

As calculadoras electrónicas de bolso



Já as viu, claro. As calculadoras electrónicas aritméticas, também ditas de «quatro operações». A despeito de incluírem a extracção directa de raízes quadradas, elas substituíram vantajosa e rapidamente as máquinas de calcular mecânicas. E estão também no ensino, utilização que tem suscitado alguns problemas.

Os primeiros modelos de calculadoras-secretária (desk top ou office), assas volumosas e pesadas (por exemplo, 4,7 quilos para a Canola MP 1210 da Canon), foram substituídos por material mais leve apesar de, em regra, incorporarem órgão impressor. Assim, por exemplo, a gama actual das calculadoras-impressoras da Casio vai dos 368 (HR-80) aos 2760 gramas (DR-1520) apenas.

Os modelos de bolso raramente excedem os 300 g A LC-80 da Casio, com 38 g, tem 86 mm de altura, 55 mm de largura, e somente, 1,6 mm de espessura — e a sua micropilha de lítio facultalhe funcionamento autónomo durante cerca de 1600 horas; mais leve ainda, 33 g, é a Casio LC-781.

Estes problemas foram analisados pelo prof. Varennes e Mendonça, da Universidade Técnica de Lisboa, num congresso promovido pela Ordem dos Engenheiros. Trata-se de uma comunicação do maior interesse para uma publicação como a **Mini-Micro's** justamente por fazer o ponto histórico das calculadoras electrónicas nas suas relações com o ensino —, campo que se aproxima extraordinariamente daquele que é vocação primeira desta publicação.

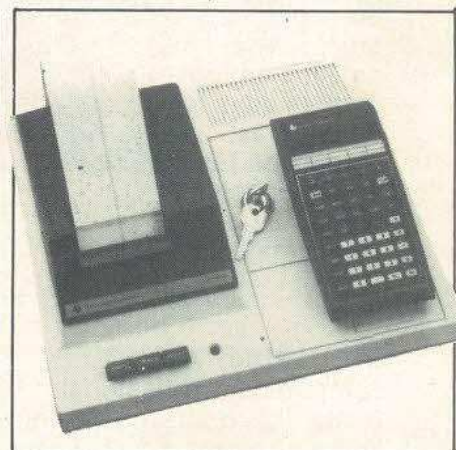
Segundo Varennes a Mendonça, a importância para o engenheiro das calculadoras electrónicas de bolso cresceu enormemente com o aparecimento dos modelos ditos científicos, caracterizados pela inclusão pré-programada das funções transcendentais elementares.

A SR-51

Um marco importante foi a introdução no mercado em 1974 pela Texas Instrument Inc. da SR-51, pouco depois substituída pela versão de melhor acabamento SR-51A. Por possuir características que vieram a ser conservadas em modelos posteriores (mais evoluídos), do mesmo fabricante, merece a pena destacar algumas delas: já comportava o acesso directo pelo teclado às funções hiperbólicas e às potências de expoente fraccionário, bem como a execução de certos cálculos estatísticos (média aritmética, variância, regressão linear simples); o visor, de díodos dos electroluminescentes, em vírgula fixa ou flutuante, mostrava 10 algarismos, e ainda 2 de expoente para notação científica, além dos eventuais sinais de menos, mas o cômputo era efectuado internamente com mais algarismos significativos (13 neste caso), de modo que os adicionais algarismos «de guarda» tornavam pouco provável a ocorrência de erros de truncatura, mesmo em longas cadeias de cálculo; o arredondamento era automático ($\geq 0,5 = 1$); a alimentação era efectuada por uma bateria de acumuladores de níquel-cádmio carregável a partir do sector doméstico de energia eléctrica mediante transformador adequado.

A SR-51A sucedeu em 1976 a SR-51-II, na qual a introdução de 9 níveis de parêntesis lhe conferiu o procedimento operativo conhecido pela sigla AOS (**algebraic operating system**), mantido em toda a gama da Texas Instruments e adoptado actualmente pela quase totalidade dos fabricantes.

