação das diferentes fases de fabrico, consideremos o caso de uma peça que deve ser torneada numa máquina.

O computador pode ser informado sobre a forma que a matéria-prima tem, e obter a informação necessária sobre a forma final da peça a partir da sua base de dados. Nestas condições, o computador guarda toda a informação relevante para o fabrico da peça e pode, recorrendo a um programa apropriado, definir o trajecto que deve ser percorrido pela máquina de corte a fim de produzir a peça. Deste modo, é possível executar automaticamente processos de fabrico, usando a informação produzida na fase de concepção.

4. *Materiais e maquinaria*

Além de guardar a informação relativa à concepção da peça ou equipamento e às partes que o constituem, a base de dados central pode armazenar informações quanto aos materiais necessários para fabricar cada peça, o tempo necessário para os receber depois de encomendados, e a duração do processo de fabrico. Então, quando existe uma encomenda de um certo número de artigos para fornecimento em determinada data, é possível calcular a partir da data de entrega o momento em que será necessário dispor da matéria-prima adequada. Se se dispõe de um programa para tal, o computador central pode produzir encomendas para obtenção das quantidades de materiais apropriadas no momento mais correcto. Os processos de fabrico podem evoluir de acordo com prazos que têm em conta os objectivos da produção. Como não é mantido em *stock* qualquer material durante mais tempo do que o necessário, resultam poupanças da não existência de *stocks* desnecessários (mesmo tendo em conta a incerteza da procura).

Deste modo, o uso de um computador central e de uma base de dados pode conduzir a um movimento livre da informação através de um processo de fabrico completo, de tal modo que este possa ser completamente coordenado e gerido de modo eficaz.

Tecnologia auxiliada por computador

A aplicação de técnicas avançadas com base em computador na indústria é muitas vezes designada por «computer-aided engineering» (CAE). Os dois principais ramos do CAE são designados muitas vezes por concepção e fabrico apoiados em computador (CADCAM) e por concepção, fabrico e teste apoiados em computador (CADMAT). O governo inglês promove esquemas de encorajamento ao uso do CADCAM e do CADMAT na indústria, com o objectivo de aumentar a sua produtividade e eficácia.

O CAD/CAM refere-se ao uso do CAE nas indústrias que envolvem uma tecnologia mecânica ou eléctrica. Nestas indústrias o computador pode ser usado, das formas já examinadas, para ajudar à concepção e fabrico de uma vasta gama de produtos. Podem-se modelar superfícies e volumes, sendo os dados da concepção passados à fase de fabrico. Na figura 5.3. apresenta-se uma aplicação típica.

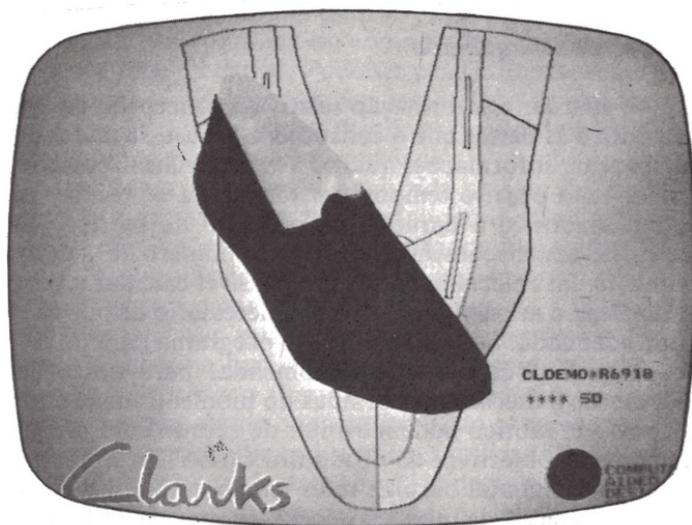


Fig. 5.3. — Concepção CAD/CAM de sapatos.

O CAD/MAT refere-se ao uso do CAE na indústria de electrónica, onde a produção de circuitos electrónicos para computadores, equipamento electrónico e equipamento doméstico apresenta requisitos especiais. A concepção dos circuitos pode ser incrivelmente complicada, devendo ser definida de acordo com as restrições especiais associadas aos componentes electrónicos. O teste e a verificação são particularmente complexos, devendo os modelos ser testados satisfatoriamente antes da fase de fabrico. É igualmente necessário conceber os circuitos de tal modo que, depois de fabricado, cada circuito possa ser novamente verificado, por exemplo para o caso de ter sido feito numa pastilha de silício imperfeita. Os problemas de fabrico de microcircuitos serão melhor examinados numa secção mais adiante. A figura 5.4. mostra uma fase da concepção de um circuito pelo sistema CAD/MAT.

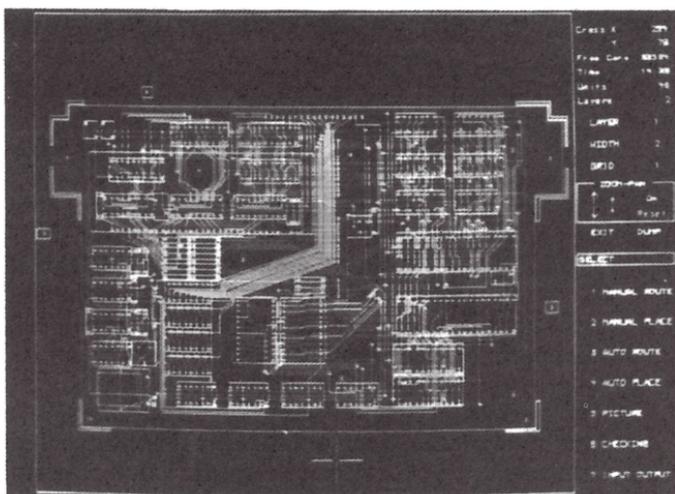


Fig. 5.4. — Imagem CADMAT de concepção de um circuito.

A importância dos gráficos

Como é óbvio, é absolutamente essencial tanto no caso do CAD/CAM como no do CAD/MAT, poder produzir e apresentar gráficos de alta qualidade, a fim de se poder dispor de todas as vantagens da concepção com base no computador. Apresentando os modelos com rapidez e rigor, obtém-se acesso imediato a eles em qualquer das formas que possa ser conveniente para o utilizador. Permitindo ao operador interactivar com os modelos apresentados, e alterá-los, o sistema transforma-se num instrumento de concepção que é fácil e prático de usar e permite a criação e modificação de módulos muito mais rapidamente do que recorrendo a quaisquer outros meios. Se for necessário um desenho, pode ser sempre obtido ligando uma impressora gráfica ao terminal a fim de obter em papel uma cópia do modelo apresentado no visor. A capacidade para representar gráficos de um modo visual é a chave do êxito desta instalação.

Existem muitos *packages* de software para a criação e manipulação de gráficos de computador. São normalmente escritos numa de poucas linguagens gráficas, sendo até certo ponto portáteis, isto é, podendo ser executados em alguns computadores diferentes. Foi recentemente aceite a nível internacional uma norma respeitante

aos programas de gráficos. É conhecida pelo nome de GKS (de Graphics Kernel System), sendo provável que no futuro a maior parte dos programas deste tipo sejam escritos usando esta norma. No entanto, qualquer boa linguagem para gráficos deve possuir instruções para alterar as imagens apresentadas, permitindo a sua rotação, aplicação ou deslocamento, de modo a apresentar qualquer vista do objecto que interesse ao utilizador. Deve ser igualmente capaz de tratar objectos sólidos, tridimensionais, produzindo vistas em perspectiva realistas de qualquer ponto desejado. Com estas facilidades, a forma de uma carroçaria de automóvel, por exemplo, pode ser observada de qualquer ângulo, sendo também possível ampliar uma parte de um circuito ou qualquer objecto a fim de o inspecionar em maior detalhe.

Uma linguagem gráfica sofisticada, como a necessária em CAD-CAM, poderá armazenar um catálogo de formas, qualquer das quais possa ser invocada e acrescentada a um desenho, sendo usada como bloco constitutivo na criação de um novo objecto. Um sistema especialmente concebido para uso por arquitectos pode não só ser utilizado para conceber edifícios, como ainda armazenar representações de paisagens a fim de o edifício em causa poder ser colocado num ambiente específico, permitindo a avaliação do conjunto.

Fornecendo uma vasta gama de cores e uma alta definição, os gráficos de computador permitem a criação de imagens intensamente realistas. Isto por sua vez torna a estação de trabalho para concepção por computador muito valiosa numa vasta gama de aplicações.

Alguns exemplos de técnicas auxiliadas por computador

Esta secção apresenta três exemplos da forma como as técnicas auxiliares por computador são realizadas. Em cada caso, a aplicação de alta tecnologia torna possível um funcionamento que dificilmente seria viável de outro modo.

1. *Fabrico de placas de circuito impresso.* A tendência geral nos circuitos electrónicos é no sentido de construção de circuitos cada vez mais complexos. Isto aplica-se a circuitos microelectrónicos, cujo actual modo de fabrico permite a inclusão de um número cada vez maior de componentes num único circuito. Aplica-se também às placas de circuito que contêm e interligam circuitos integrados e outros componentes que se encontram no interior de computadores e equipamentos diversos. O efeito da diminuição de preço

dos componentes electrónicos não consiste exactamente na diminuição do custo dos equipamentos de consumo, mas sim na tendência para o fabrico de equipamentos mais sofisticados ao mesmo preço. Isto ajuda igualmente a reforçar a tendência para uma maior complexidade dos circuitos.

Por estas razões, quase todas as empresas da indústria electrónica devem ter possibilidades de conceber e produzir placas de circuitos impressos. O modo mais eficaz de o fazer consiste em recorrer ao CADMAT. O êxito deste depende naturalmente da disponibilidade do software, mas já houve bastantes desenvolvimentos neste campo.

Os problemas da concepção de uma placa de circuito impresso residem no posicionamento de componentes e na definição dos trajectos condutores de modo a interligar os componentes da forma adequada. Um problema principal da definição destes trajectos é que não devem cruzar-se. Se tal acontecer, serão criados trajectos e ligações condutoras que não foram previstas na concepção original, e o circuito resultante não se comportará da forma prevista. Os trajectos podem ser estabelecidos de ambos os lados da placa para auxiliar à resolução deste problema, podendo os trajectos em faces opostas serem ligados entre si através de orifícios na placa.

Uma estação de trabalho especialmente concebida para concepção de circuitos impressos e execução do software apropriado a esta função pode tratar automaticamente os problemas da concepção, apresentando depois a solução mais apropriada. O técnico deve dar andamento ao processo fornecendo os dados iniciais relativos à forma da placa, os componentes que devem ser inseridos nela, e as interligações entre eles. O software pode então produzir um modelo completo, ou talvez quase completo, dependendo da complexidade do circuito e das potencialidades do software. O modelo resultante é apresentado, e quando está incompleto o técnico pode interactuar com a estação de trabalho de modo a completá-lo manualmente ou fazer uma alteração e entregar ao software a tarefa de terminar o circuito. O técnico pode sempre alterar o modelo produzido pelo software, mas como o software de qualidade incorpora sempre o saber de técnicos experientes, o utilizador tende geralmente a evitar a tentação de «melhorar» os resultados. A informação produzida nesta fase é depois passada à de fabrico, sob a forma de máscaras fotográficas para execução dos circuitos.

O papel dos gráficos na apresentação dos modelos de circuitos é aumentado recorrendo a diferentes cores para representar os tra-

jectos que se encontram nos diferentes lados da placa. Os orifícios nesta e as posições dos componentes podem ser indicados usando outras cores. As partes incompletas de um modelo podem ser sublinhadas usando linhas a tracejado ou levando-as a cintilar. A possibilidade de ampliar apenas uma parte do modelo permite o exame detalhado dessa parte, enquanto uma «panorâmica» executada ao longo do circuito permite seguir um dado trajeto condutor a fim de verificar se persistem nele quaisquer problemas.

2. *Simulação.* Desenvolveu-se um sector considerável da indústria baseado na simulação. O seu mais conhecido produto é o simulador de voo, com o qual se treinam pilotos de aviões, mas existem igualmente simuladores de navios e tanques.

A vantagem do simulador de voo é que as empresas de aviação podem gastar muito dinheiro num simulador para treino dos seus pilotos, dificilmente atingindo os custos que decorreriam do uso de um dos seus aviões para o mesmo efeito. Por outro lado, o uso de um simulador permite não arriscar um avião caro.

Um piloto civil pode realizar todo o seu treino num simulador, ao ponto de o seu primeiro voo real poder ser já um voo comercial normal. Para tornar isto possível, a experiência de «voo» em simulador deve ser tão realista quanto possível, até para convencer o piloto a levar o treino a sério. Para garantir a fidelidade do simulador, a empresa que o fabrica adquire geralmente ao fabricante do avião uma fita de computador contendo todos os dados relativos ao avião e ao seu fabrico. O simulador é construído do mesmo modo, tanto quanto possível, e usando os mesmos componentes. Quando o simulador se encontra terminado, a sua «performance» é comparada com a do avião a fim de verificar se se comportam do mesmo modo, comparando-se uma fita com as suas características de funcionamento «em voo» com as do avião.

O simulador fornece ao piloto a mesma vista que ele teria da cabina de um avião, dando-lhe ainda a mesma sensação de movimento. A vista é produzida por computadores, e apresentada em visores que ocupam os espaços onde deveriam estar as janelas do avião. Um segundo computador controla os comandos do simulador, provocando acções que simulam a sensação de movimento associadas à manobra em causa. Os dois computadores estão ligados entre si a fim de coordenar a parte visual e o movimento.

Como é óbvio, os fabricantes de simuladores dependem dos computadores em grande medida. Primeiro para a transferência, armazenamento e recuperação de grandes quantidades de infor-

mação, e depois para utilizar o simulador de uma forma verdadeiramente realista.

3. Armazéns automáticos

Se se utiliza um computador para controlo dos *stocks* guardados num determinado armazém, de tal modo que contenha portanto toda a informação relativa aos produtos nele contidos e à localização destes, é óbvio que a máquina contém já toda a informação necessária para poder controlar um sistema capaz de guardar automaticamente quaisquer produtos que cheguem ao armazém ou para recuperar os que nele se encontram e enviá-los para o exterior. Na figura 5.5. podemos observar um sistema deste tipo.

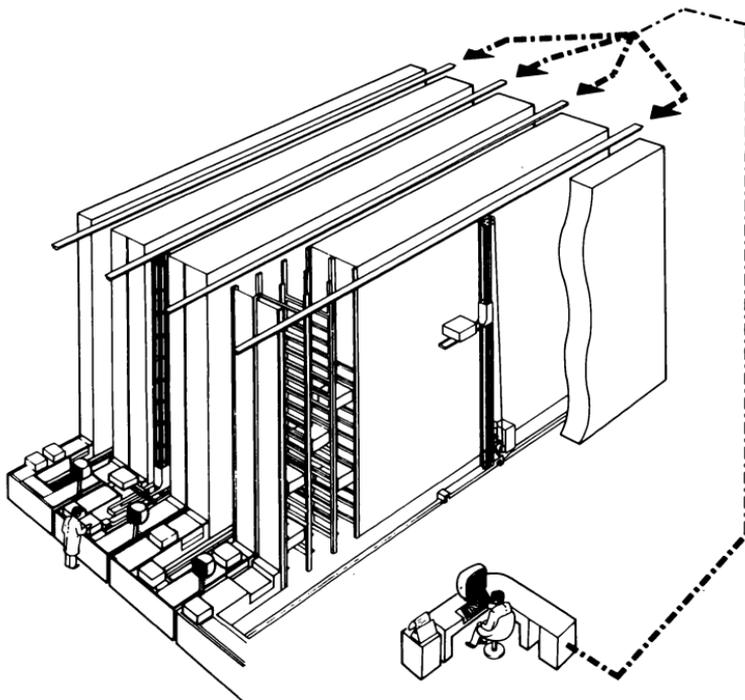


Fig. 5.5. — Armazém automático.

Note-se que um tal sistema pode ser completamente accionado a partir de um terminal de computador. Para operar com o sistema, é apenas necessário que o utilizador indique à máquina o código associado ao artigo considerado, acrescentando uma indicação quanto ao que se pretende fazer com ele — armazená-lo ou retirá-lo do local onde se encontra guardado. O computador encarrega-se em seguida da execução desta tarefa, podendo simultaneamente realizar a necessária actualização dos registos de *stock*.

A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Ao longo de vários anos foram realizadas diversas tentativas de desenvolvimento de meios de automação adequados ao ensino e à aprendizagem. Toda uma geração de «máquinas de ensinar», consistindo geralmente em dispositivos mecânicos para apresentação de páginas de informação sob a forma de texto e imagens convencionais, como num livro, mostrou constituir um fracasso. Isto deveu-se essencialmente ao facto de os utilizadores considerarem tais dispositivos aborrecidos. É hoje possível verificar que na época, finais dos anos 50 e início dos anos 60, a tecnologia de apoio a estas técnicas ainda não se encontrava disponível, ou não o estava a um preço que permitisse vulgarizar estas máquinas mesmo que tivessem tido êxito. Como é óbvio, o computador contém já a tecnologia necessária.

Os computadores têm sido usados na educação praticamente desde que foram concebidos. Com efeito, alguns dos primeiros foram até concebidos e construídos em universidades. Se os computadores originais foram essencialmente usados para investigação científica, a sua simples presença em instituições educativas estimulou inevitavelmente um certo interesse pela forma como poderiam ser usados no ensino e na aprendizagem. Como resultado do trabalho que entretanto foi feito, existem já diversas técnicas com este fim.

Existem já há alguns anos livros de «aprendizagem programada». Neste tipo de livro, uma página apresenta uma certa quantidade de informação seguida de uma pergunta com várias respostas possíveis, concebida para testar a compreensão do leitor relativa-

mente ao material tratado. Conforme a resposta dada, o leitor é dirigido para diferentes páginas. Depois de dar a resposta certa, o leitor é enviado à secção seguinte. Uma resposta incorrecta conduz a um retorno à página de informação anterior, dando ao leitor a possibilidade de tentar absorver o material, ou para uma página que contenha mais informações susceptíveis de aumentar a compreensão do leitor.

Como é óbvio, um computador pode ser programado para apresentar a informação de um modo semelhante, mas mostrando visores com dados em vez de páginas. Com efeito, existem certas linguagens de programação especiais, por exemplo a Pilot, que servem precisamente para programar computadores deste modo. No entanto, se se pretende usar um computador deste modo, é necessário que apresente, pelo menos, algumas vantagens relativamente a um livro de ensino programado. Pode ser melhor do que um livro porque pode armazenar os resultados de um aluno na sua memória e, depois de ter lido um dado visor com informação, pode executar uma acção que dependa dos resultados gerais do aluno em vez de reagir apenas a uma informação. Pode analisar os resultados do aluno para diversos tipos de dificuldade que este tenha, ou apresentar gráficos que dêem maior vivacidade ao material tratado, recompensando o utilizador no caso de dar a resposta correcta ou encorajando-o quando tem menos êxito. Se bem que o uso de gráficos possa tornar o computador mais atraente e aumentar a utilidade dos programas de aprendizagem, os gráficos não constituem de facto uma área *standard*, particularmente no caso dos microcomputadores, e isto torna difícil construir programas portáteis utilizando gráficos, susceptíveis de serem executados em mais do que um tipo de computador.

A disponibilidade de microcomputadores baratos conduziu à sua introdução em escolas. Independentemente daquilo para que são usados, a sua eficácia nas escolas depende inteiramente da disponibilidade de software apropriado. Existe já algum, em diversos países, mas os professores têm mostrado ter bastante imaginação na adaptação ou uso de programas pouco ortodoxos, que originalmente não foram pensados para uso educacional. Em última análise, os professores encontram-se na melhor situação possível para conhecerem as necessidades que o computador deve resolver, sendo portanto as pessoas mais bem colocadas para o escreverem.

A existência de técnicas de programação de computadores que auxiliam a educação, a disponibilidade de computadores, e a com-

binação de computadores e equipamento video começa a transformar verdadeiramente a educação.

Instrução de aprendizagem com auxílio do computador

A instrução auxiliada por computador e a aprendizagem auxiliada por computador são as designações de dois métodos bastante diferentes de uso do computador como auxiliar da educação. Convém compreender a distinção entre os dois métodos, se bem que estas designações já indiquem qualquer coisa. No caso da instrução auxiliada por computador, o estudante é um receptor passivo dos dados ou informação transmitidos pela máquina, enquanto no caso da aprendizagem auxiliada por computador o estudante participa activamente num ambiente de ensino produzido pelo computador.

A instrução auxiliada por computador usa a máquina para instruir o aluno sobre um tópico particular, geralmente restrito, como a resolução de problemas aritméticos ou a aprendizagem de vocabulário francês. O computador transmite um corpo de conhecimentos ao estudante. A iniciativa pertence assim ao computador, que assume o papel de professor.