Considera Varennes e Mendonça a SR-51-II, se não a melhor, das melhores calculadoras de bolso não programáveis jamais existentes, pelo que entende lamentável a decisão de interromper o seu fabrico, em 1978, a pretexto de substituição pela programável TI-51-III, de contestáveis méritos.



PROGRAMÁVEIS

Os primeiros modelos programáveis, pelo seu tamanho (10kg para a Canola 167P-II), têm de ser considerados de secretária, se bem que alguns possuam certa autonomia, conferida por possibilidade de alimentação por pilhas ou acumuladores (modelos da série 320 da CompuCorp, por exemplo).

Talvez se possa afirmar que a era das calculadoras electrónicas de bolso, pouco antes começada, inicia a sua época áurea em 1975 com o lançamento pela Texas Instruments da SR-52. Dotada de um processo de programação bastante simples e cómodo, de 224 passos, os programas podem ser gravados e lidos em cartões magnéticos. E é acoplável a uma impressora.

Em Julho de 1976 aparece a afamada HP-67 da Hewlett Packard. Como todas as desta firma, usa a notação polaca inversa (RPN, **reverse polish notation**). No mais as suas características pouco diferem das da SR-52.

Se a introdução, em Agosto de 1977, pela Texas Instruments da TI-57, com 50 passos de programa — apesar de bastante popular, decerto devido ao seu moderado preço —, pouco ou nada adiantou, o aparecimento, logo no mês seguinte, das TI-58 e TI-59 constituiu um marco impor-

tante a assinalar. Ambas podem comandar uma impressora, mas só a TI-59 admite cartões magnéticos (infelizmente diferentes dos da SR-52). Introduzem duas notáveis inovações. Uma é o facto de a capacidade de memória (480 posições na TI-58 e 960 na TI-59) poder ser repartida de diversas maneiras por registos e passos de programa. A outra, sem dúvida a mais importante, é a inclusão de microprocessadores ROM; as máquinas são originariamente vendidas com o módulo n.º 1, dito **master library** e designado pela sigla ML, um **solid state software** contendo 25 programas chamáveis à vontade pelo teclado; mais módulos, capazes de substituir o primeiro durante o tempo e sempre que se queira, têm vindo a ser produzidos, não só pela própria Texas Instruments — o n.º 2 (ST — Applied Statistics), o n.º 10 (MU-Math/Utilities), o n.º 11 (EE — Electrical Engineering), além de outros dedicados à Resistência de Materiais, à Topografia, etc. —, mas também por diferentes firmas, como por exemplo o FAB59 (Frame and Beam) da Microcomp, contendo os programas «multistorey plane frame structures» e «continuous beams on spring supports».

MODELOS DE BOLSO

A HP-34C, surgida em Maio de 1979, merece especial menção por dois motivos. Primeiro, por possuir memória dita permanente ou contínua, isto é, a colocação do interruptor na posição de desligado (**off**) não afecta o conteúdo da memória. Segundo, pelas teclas de cálculo de raízes reais de equações (SOLVE) e de quadratura, esta surpreendentemente eficaz quando comparada em certos casos com o uso dos programas modulares ML-09 e MU-17 das TI-58 e TI-59 (Experimente-se, por exemplo, calcular o integral entre zero e dois de $f(x) = x\sqrt{8-x^3}$).

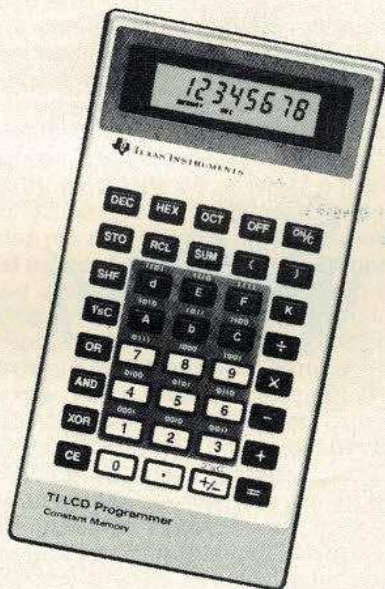
Segundo Varennes e Mendonça, a gravação e leitura em fita magnética foram introduzidas em modelos de bolso, ainda em 1979, pelas calculadoras, também com memória contínua, FX-501P (128 passos de programa) e FX-502P (256 passos) da Casio, mediante a interface FA-1.