Alguns temas prestam-se a este tipo de tratamento. Outros, incluindo tópicos que devemos dominar continuamente, como o reconhecimento de palavras ou números, são bons candidatos a esta instrução auxiliada por computador. Os tipos de programas habitualmente usados com este método são os de treino e os análogos aos textos programados já referidos anteriormente. Em ambos os casos, perguntas de ensaio colocadas a intervalos estratégicos poderão ser usadas para determinar a forma como o estudante está a progredir, e para o ajudar em caso de necessidade. Um programa imaginativo de instrução auxiliada por computador terá em conta os possíveis problemas do estudante, apresentará perguntas que permitam detectá-los e fornecerá depois o seu auxílio quando é detectado um problema. Uma dificuldade aqui envolvida reside no facto de ser bastante difícil prever *todas* as respostas que um estudante pode dar e que podem indicar compreensão do tema ou falta desta. No entanto, no caso da instrução auxiliada por computador o aluno pode sempre progredir à velocidade mais adequada.

Já foram escritos muitos programas de instrução auxiliada por computador, e talvez não seja surpreendente que um bom número destes tenham a ver com tópicos relativos a computadores, como o

ensino da linguagem Basic ou de uso de teclados. Mas se bem que este tipo de instrução tenha já adquirido um lugar próprio, existem muitos tópicos que não podem ser reduzidos a um método tão mecânico como este. De facto, muitos críticos argumentam até que este método mecânico torna a instrução auxiliada por computador indesejável porque é desumanizante.

Esta reacção à instrução auxiliada por computador conduziu, até certo ponto, ao desenvolvimento da aprendizagem auxiliada por computador. Neste caso, procura-se sublinhar o papel do aluno e não o do computador. Pretende-se que a máquina forneça um ambiente, baseado em objectos e ideias, que o estudante possa explorar. Experimentando este ambiente, ou através dos seus erros, o estudante pode aperceber-se de ideias gerais ou relacionar ideias que previamente lhe pareciam desconexas. Deste modo, a aprendizagem auxiliada por computador é um método de educação muito mais geral e poderoso do que o anterior, se bem que o estudante deva lutar para obter benefícios, em vez de os receber passivamente. Talvez a forma mais conhecida desta aprendizagem auxiliada por computador seja a Logo, que será examinada na secção seguinte.

A Logo

A Logo foi concebida por Seymour Papert, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Se bem que se trate de uma linguagem de programação, grande parte da literatura que se refere a ela insiste no facto de se tratar muito mais de uma filosofia de educação do que de uma simples linguagem. Isto significa apenas que a Logo pode ser usada para criar ambientes de aprendizagem.

O aspecto mais conhecido desta linguagem é a «tartaruga». Esta pode consistir numa tartaruga «verdadeira», isto é, num objecto hemisférico com rodas que se pode deslocar livremente no chão, controlado por ordens do computador, por este recebidas em Logo; ou numa simples tartaruga representada no visor, e que é controlada do mesmo modo. A Logo dispõe de comandos como FORWARD, BACK, LEFT e RIGHT (avancar, recuar, esquerda e direita), que levam a tartaruga a mover-se em qualquer direcção. Usando estas ordens combinadas entre si, a tartaruga pode seguir qualquer trajectória, percorrendo um círculo, uma espiral, etc. Pode ainda desenhar uma linha ao mesmo tempo que se move, dado que a tartaruga física dispõe de uma caneta que pode baixar ou

levantar, enquanto a tartaruga do visor pode deixar ou não um traço que indica o seu caminho. Deste modo, qualquer das «tartarugas» pode ser usada para desenhar formas e curvas.

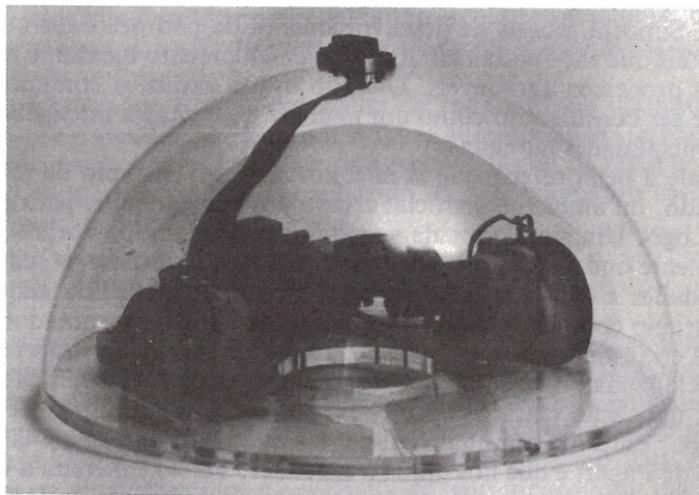


Fig. 6.1. — Uma «tartaruga».

A tartaruga e as suas ordens Logo constituem um bom exemplo daquilo a que Papert chama um «micromundo»; isto é, um mundo restrito criado pelo computador e no qual a experimentação, a exploração e a descoberta podem ocorrer. O micromundo é o ambiente de ensaio fornecido pela Logo. Este micromundo específico permite deslocar uma tartaruga e manobrá-la de qualquer modo desejado, desenhando simultaneamente curvas e formas de tal modo que seja possível explorar as relações físicas entre objectos, desenvolver planos de movimento e investigar as leis da geometria. Se uma criança pretende levar a tartaruga a seguir um determinado trajecto ou desenhar uma dada curva, pode seguir ela própria esse trajecto verificando como a tartaruga procede. O controlo da tartaruga relaciona-se directamente com uma certa gama de actividades humanas normais. Mas este tipo de actividade esconde a essência da aprendizagem auxiliada por computador, pois neste caso a criança (ou o adulto) programa o computador para realizar uma investigação porque está interessada no resultado. Pelo contrário, no caso da instrução apoiada em computador, o estudante é pro-

gramado pelo computador, com informação que pode ou não interessar-lhe.

A criação de um micromundo usando a Logo fornece oportunidades de ensaio e exploração de ideias, isto é, de aprendizagem *activa*. Suporta modos de desenvolvimento de padrões e estruturas mentais que são fundamentais ao desenvolvimento mental, e torna estes processos agradáveis. Quando usado assim, o computador pode ser considerado como um meio de aumentar a inteligência e potencialidades humanas.

Vale a pena referir que já encontramos um exemplo de micromundo, ou ambiente artificial criado por computador, para além da Logo. Um simulador de voo é um micromundo. Fornece um ambiente onde um piloto pode experimentar, investigar as suas capacidades e explorar métodos alternativos ao ponto de adquirir um treino completo no uso do avião. Dado que o computador pode já criar um ambiente em que é possível aprender uma tarefa tão especializada como a condução de um jumbo, encontramos aqui uma indicação clara das possibilidades de aprendizagem oferecidas por estes micromundos. Uma das qualidades da Logo na opinião de Papert é que nos ajuda a aprender. Tendo em conta a velocidade cada vez maior da mudança no campo da evolução técnica, é cada vez maior o número de pessoas que se vêem forçadas a aprender novas capacidades e ideias durante o seu tempo de trabalho normal e a sua vida em geral. O papel que a Logo em particular e aprendizagem auxiliada pelo computador em geral podem desempenhar no nosso esforço pessoal de actualização são óbvios.

Um dos conceitos importantes da Logo envolve a substituição da ideia de fracasso, e do sentido natural de desencorajamento que lhe está associado, por algo muito mais positivo. Quando se explora uma dada ideia, por exemplo o modo de levar uma tartaruga a seguir um determinado trajecto, se a primeira tentativa não dá bons resultados, não é considerada como um fracasso mas apenas como uma tentativa que pode ser melhorada. Um outro modo de exprimir isto consiste em afirmar que um programa Logo que não faz o que era esperado não deve ser considerado como «errado», mas como contendo um «erro» que pode ser alterado. Pensar deste modo encoraja-nos a corrigir os erros, ou a examinar os procedimentos de modo a verificar porque razão não funcionam da maneira pretendida, adaptando-os de modo a fazerem-no. Esta atitude é essencial para um programador de computador, mas é igualmente necessária na vida quotidiana. As coisas raramente funcio-

nam bem da primeira vez, mas existe uma tendência vulgar para considerar que as coisas estão «certas» ou «erradas», e isto não é útil quando se tenta fazer funcionar alguma coisa, particularmente no caso de ser relativamente complexa. A atitude muito mais positiva, consistindo num exame cuidadoso tentando descobrir os erros e na sua correcção ulterior, é precisamente encorajada pela Logo.

Como a Logo é uma linguagem de programação completa, o bom programador pode definir muitos micromundos, talvez nem sequer envolvendo a tartaruga, mas esta continua de facto a constituir o micromundo mais conhecido e, pelo menos no caso das crianças, tem tido bastante êxito.

Computadores nas escolas

A comercialização do microcomputador de baixo preço tornou possível a sua difusão pelas escolas. De facto, o Departamento da Indústria inglês lançou um esquema «Micros nas Escolas» que, juntamente com o «Programa de Microelectrónica na Educação» lançado pelo Departamento de Educação do mesmo país, inclui entre os seus objectivos a existência de pelo menos uma máquina em cada local de ensino. Quando dispõe de programas apropriados de instrução ou aprendizagem, o computador pode ser usado como auxiliar para qualquer tema.

Não se pretende substituir os professores pelo computador, mas sim fornecer àqueles um óptimo auxiliar. O professor de matemática recebe muitas vezes a incumbência de tratar do computador da escola. Isto pode consituir uma escolha particularmente infeliz dado que, devido à falta de professores neste campo, estes se vêm perante um número de tarefas excessivo. O computador pode ser usado em todos os temas, e qualquer professor pode encarregar-se dele. Não é de modo algum necessário compreender o hardware dado que, na maior parte dos casos, só o software é verdadeiramente importante.

Já foi dito que a simples presença de um computador na escola tem a vantagem de expor os alunos a um equipamento tecnologicamente avançado, que virá a desempenhar um papel importante no futuro das crianças. Isto poderá ser verdade, mas o computador escolar deve ganhar o seu lugar como instrumento educativo que justifique a sua presença. Se não o consegue fazer, o seu futuro mais provável será apañhar pó numa prateleira.

Uso na escola primária

Existe uma certa quantidade de software para aplicações concretas concebido especificamente para uso em escolas primárias. A equipa do Projecto Microelectrónica na Educação, e outros grupos de programadores, trabalham actualmente no desenvolvimento destes programas em Inglaterra, existindo aplicações geralmente associadas ao ensino da leitura e da aritmética, e outras de instrução em história e geografia. Os programas de geografia utilizam muito os gráficos, apresentando mapas de regiões, rios e cidades para verificação dos conhecimentos geográficos dos alunos. Os programas de história verificam datas, reinados e sequências de reis e rainhas, como se poderia esperar. Existe igualmente em Inglaterra software para aprendizagem auxiliada por computador, e algumas escolas primárias utilizam a Logo e uma tartaruga robot.

Um bom exemplo de um programa eficaz, especificamente escrito para uso nas escolas primárias é «A Ilha da Aventura» («Adventure Island»). Como o seu título indica, é uma mistura de um jogo de aventuras e de uma simulação. O computador apresenta um mapa de um grupo de ilhas onde se encontra escondido um tesouro. As crianças devem navegar o seu barco de uma ilha para outra, recolhendo as preciosidades por uma dada ordem, mas dispondo apenas de quantidades limitadas de comida e água. Devem evitar os piratas, e encontram-se sempre sujeitas a doenças e desastres naturais. Os benefícios das crianças não se reduzem ao prazer de jogar, mas também ao estímulo que o jogo representa para a realização de outras tarefas, para a discussão e para as decisões de grupo sobre os passos seguintes.

Um grupo de crianças necessitará apenas de usar o programa durante um curto período todas as semanas para avançar um pouco mais na realização do seu objectivo. Isto é suficiente para estimular a escrita de um texto imaginativo sobre o desenvolvimento da aventura ou para uma discussão animada sobre esta. Cada criança pode amplificar a acção «real», preenchendo as lacunas, introduzindo as suas próprias fantasias e invenções. Um envolvimento numa aventura que pode parecer surpreendente para um adulto pode tornar-se bastante real para a criança. Mais ainda, o estímulo que o jogo constitui enquanto actividade de grupo fornece às crianças muitos tópicos de discussão e de tomada de decisões, que seriam difíceis de conseguir sem recorrer ao uso do computador.

Os programas não concebidos originalmente para uso educativo podem ser usados com vantagem em escolas primárias para atingir objectivos limitados. Os jogos de acção podem ser úteis para o reconhecimento de letras quando são usadas teclas bem definidas para o controlo da acção. Os programas de *puzzles* podem ajudar a desenvolver a capacidade das crianças para resolverem problemas quando adaptados ao seu estágio de desenvolvimento.

Usos nas escolas secundárias

Nas escolas secundárias a utilidade dos computadores pode ser considerada como uma extensão natural do uso que lhes é dado nas escolas primárias, se bem que em muitas escolas secundárias o computador constitua motivo de estudo formal. Podem-se usar programas de simulação em muitas áreas incluindo a história e a ciência. As simulações históricas envolvem obviamente uma simulação de acontecimentos históricos, mas apresentam o interesse especial de permitirem aos alunos interactuarem com o programa, tomando decisões. Assumir o papel de um dado carácter histórico e tomar as decisões que lhe correspondem pode dar ao aluno uma notável percepção dos acontecimentos históricos envolvidos. A simulação de experiências científicas e estatísticas permite a realização de demonstrações que de outro modo não seriam possíveis. O uso de microcomputadores para controlar outros equipamentos pode ajudar no estudo da física e de disciplinas técnicas.

Certos programas de gestão de recursos, como os de tratamento de texto, de gestão de ficheiros e de cálculos comerciais ou matemáticos podem ser usados com grandes vantagens nas escolas. Se bem que não sejam concebidos para este tipo de utilização, mas sim para trabalho comercial, podem de facto ser bastante valiosos. Um processador de texto pode ajudar a produzir versões melhoradas de trabalhos escritos. Substitui os problemas de revisão destes textos. Um programa de gestão de ficheiros serve para fichar informação, permitindo a sua rápida recuperação sempre que necessário. Funciona de uma maneira análoga à de um ficheiro manual. Constitui um modo muito prático de guardar informação, podendo ser usado para guardar todos os elementos indispensáveis a um projecto, listas, etc. Os programas de cálculo são usados para criar modelos de, por exemplo, operações negociais, e para determinação dos efeitos das alterações neles introduzidas. Estes programas podem assim ser usados em áreas tão diferentes como a economia

e a geografia, tratando quaisquer problemas complexos e dinâmicos. Todos estes programas podem portanto ser bastante úteis na escola. Quando os usam, as crianças adquirem por outro lado um certo treino de uso do tipo de software que irão provavelmente usar nas suas carreiras futuras.

A programação de computadores é por vezes ensinada nas escolas, normalmente no âmbito de uma cadeira de informática geral. A experiência demonstrou que as crianças conseguem escrever programas bastante sofisticados com idades incrivelmente reduzidas. Dado que a programação de computadores encoraja o desenvolvimento de certos atributos básicos, no campo da organização e do planeamento, é até discutível o interesse da introdução de computadores em escolas primárias. A definição de uma sequência de acontecimentos é geralmente difícil de ensinar às crianças jovens, mas a Logo pode aqui tornar-se bastante útil.

A tecnologia da informação na educação superior e especializada

Os computadores podem também ser muito úteis para efeitos educativos ao nível dos cursos superiores. São obviamente essenciais nos cursos de Informática. Em estudos comerciais, podem apresentar jogos de simulação financeira. Os técnicos e arquitectos podem usar programas de concepção por computador para realizarem os seus estudos. Com o auxílio de gráficos de alta qualidade, os químicos podem rapidamente observar o efeito, mesmo a um nível molecular, de uma experiência conceptual realizada em computador.

O uso de uma rede para ligar os computadores existentes em diferentes instituições permite trocar informações e partilhar recursos.

OS COMPUTADORES PESSOAIS E A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A presença de um computador pessoal no lar e o facto de poder ser usado juntamente com a televisão e o telefone, que já nele existem, permite trazer directamente para casa todas as vantagens devidas à Tecnologia da Informação. Assim, a combinação do computador, da televisão e do telefone trazem o videotexto a casa do público (pelo menos em certos países). Dispondo de uma ligação e de software apropriados, um computador pessoal pode ser ligado a outras redes de comunicações e usado como terminal que permite o acesso aos seus recursos. Pode-se assim utilizar em casa software do tipo usado na indústria e no comércio. Por exemplo, pode-se usar um processador de texto para cartas pessoais, e programas de gestão de ficheiros para dirigir em casa um pequeno negócio. Existe ainda algum software educativo para uso doméstico. Destas e de outras maneiras, praticamente todos os desenvolvimentos no campo da Tecnologia da Informação podem ser trazidos ao lar e usados de modo mais apropriado.

O computador pessoal

O computadores pessoais de reduzido custo como os fabricados pela Commodore e pela Sinclair, apresentados na figura 7.1., existem já em muitas casas. Uma razão vulgarmente dada para a aquisição destes computadores é o seu uso para efeitos educativos, muitas vezes para aprendizagem de informática, e ainda para auxiliar à educação em geral. Se bem que este possa constituir o uso que se pretende dar-lhes, parece no entanto, que o seu uso mais

vulgarizado é na execução de jogos. Se bem que esta actividade possa dar bastante prazer, é de facto bastante trivial tendo em conta a gama de aplicações em que os computadores podem e *são* de facto usados. Observa-se já uma tendência no sentido de evitar os jogos e ter em atenção usos mais sérios, desejando-se que esta tendência continue a existir. Com uma maior consciência das potencialidades do computador pessoal, e uma maior educação sobre o modo de o usar, é de crer que aumente a sua eficácia no lar.



Fig. 7.1. — Microcomputador de baixo preço.

Para usar um computador pessoal para uma dada aplicação, é necessário dispor do software apropriado, e muitas vezes é igualmente indispensável possuir alguns extras de equipamento ligados ao computador e controlados por ele. Um extra deste tipo é geralmente designado por *periférico*. Uma das razões do uso de computadores pessoais para jogos é que existe muito software deste tipo de boa qualidade, enquanto há escassez de programas educativos e para outros fins. Por outro lado, os programas de jogo são relativamente baratos por existir um vasto mercado para eles, e o software «sério» é mais caro. Mesmo quando comparados com o custo do computador, os periféricos tendem a ser caros. Por exemplo, uma impressora, essencial para uso do computador em tratamento de texto, custa aproximadamente o mesmo que o computador (em Inglaterra), e uma tartaruga robot para uso com a linguagem Logo é relativamente cara. No entanto, existe software sério para uso em computadores pessoais: a própria Logo pode ser executada em vários, existindo também diversos programas de tratamento de texto para a maior parte das máquinas.

Quase todos os computadores pessoais mais recentes dispõem de boas capacidades para tratamento gráfico e sonoro. Os gráficos podem ser usados para melhorar a eficácia dos programas em praticamente qualquer aplicação, como já vimos em capítulos anteriores. Muitos computadores pessoais possuem um tipo especial de grafismos conhecidos pela designação geral de *sprites*, concebida essencialmente para a escrita de programas de jogo. Este tipo de gráficos permite a criação de uma forma, a sua coloração e o seu posicionamento no visor. Em seguida é possível colocar a forma em movimento, especificando a sua velocidade e a direcção em que se deverá mover. O computador manterá em seguida este movimento automaticamente. Os sistemas usando *sprites* permitem geralmente o emprego simultâneo de vários, podendo detectar a colisão entre eles. Isto torna os *sprites* ideais para a criação de jogos do tipo «Invasores do Espaço». No entanto, os *sprites* podem ser igualmente usados para formar sistemas de gráficos interactivos que, apesar de serem criados de modo diferente do usado na indústria e noutros ambientes, podem ter potencialidades semelhantes. Se bem que as aptidões gráficas dos computadores pessoais tenham sido originalmente concebidas para a criação de jogos, podem ser usadas de modo a criar óptimos programas de aplicações sérias, por exemplo para concepção auxiliada por computador.

As aptidões dos computadores no campo sonoro são também pensadas originalmente para aplicação em jogos, mas a maior parte dos computadores podem criar sons que são suficientemente variados e interessantes para criar sonoridades musicais satisfatórias. Assim, alguns computadores podem ser usados como instrumentos musicais. Acrescentando periféricos e circuitos integrados, alguns conseguem até sintetizar a voz. É ainda óbvio que, em termos de gráficos e de som, os computadores pessoais dispõem de uma capacidade de apoio a muitas aplicações sofisticadas, mesmo não conseguindo equivaler aos sistemas comerciais e industriais, muito mais caros.

Os computadores podem ser igualmente usados em casa para efeitos de controlo. Podem ser usados para comandar o aquecimento central, verificando a temperatura ambiente da casa. Podem ligar a desligar lâmpadas em momentos previamente definidos, ou até aleatoriamente, talvez numa tentativa de enganar possíveis ladrões quando ninguém está em casa. Podem abrir e fechar cortinas em resposta à luminosidade ambiente no interior da casa.

Desenvolveu-se já em Inglaterra e noutros países uma indústria

para desenvolvimento de software para computadores pessoais. Os únicos recursos necessários para produzir programas, de facto, são os programadores e os computadores. Muitos programas de jogo foram escritos nestas circunstâncias, e muitas vezes por jovens programadores que provavelmente conhecem bem os gostos dos utilizadores deste tipo de software. No entanto, são igualmente produzidos outros tipos de programas.

Não seria correcto dar a entender que todos os computadores pessoais são vendidos a baixo preço e, se bem que os mais baratos possam ser usados para aplicações sérias, torna-se praticamente essencial adquirir um computador pessoal mais caro para uso em aplicações como a condução de um pequeno negócio ou o registo em ficheiro de um número razoável de artigos.



Fig. 7.2. — O microcomputador Apple Liza.

Comunicações

Praticamente todos os computadores pessoais dispõem da capacidade de comunicar. Em geral, possuem pelo menos duas toma-

das onde podem ser ligados periféricos para comunicações, cada uma delas suportando um modo de comunicação diferente. A saída RS232C é uma delas: permite uma ligação normalizada para troca serial, ou sequencial, de dados. Foi concebido para a transferência de dados bit a bit entre um computador e um periférico, e para transmissão serial, através de um modem, ao longo da rede telefónica. A segunda ligação suporta a transferência de dados em paralelo. Neste modo de comunicação são transmitidos simultaneamente vários bits, normalmente oito (o que equivale a um *byte*). A saída IEEE 488 está muito vulgarizada para este efeito.

Usando uma destas ligações é possível utilizar um computador pessoal como terminal de comunicações ou ligá-lo a uma rede de comunicações. Desde que disponha do software apropriado, pode-se usar o computador pessoal para teletexto e videotex. Em Inglaterra formou-se uma rede para uso com microcomputadores — a Micronet. Permite o acesso à informação e a aquisição de programas, dispondo ainda de um serviço de mensagens para uso dos possuidores de computadores pessoais.

Periféricos

Muitos dos desenvolvimentos resultantes da aplicação da Tecnologia da Informação podem ser utilizados em casa desde que se acrescentem os periféricos apropriados ao computador pessoal. Em qualquer aplicação séria, o acrescento de discos para armazenamento e de uma impressora será provavelmente essencial. O uso de um leitor de código de barras permite ao computador ser usado como parte de um sistema de controlo de stocks numa pequena loja, mas permite ainda à máquina ler programas impressos na mesma forma. Este é um modo rápido e prático de comunicar programas ao computador, além de ser bastante útil para a comercialização destes. Para este efeito liga-se ao computador uma caneta luminosa, que é depois passada sobre as barras. O acrescento de um dispositivo para impressão de gráficos permite por outro lado obter saídas gráficas de qualidade.

Os computadores pessoais podem ser igualmente usados para controlo de robots. A tartaruga é um exemplo disto, mas é possível usar ainda certos braços robot vendidos a preço reduzido, como o da figura 7.3. A fase seguinte nesta linha de desenvolvimento é o «robot pessoal», capaz de realizar tarefas úteis em casa, como limpar carpetes ou cortar a relva em jardins.

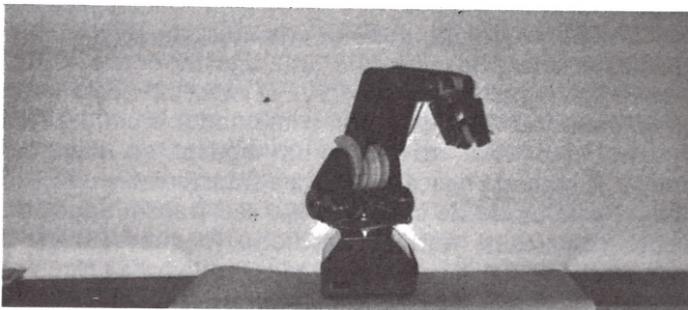


Fig. 7.3. — Um braço robot

Conclusões

As potencialidades do computador pessoal, incluindo as de que dispõe no campo das comunicações, transformam-no numa base a partir da qual é possível desenvolver um sistema que utilize todos os desenvolvimentos resultantes da introdução da Tecnologia da Informação, que passam assim a estar disponíveis em casa e ao nível de um uso puramente individual. A gama de periféricos disponíveis torna possível a estes sistemas adquirirem uma potência e sofisticação semelhantes às dos usados na educação, no comércio e na indústria. Em todos os casos, é indispensável um software apropriado para apoio e controlo do funcionamento tanto do computador como dos periféricos usados.

O FUTURO

Estão já connosco muitas aplicações avançadas da Tecnologia da Informação, e muitas mais estão já planeadas para o futuro, incluindo, talvez principalmente, a próxima geração de computadores. Neste capítulo daremos uma ideia de alguns dos desenvolvimentos mais interessantes mencionados até agora, na medida em que não se relacionam com os temas dos capítulos anteriores. Ofereceremos também alguns relances sobre o futuro, extrapolando a partir dos desenvolvimentos actuais. Um conceito chave, partilhado por várias das aplicações avançadas actuais e pelas que possivelmente ocorrerão no futuro, é o tratamento do conhecimento.

Comunicações

A introdução de novos sistemas de comunicação pode por vezes conduzir à aplicação da Tecnologia da Informação, e por vezes é o resultado desta. Assim, os sistemas de comunicação por satélite foram originalmente introduzidos com o objectivo principal de melhorar o sistema telefónico internacional, mas actualmente, com o auxílio de computadores, podem oferecer uma gama de serviços muito mais vasta. Por outro lado, o planeamento de serviços de televisão por cabo e outros que podem ser traduzidos ao lar através de uma rede por cabo exige a instalação de uma nova rede, com novas potencialidades em termos de transmissão, baseadas por exemplo na tecnologia das fibras ópticas.

Comunicações por satélite

Os sistemas de comunicação por satélite estão em uso comercial desde o lançamento do Early Bird em 1965. Colocando um satélite de comunicações numa órbita com um raio de 35 800 quilómetros, este dá uma volta à Terra exactamente à mesma velocidade a que esta roda sobre si mesma. Consequentemente, o satélite mantém uma posição fixa relativamente à Terra. Pode nestas condições receber sinais provenientes de antenas de transmissão fixas, e enviá-las para outras antenas de recepção, igualmente fixas. Como os sinais recebidos nestas estações terrestres são muito fracos, é necessário dispor de um potente sistema receptor, convindo portanto que este não seja forçado a seguir permanentemente a trajectória do satélite, mantendo-se pelo contrário continuamente apontado para ele.

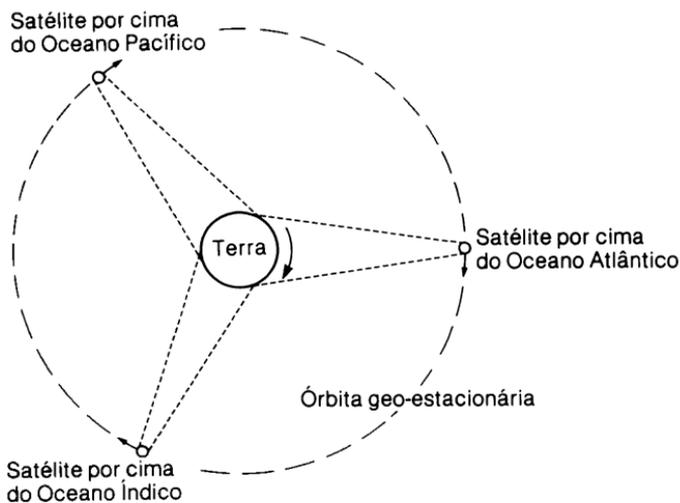


Fig. 8.1. A rede Intelsat.

Como se mostra na figura 8.1., um sistema consistindo em três satélites em órbita geo-estacionária sobre o equador terrestre pode cobrir toda a Terra. Um sistema deste género é utilizado pela International Telecommunications Satellite Organization (Intelsat), um grupo constituído por cerca de cem nações, que possui satélites sobre o Atlântico, o Pacífico e o Índico. Usando este sistema, quaisquer utilizadores localizados em qualquer ponto da Terra po-

dem comunicar entre si, através das estações terrestres mais próximas e do satélite apropriado.

O sistema Intelsat encontra-se actualmente na sua quinta geração. As sucessivas gerações utilizaram satélites cada vez maiores a fim de permitirem uma maior capacidade de comunicação, e utilizaram uma tecnologia de comunicações cada vez mais moderna. O Intelsat V usa técnicas de comunicação digital e pode tratar diferentes tipos de sinais, incluindo telefonia e televisão, simultaneamente, usando uma técnica conhecida pelo nome de acesso múltiplo em tempo dividido (TDMA). Nesta técnica, é possível transmitir um certo número de sinais para o satélite a partir de diferentes estações terrestres, enviando-as em curtas torrentes, temporizadas de uma forma precisa por controlo de computador de modo a chegarem ao seu destino em sequência, não se sobrepondo. O satélite pode em seguida retransmitir todos esses sinais para os respectivos destinos na Terra, podendo tratar uma mistura flexível de sinais sem qualquer dificuldade.

Cada satélite Intelsat é acompanhado por um segundo, que o substitui no caso de falha de funcionamento. Os satélites dispõem ainda de pequenos motores que podem colocá-los novamente na posição correcta quando se desviam, como inevitavelmente acontece. A quantidade de combustível que os satélites podem transportar determina de facto o seu tempo de vida útil, tendo sido este, no caso da geração Intelsat IV, sete anos. A economia das comunicações por satélite baseia-se no facto de permitirem uma dada capacidade nas comunicações internacionais que, mesmo tendo em conta os custos de lançamento, se torna muito mais barata do que o outro método alternativo, os cabos transoceânicos.

Devido à natureza da transmissão por satélite, a emissão directa de serviços nacionais, além dos internacionais, torna-se uma hipótese bastante atraente. Um satélite constitui geralmente um modo muito mais barato de realizar uma cobertura completa dos clientes potenciais do que a instalação de uma rede de cabos.

Comunicações ópticas

O meio convencional de transmitir sinais de comunicação foi o cabo e, no caso da rádio e das transmissões por satélite, o ar. Recentemente foi ainda introduzida a fibra óptica. Esta consiste de facto num novo tipo de cabo, estando a substituir rapidamente o cabo coaxial como meio de suporte a transmissões em circuito fechado. Uma fibra óptica é basicamente um fio comprido e delgado

de vidro bastante puro. É possível transmitir impulsos luminosos através da fibra de tal modo que os dados binários, ou, igualmente bem, a voz digitalizada, podem ser transmitidos usando um impulso de luz para representar um algarismo binário, e a ausência de impulso para representar o outro. As fibras ópticas podem transportar impulsos de luz a grandes velocidades; por exemplo, não são invulgares velocidades de centenas de milhões de impulsos por segundo. Isto dá-lhes uma maior capacidade para transportar informação do que qualquer meio convencional.

Num sistema de comunicação óptica, o transmissor deve conter uma fonte de luz, que consiste geralmente num pequeno laser ou num díodo emissor de luz (LED). O receptor deve ser capaz de detectar a luz, e normalmente incorpora um dispositivo chamado semicondutor sensível à luz. A proporção de sinal perdido quando transmitido por fibra óptica é muito reduzida comparativamente às correspondentes perdas em cabo coaxial. Podem-se conseguir valores de atenuação de 0,1 decibéis por quilómetro. Nestas condições, as fibras ópticas estão bem apropriadas a transmissões a grande distância, se bem que tal como em qualquer outro meio de transmissão digital o sinal deva ser interceptado após ter viajado uma determinada distância, a fim de ser «limpo» e retransmitido; só assim é possível garantir a sua recepção em boas condições a grandes distâncias. O dispositivo que limpa os sinais e os retransmite é chamado *repetidor*.

As fibras ópticas são fabricadas em duas formas diferentes conhecidas por multimodo e monomodo. Em fibras «multimodo», a luz passa através de um núcleo central com um diâmetro de aproximadamente um vigésimo de milímetro. Mesmo numa fibra óptica tão delgada, a luz pode dispersar-se à medida que viaja. Consequentemente, são necessários repetidores ao fim de alguns quilómetros. O núcleo interior de uma fibra monomodo tem um diâmetro de aproximadamente dois centésimos de milímetro. O trajecto percorrido pela luz neste tipo de fibra está quase inteiramente restringido aos raios directos, pelo que os impulsos de luz não se difundem apreciavelmente e os repetidores podem ser muito mais distanciados entre si. No entanto, as fibras monomodo são muito mais difíceis de fabricar e juntar do que as multimodo. Em ambos os tipos de fibra, o núcleo cilíndrico em fibra encontra-se rodeado por uma segunda camada de vidro, fabricada com um vidro de menor índice refractor de modo a aumentar a reflexão da luz no interior do núcleo central. Este encontra-se por sua vez rodeado

por uma terceira camada onde os vidros podem ser depositados durante o fabrico e que produz um diâmetro total de um oitavo de milímetro, que constitui de facto a dimensão normal destas.

Quando as fibras ópticas são montadas, podem ser facilmente colocadas no interior dos tubos já existentes para instalação de cabos coaxiais, dada a sua menor espessura. Ao mesmo tempo, a capacidade muito maior destas fibras significa que são muito mais vantajosas do que os cabos por elas substituídos. Em Inglaterra, a Mercury Communications Ltd. pretende criar uma rede de comunicações própria, instalando fibras ópticas ao longo das linhas de caminho de ferro. Não sendo necessário enterrar as fibras, reduz-se o custo de instalação da rede, além de se tornar mais barato a mais fácil mantê-la. Adicionalmente, isto não poderia ser feito no caso de se usarem cabos coaxiais devido às perturbações magnéticas como as tenções induzidas, interferências e ruídos diversos que o equipamento associado ao caminho de ferro pode produzir.

Este meio de comunicação, que foi desenvolvido quase inteiramente para telecomunicações, está agora a ser considerado para substituição do fios de cobre no interior de instalações computadorizadas. Neste caso os trajectos são sempre de curta distância, o que permite o uso de fibras de qualidade inferior, multimodo.

Assim, apesar de as principais aplicações dos sistemas de comunicação óptica se verificarem em telecomunicações, têm um uso potencial em todos os casos em que se utilizam fios e cabos condutores. Dado que o seu modo de funcionamento é digital, são ideais para uso em comunicações controladas por computador, comunicações destas máquinas entre si, e redes de dados.

Comunicações telefónicas

O primeiro sistema automático de comunicação telefónica foi montado em inícios do século. Ao enfrentarem problemas como o do modo de usar os impulsos produzidos ao discar um número para definir o destino de uma chamada telefónica, e como usar do melhor modo o número fixo de computadores, os homens que conceberam esses sistemas apresentaram ideias como as de um registo, um programa armazenado, e a tradução para uma linguagem-máquina a partir de uma linguagem de aplicações. Todos estes conceitos são fundamentais para a concepção de computadores, e no entanto, foram incorporados nas comunicações telefónicas muito antes de surgirem sequer os primeiros computadores. Assim, os sistemas telefónicos automáticos foram sempre computa-

dores com um objectivo específico. Isto é ainda mais evidente hoje, quando as comunicações telefónicas podem ser processadores, que comutam sinais digitais transferindo-os de uma linha de entrada para a linha de saída apropriada. Por exemplo, o sistema computadorizado da British Telecom, conhecido pelo nome de Sistema X, tem um funcionamento inteiramente digital. Não só comuta os sinais como ainda usa as suas capacidades de processamento para realizar muitas outras operações, incluindo a gravação da informação necessária para produzir as contas telefónicas e construir estatísticas que ajudam à gestão do sistema telefónico.

O Sistema X é um sistema telefónico com uma concepção flexível e modular, em que cada módulo se baseia num microprocessador. Os microprocessadores são programados para realizar as funções da comunicação telefónica, desde a comutação de sinais e estabelecimento de chamadas telefónicas até à extracção e armazenamento de informação necessária para a produção das contas a pagar. Devido à sua concepção modular, o Sistema X pode ser configurado a partir dos módulos apropriados (cada um deles com um programa adequado) de modo a satisfazer uma vasta gama de necessidade em diferentes redes telefónicas. Assim, pode ser levado a tratar diferentes volumes de tráfego ou a realizar determinados serviços.

Quando está a tratar sinais digitais, é natural que o sistema possa ser considerado como um computador digital. Com efeito, a única diferença prática entre um sistema nestas circunstâncias e um computador consiste em o sistema dispor de um número de entradas e saídas bastante superior ao do computador. Dado que o sistema é um computador, pode realizar qualquer serviço para o qual esteja programado, e os sistemas modernos permitem a ligação automática a partir de números marcados uma só vez, a ligação de vários telefones para uma conversação entre várias pessoas, e a procura automática de trajectos alternativos para ligações bloqueadas. Antes da introdução dos sistemas automáticos, os serviços deste tipo podiam ser fornecidos por um operador numa ligação manual. Os sistemas automáticos estão apenas a começar a comparar-se a, e a ultrapassar, os serviços que o operador podia prestar. No futuro, desde que se disponha de programação adequada, estes serviços poderão oferecer muito mais possibilidades. Por exemplo, incorporando técnicas da inteligência artificial, não existe qualquer razão para, ao comutar uma chamada de um país para outro, estes sistemas serem capazes de traduzir simultaneamente de uma língua para outra.

Instalação de cabos

As propostas e a legislação apresentadas em Inglaterra para a televisão por cabo deram origem a um novo ímpeto no campo da instalação de ligações directamente à casa das pessoas, de modo a fornecer-lhes diversão e, simultaneamente, uma vasta gama de serviços de comunicação. A necessidade de fazer esta instalação pode ser posta em causa quando o sistema actualmente existente cobre mais de 70% dos lares, e já permite de facto a realização de uma vasta gama de serviços. No entanto, não permite o transporte de imagens em movimento a alta definição, e portanto não pode transportar o sinal televisivo, tal como não pode transmitir dados a alta velocidade (dados transmitidos a velocidades superiores a 2M bits por segundo). Este segundo facto restringe o uso do telefone no transporte de dados para instalações comerciais.

Em Inglaterra já existem mais de meio milhão de lares ligados a sistemas de cabo. Mas a restrita capacidade de transmissão destes e a limitação legal à transmissão de material nacional levaram estes sistemas a tornarem-se cada vez menos competitivos relativamente aos serviços de difusão. A instalação dos novos sistemas relacionará os dois referidos campos tecnológicos, bastante diferentes. Ambos são também muito diferentes no modo como fornecem os seus serviços. Os operadores de cabo fornecem diversão em condições que são dominadas por considerações económicas, e num sentido único. Os operadores de difusão fornecem potencialidades de comunicação nos dois sentidos, tanto sob normas nacionais como internacionais.

Um sistema de cabo bem concebido, usando um cabo de alta capacidade, talvez baseado em fibras ópticas, pode fornecer os serviços seguintes:

1. *Serviços de difusão.* Serviços que são transmitidos a toda a rede em momentos previstos, sendo recebidos simultaneamente por todos os assinantes. Incluem canais alugados, canais pagos apenas quando usados, e teletexto.
2. *Serviços interactivos.* Serviços que permitem a cada assinante estabelecer uma ligação individual de modo a receber informação ou a realizar uma transacção. Incluirão o videotex, a compra ou a transacção bancária em casa, o acesso individual a uma biblioteca video, acesso a bases de dados especializadas, e possivelmente telefone com imagens.
3. *Serviços de dados.* Serviços que permitem aos assinantes en-

viarem dados a um computador para tratamento, ou receberem dados que possam ser úteis ao seu próprio processamento. Incluem-se aqui transmissões de alarme, telemetria, votações eleitorais, telesoftware.

Computadores

A próxima geração de computadores será a quinta, e as máquinas desta nova geração devem ser capazes de satisfazer as necessidades da Tecnologia de Informação avançada, além de serem produtos dela. Em particular, devem ser capazes de processar o conhecimento em vez de se limitarem ao seu uso actual em processamento de dados. «Saber é poder» é um conceito cuja importância se tornará cada vez maior no futuro. O conhecimento da forma como se podem realizar processos industriais ou outros, do modo de os controlar, e do modo de conservar energia são exemplos do tipo de conhecimento que se tornará cada vez mais valioso. As nações que possuírem este conhecimento florescerão, enquanto as que não o possuírem se empobrecerão cada vez mais.

A recuperação industrial da Alemanha após a Segunda Guerra Mundial fornece um bom exemplo da importância do conhecimento. Muitos países receberam auxílio da América nas condições do Plano Marshall, que financiou a sua recuperação da guerra. A indústria alemã foi quase totalmente destruída durante a guerra, mas este país conseguiu uma recuperação industrial total porque dispunha do conhecimento do modo de estabelecer e reconstruir a indústria. De facto, tendo de partir do zero, foi possível ao país melhorar o esquema industrial que antes existira, e evitar os erros anteriores. Outros países que receberam auxílio financeiro no âmbito do Plano Marshall, incluindo a China, não conseguiram realizar uma recuperação industrial a seguir à guerra, porque não dispunham do conhecimento necessário para tal.

Os computadores podem armazenar informação sob a forma de factos e de regras práticas (heurísticas) para manipulação daqueles, regras essas que podem só ser aplicadas em certas circunstâncias. Um computador pode portanto processar o conhecimento aplicando estas regras a factos que lhe são dados. Deste modo, os computadores podem criar conhecimento novo: se as regras são regras de dedução, é óbvio que novos dados podem ser deduzidos por aplicação das regras e factos existentes. Um exemplo concreto disto será o fornecido pelo uso dos computadores na demonstração de teoremas da geometria. Foram já programados computa-

dores em Prolog a fim de adquirirem conhecimentos sobre geometria, sob a forma de axiomas e teoremas, isto é, factos sobre os elementos de geometria e as regras geométricas que respeitam às respectivas relações. Passaram depois a demonstrar teoremas novos, e por vezes demonstrar teoremas já existentes de maneiras novas, criando assim conhecimento novo em geometria.

Um outro exemplo do modo de utilizar os produtos apropriados da Tecnologia da Informação para criar conhecimento é o modo como foi produzido um dos livros mais importantes sobre a concepção dos circuitos VLSI, *Introduction to VLSI systems*, por Mead e Conway. A sua forma final e o pouco tempo necessário para o preparar resultaram directamente do facto de o primeiro esboço do livro ter sido posto à disposição de toda a comunidade interessada usando a rede ARPA. Esta rede foi desenvolvida com o apoio da Advanced Research Projects Agency do Departamento de Defesa norte-americano, e liga entre si os computadores usados em investigação em diversas universidades, empresas, e departamentos estatais nos Estados Unidos, como se mostra na figura 8.2. Ao tornarem o documento público, no seu computador ligado à rede ARPA, Mead e Conway permitiram que todos os utilizadores da rede o pudessem consultar. Deste modo, todos os utilizadores da ARPA interessados na concepção VLSI puderam ler o esboço do livro, comentá-lo e sugerir emendas e novo material para inclusão. Os sucessivos esboços foram igualmente postos à disposição dos interessados, e tratados do mesmo modo. A rede constituiu assim um suporte da colaboração, discussão de ideias e estímulo mútuo que conduziu ao corpo de conhecimento incorporado na forma final do livro.

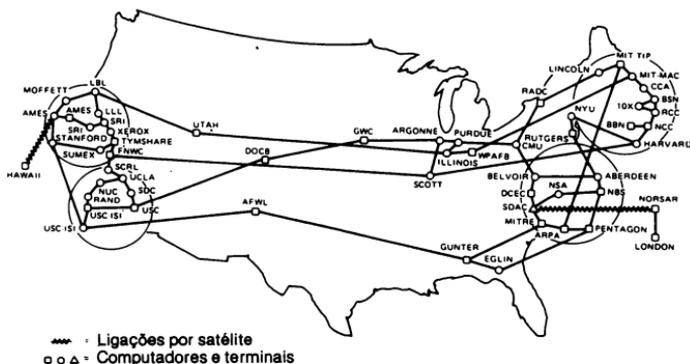


Fig. 8.2. A rede ARPA

Hardware e software

O hardware da próxima geração de computadores basear-se-á em circuitos VLSI com muito mais componentes lógicos incluídos do que actualmente. A concepção auxiliada por computador, tal como o fabrico e o teste dos circuitos também recorrendo ao computador, serão essenciais para a sua produção. Serão igualmente empregues diferentes arquitecturas de computador. Enquanto a maior parte dos computadores actuais se baseiam na chamada arquitectura de Von Neumann, sendo as instruções de programa executadas sequencialmente, o hardware da geração seguinte suportará um processamento paralelo das instruções, usando muitas vezes quadros de processadores cooperantes.

Como é óbvio o software é igualmente importante. No caso do processamento em paralelo, por exemplo, será necessário um software apropriado de aplicações e de sistema operativo para que possa ser eficaz. O desenvolvimento de linguagens de nível muito elevado para programação facilitará o problema da produção de software de aplicações, através do fornecimento de instruções muito poderosas capazes de realizarem tarefas completas, que só poderiam ser executadas por rotinas extensas das linguagens de alto nível actualmente usadas. O software tornar-se-á por outro lado mais adaptável e útil através da incorporação de técnicas desenvolvidas em inteligência artificial. Mas, qualquer que seja a forma assumida pelo software, a formação de uma base de dados central contendo programas fiáveis, muito usados, e facilidades de comunicação que os divulguem assegurará a disponibilidade generalizada do software.

O estudo da inteligência artificial juntou cientistas de informática, técnicos, psicólogos e linguistas, além de trabalhadores noutras áreas a que se aplica. Em geral, consiste no estudo das ideias que permitem ao computador realizar acções que seriam consideradas inteligentes quando realizadas por pessoas. O seu objectivo consiste em tornar os computadores mais úteis, e permitir uma compreensão dos princípios subjacentes ao comportamento inteligente. Uma das formas de tornar o computador útil consiste em permitir aos utilizadores comunicarem os seus problemas de uma forma natural, em vez de terem de aceitar o modo de acção típico dos computadores, que pode ser muito pouco natural. Uma outra consiste em levar o computador a ser capaz de decidir automaticamente como deve tratar o problema de modo a poder resolvê-lo.

No que se refere à comunicação com o computador, já examiná-

mos os métodos de ultrapassar o uso do teclado, por exemplo, usando um cursor e um ícone. O Microwriter, apresentado na figura 8.3., é um outro exemplo do modo de eliminar o teclado. No entanto, a comunicação directa usando a voz virá provavelmente a ser possível no futuro, usando circuitos de reconhecimento da voz para transformar os sons em conjuntos de algarismos que o computador seja capaz de reconhecer. Esta técnica encontra-se já disponível, mas usando um vocabulário limitado que o computador deve ser «treinado» a reconhecer, para cada utilizador individual; a máquina só é capaz de reconhecer as palavras de uma forma fiável quando pronunciadas por esse utilizador.

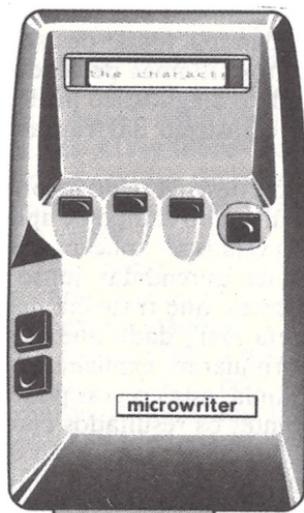


Fig. 8.3. — O Microwriter.

Fornecer ao computador métodos gerais que aquele possa usar para resolver um problema é obviamente difícil, mas a inteligência artificial fornece alguns princípios gerais para tal. Um consiste em procurar a solução entre um grande número de soluções possíveis, usando boas regras para diminuir progressivamente o número de soluções possíveis. Outras estratégias incluem a apresentação de soluções alternativas, e o ensaio de cada uma delas a fim de verificar se são apropriadas, raciocinando depois no sentido inverso a partir da solução achada a fim de descobrir um modo de a aplicar. Em geral, verificou-se que a inteligência artificial produz melhores resultados quando actua sobre problemas restritos e não quando tenta descobrir métodos gerais de solução. Ao restringir a atenção

a uma área limitada, torna-se possível introduzir conhecimentos específicos dessa área, facilitando a solução dos problemas. Foram já desenvolvidos por técnicos de inteligência artificial programas que são capazes de resolver problemas em áreas específicas do mundo real, alguns dos quais serão descritos na secção que se segue.

Sistemas dedicados

Um sistema dedicado é um programa de computador com conhecimento incorporado, e uma capacidade para actuar ao nível de um perito num dado campo. Pode ser usado como auxiliar, fornecendo sugestões, ajudando a tomar decisões e dando apoio intelectual. Foram já escritos sistemas dedicados para diversas áreas especializadas, incluindo o diagnóstico médico, a determinação de estruturas químicas e o rastreio das causas de erro em sistemas computadores.

Um sistema dedicado é desenvolvido incorporando nele todos os factos relevantes para um dado campo de aplicação, e acrescentando as regras que os especialistas aplicam a esses factos. Estas regras devem portanto ser aprendidas junto aos especialistas. O «técnico de conhecimento» que trabalha nesta sondagem das regras não tem uma tarefa fácil, dado que os próprios especialistas muitas vezes nunca formularam explicitamente as regras que eles próprios usam. Mais ainda, estas regras podem não ser puramente lógicas, constituindo antes os resultados cumulativos da observação e da experiência. Quando as regras são definidas e incorporadas no sistema dedicado, o especialista que as indicou deve confirmar que representam genuinamente o seu modo de actuar.

Apresentamos em seguida alguns exemplos de sistemas dedicados já existentes:

- DENDRAL — Desenvolvido na Universidade de Stanford. O seu objectivo é inferir a estrutura de compostos químicos a partir das informações fornecidas sobre estes.
- MOLGEN — Este sistema dá sugestões no âmbito da engenharia genética, e ajuda os cientistas moleculares a analisarem dados sobre a sequência ADN.
- MYCIN — Desenvolvido na Stanford University, este sistema ajuda a diagnosticar infecções do sangue e da meninge.

SPEAR — Este sistema é usado pela Digital Equipment Corporation (DEC) para analisar erros em computadores, ajudando os técnicos de manutenção a diagnosticarem falhas de hardware.

Conclusões

Os desenvolvimentos da Tecnologia da Informação tendem a ocorrer a uma velocidade cada vez maior, combinando e desenvolvendo em conjunto os produtos das indústrias de comunicações e dos computadores. Estes desenvolvimentos tendem a alimentar-se a si mesmos na medida em que produzem os instrumentos necessários à criação da próxima geração de computadores. Estes desenvolvimentos reflectirão a cada vez maior importância do conhecimento, o processamento deste e a sua comunicação. A resposta do governo inglês ao relatório Alvey sobre Tecnologia da Informação consistiu em lançar uma iniciativa nesta área, fornecendo fundos substanciais para um programa de investigação conjunta a realizar por investigadores industriais, académicos e estatais. As principais áreas de investigação são, como se mencionou no capítulo 2, os circuitos VLSI, o software, os sistemas baseados no conhecimento e as ligações entre o homem e a máquina.

Os desenvolvimentos que se virão a verificar na Tecnologia da Informação afectarão praticamente todas as fases da nossa vida, como este capítulo e outros já indicaram. Já foram completamente transformadas indústrias inteiras, particularmente no caso da relojoaria, enquanto outras, como a de máquinas fotográficas, se encontram em plena transformação. A inteligência artificial ajuda hoje a criar robots mais «inteligentes» e flexíveis, através de desenvolvimentos como o reconhecimento da voz, a síntese da voz e a visão por computador. Isto tende a tornar inevitável a automação. Mas se são perdidos assim empregos manuais, são simultaneamente criados empregos mais especializados, se bem que não se saiba ainda qual a correspondência existente entre uns e outros.

As máquinas da revolução industrial amplificaram a nossa força física. A Tecnologia da Informação e os computadores avançados podem amplificar a nossa inteligência. Tal como as máquinas já não são consideradas uma ameaça, também os produtos da Tecnologia da Informação não nos devem ameaçar. Mais ainda, permitem desenvolvimentos e oportunidades de que nos devemos aproveitar no sentido de melhorarmos a nossa qualidade de vida.

APÊNDICE

Este apêndice apresenta algumas referências nas quais é possível obter mais informações ainda. Existem como é natural relativamente poucos livros tratando dos desenvolvimentos mais recentes da Tecnologia da Informação. Nestas condições, incluem-se também algumas referências em revistas fáceis de obter.

Informação e computadores

A first course in computer technology, de M. G. Hartley e M. Healey, McGraw-Hill 1978, fornece uma introdução exaustiva aos computadores e ao tipo de funcionamento que os caracteriza. *Programming languages for micros*, por G. Marshall, Newnes Technical Books 1983, trata linguagens de programação diversas, e apesar de o título sugerir que estas são usadas em microcomputadores, a maior parte delas foram de facto originalmente usadas em computadores grandes. *The Fifth Generation*, de E. A. Feigenbaum e P. McCorduck», Michael Joseph 1983, descreve os conceitos que se encontram por trás do desenvolvimento dos computadores de quinta geração.

Informação e comunicações

Information transmission, modulation and noise, de M. Schwarz, McGraw-Hill 1970, trata as ideias básicas da comunicação de informação. *Principles of digital communications* por G. J. Marshall, McGraw-Hill 1980, trata as comunicações digitais e os sistemas de comutação. *Queueing Systems, vol. 2: computer applications*, por L. Kleinrock, Wiley 1966, descreve e analisa o funcionamento das redes de computadores.

Viewdata e videotex

Viewdata: a public information utility, de A. V. Stokes, Input Two-Nine 1980, descreve pormenorizadamente os princípios e as técnicas do teletexto e do videotex. *Videotex*, por R. Woolf, Heyden 1980, fornece mais informações sobre o videotex.

Tecnologia da informação na indústria

O número de Setembro de 1982 de *Scientific American* inclui diversos artigos sobre a Tecnologia da Informação na indústria, incluindo «The mechanization of design and manufacturing», por T. G. Gunn, e «The mechanization of office work», por V. E. Giuliano.

Tecnologia da informação na educação

Learning with your computer, por S. Curran e R. Curnow, Windward 1983, descreve os modos de uso do computador na educação e ilustra alguns deles. *Mindstorms*, por S. Papert, The Harvester Press 1980, explica a filosofia e as potencialidades da Logo. *Using computers in the primary school*, por P. J. Wayth, Gower 1983, mostra como o computador pode ser, e é, usado nas escolas.

Computadores pessoais e Tecnologia da Informação

The personal computer book de R. Bradbeer, Gower 1980, descreve os computadores pessoais e as suas potencialidades, incluindo no campo das comunicações. *Micros and modems*, por J. M. Nilles, Reston 1983, mostra como se podem utilizar computadores pessoais para telecomunicações.

O futuro

Information Technology — an introduction por P. Zorkoczy, Pitman 1983, descreve muitos dos desenvolvimentos da Tecnologia da Informação. *Telecommunications and the computer*, de J. Martin, Prentice Hall 1976, ilustra e descreve a convergência das telecomunicações e dos computadores. Diversos artigos de *Electronics and Power*, de Junho de 1983, tratam da Tecnologia da Informação e de problemas de instalação. As comunicações óp-

ticas e as técnicas correspondentes são descritas em «The development of optical communications», por W. A. Gambling em *Electronics and Power*, Novembro/Dezembro, 1983.

ÍNDICE REMISSIVO DE «INICIAÇÃO À TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO»

Analógico, 17, 45

Armazenamento da informação, 12, 32-39

Base de dados, 65, 88, 105

BASIC, 15, 31, 34, 35-37

CAD/CAM, 89-92

CAD/MAT, 89-91, 93

Circuito integrado, 27

COBOL, 31, 34

Código ASCII, 32-33

Código máquina, 31

Computadores, 26-42

acessibilidade de, 61-68

facilidade de uso, 27

rede de, 60

Computador pessoal, 27, 63, 107-112

Computadores de quinta geração, 29, 40-42, 120

Comunicação, 10, 16, 43-63, 113-120

por satélite, 113-115

redes de, 56-61

Comutação, 57, 59-60

Concepção com auxílio do computador (C.A.D.), 86-88, 92, 106

Conhecimento,

armazenamento e tratamento de, 38, 42, 113, 120

criação de, 120

importância de, 120

Convergência, 17
Conversão analógica-digital, 52
Copyright, 12-13
Correio electrónico, 17-18, 75-76
CP/M, 30, 84

Digital, 17, 45

Educação, 34, 97-106, 107
 necessidade de, 22, 107
Educação com auxílio do computador, 99-100
Engenharia de software, 40
Escritório informático, 69, 76-77
Estrutura de dados, 37-38
Extracção de características, 15

Fibra óptica, 45, 54, 115, 119
Fornecedor de informação, 66

Gerações de computadores, 29
Gráficos, 91-92, 98, 104
 Sprites, 109

Hardware, 26, 27-30

Implicações sociais, 20, 23, 78-80
Informação, 10
 fontes de, 11
 segurança de, 23-25
 valor de, 12
Inteligência artificial, 34, 118, 122-125
Interface homem/máquina, 40, 123
Invasão da vida privada, 24

Linguagem de alto nível, 31
Logo, 34, 100-103, 127
Menu, 77
Microcomputador, 30, 60, 75, 98, 103
Microelectrónica, 17, 92
Microelectrónica na educação,
 Projecto, 103, 104

Micromundo, 101
Microprocessador, 17, 20, 27, 28, 118
Modulação por código de impulsos, 50-52
Multiplexagem, 48-50

Pascal, 31, 34, 37-38
Periférico, 108, 111
Prestel, 17-18, 64
Processador de texto, 18, 20, 80-85, 105
 RUNOFF, 81-84
 Wordstar, 84
Processamento da informação, 10, 14-16, 35
Processamento paralelo, 122
Programa de computador, 15, 26, 29
 para comunicações, 63, 117-118
Prolog, 31, 34, 38-39, 121
Protocolo, 76

Quadro, 36

RAM, 28
Rato, 40, 78
Rede ARPA, 60, 121
Relatório Alvey, 40, 125
Repetidor, 47-48, 116
 regenerativo, 48
Representação, 17, 31-32, 43, 44
Robot, 20, 73, 86, 111, 125
 pessoal, 111
ROM, 28
Ruído, 46

Secretária electrónica, 77-78
Simulação, 94, 102
Sistema dedicado, 18, 124-125
Sistema operativo, 30, 61
Sistema X, 118
Smalltalk, 39
Software, 26, 61
 aplicação, 30
 para comunicações, 63, 117-118
 sistema, 30

Software baseado no conhecimento, 40

Telefone, 16, 43, 64, 107, 118

Telesoftware, 68, 69, 120

Teletexto, 17-18, 64, 66-68, 75, 119

Televisão, 52, 64, 107

Teorema da amostragem, 52

Tradutor, 31-32

Transmissão por portadora, 54-56

Videotex, 68-72, 119

Viewdata, 65

VLSI, 40, 121-122

ÍNDICE

PREFÁCIO	7
1. O QUE É A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO?	9
Informação	10
As fontes da informação	11
O valor da informação	12
O tratamento da informação	14
A comunicação da informação	16
A convergência da informática e das telecomunicações na tecnologia da Informação	17
Algumas aplicações típicas da tecnologia da informação	17
O impacte social da tecnologia da informação	20
A Segurança da informação	23
Resumo	25
2. A INFORMAÇÃO E OS COMPUTADORES	26
Hardware	27
Software	30
Os computadores da quinta geração	40
Resumo	42
3. INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES	43
O efeito do ruído nas comunicações	46
Partilha de um canal	48
Transmissão digital	50
Modulação por código de impulsos	50
Transmissão de dados binários	52
Transmissão por portadora	54
Redes de comunicação	56
Métodos de comutação	59
Redes de computador	60
Comunicações e acesso aos computadores	61
Resumo	63
4. TELETEXT E VIDEOTEX	64
Teletext	66
Videotext	68

5. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA INDÚSTRIA	73
O escritório sem papel	73
Fabrico	85
6. A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA EDUCAÇÃO	97
Instrução e aprendizagem com auxílio do computador	99
A Logo	100
Computadores nas escolas	103
A tecnologia da informação na educação superior e especializada	106
7. OS COMPUTADORES PESSOAIS E A TECNOLOGIA DA IN- FORMAÇÃO	107
O computador pessoal	107
Conclusões	112
8. O FUTURO	113
Computadores	120
Conclusões	125
APÉNDICE	126
ÍNDICE REMISSIVO	129
ÍNDICE GERAL	133

Fotocomposto por
NAVEGRÁFICA
e impresso na
Empresa Gráfica Feirense, Lda.
Santa Maria da Feira
para a
Editorial Presença, Lda.

O desenvolvimento da microelectrónica, verificado nos últimos anos, possibilitou uma grande expansão no campo dos computadores e comunicações, cuja utilização conjunta, deu origem ao tratamento da informação e às telecomunicações, constituindo pois, este binómio, a tecnologia da informação. Neste livro, o autor descreve pormenorizadamente as múltiplas aplicações da informática e telecomunicações e o seu impacte em todas as esferas da vida do Homem. Com efeito, é a tecnologia da Informação que permite ao Homem ter acesso a bancos de dados – o videotexto e teletexto –, ao uso do computador pessoal, às telecomunicações via satélite, ao escritório e fábricas computadorizados, e ao emprego dos computadores nas escolas e em fins recreativos.