E ainda em 1979, no mês de Setembro, que aparece a HP-41C, na qual às qualidades da TI-59 se acrescentam numerosas inovações, entre as quais se destacam a adopção de um sistema alfanumérico de programação e a possibilidade de aumentar

a capacidade de memória mediante módulos RAM.

Depois do ensaio efectuado também em Setembro de 1979, sem grande êxito, com os modelos EL-5100 e EL-5101 (de la Tullaye 1980), a Sharp lançou um ano depois a PC-1211 (TRS-80 Pocket da Tandy) programável (1424 passos) num dialecto BASIC e com possibilidade de gravação e leitura em fita magnética, bem como de comando de impressora.

Foi ainda em Setembro de 1979 que surgiu a TI-58C, que apenas difere de TI-58 por possuir memória contínua. No final de 1980 foi lançada a HP-41CV, já com este tipo de memória e de capacidade igual à da HP-41C equipada com 4 módulos RAM.



PERFORMANCE

Ao contrário do que sucedeu com os de primeira e de segunda espécie — tabelados desde o princípio do século passado por Legendre —, até 1958 «aproximações grosseiras ou valores individuais calculados com considerável esforço tinham de servir» sempre que era preciso utilizar o integral elíptico incompleto de terceira espécie. Este testemunho é de John H. Shenk, o então chefe do Departamento de Investigação da U. S. Naval Ordnance Test Station, a quem foi cometida a tarefa de organizar, pela primeira vez, uma boa tábuia dessa função. O cálculo foi realizado em 1956-1957, mediante um computador IBM 704, e o resultado final é uma tábuia de 6 decimais com 804 páginas, contendo cada uma 200 valores do integral (Selfridge & Maxfield 1958).

Pois bem, com a vantagem de dispensar a execução de penosas e demoradas interpolações, **qualquer das mais evoluídas calculadoras electrónicas de bolso pode hoje em dia ser programada sem dificuldade para calcular qualquer integral elíptico de terceira espécie.** E Varennes e Mendonça dizia ainda ao Congresso dos Engenheiros:

«**Julgo não ser exagerado generalizar o significado deste exemplo e avançar que as mencionadas calculadoras são capazes de efectuar** — quicá com rapidez menor, mas muitas vezes com maior exactidão — **todos os cálculos numéricos que, há dois decénios e meio, só era prático entregar aos melhores computadores digitais existentes na época.** Daqui a afirmar que as calculadoras electrónicas de bolso — eventualmente auxiliadas por tábuas de funções especiais — permitem realizar, cómoda e eficazmente, não só todos os cálculos correntes da Engenharia, mas ainda muitos dos exigidos pelos métodos mais modernos, vai um simples passo, não muito ousado.»

SOFTWARE

Todas as programáveis são vendidas com úteis «livrarias de programas», da autoria de especialistas.

A cada módulo ROM, bem como a cada colecção de cartões magnéticos vendidos gravados, corresponde um manual de utilização.

Numerosas revistas inserem regularmente novos programas. Outros aparecem em actas de reuniões técnico-científicas. Pelo menos para algumas especialidades, já existem livros e folhetos com programas destinados a vários modelos. Assim, por exemplo, no campo da Hidráulica, incluindo a Hidrologia, é de assinalar o impulso dado pelo Iowa Institute of Hydraulic Research (Croley II 1977 e 1980), com dois volumes de programas especificamente preparados para as HP-19C, -25, -25C, -29C, -33E, -55, -65, -67, -85C e -97, e ainda as SR-52, SR-56, TI-57, TI-58 e TI-59, da Texas Instruments.

Na contribuição portuguesa destacam-se os programas delineados por Almeida (1980) para resolver problemas de golpe de ariete com a TI-59.

PROBLEMAS ESCOLARES CRIADOS

São do trabalho de Varennes e Mendonça estas importantes considerações:

«A veloz vulgarização das calculadoras electrónicas de bolso veio criar problemas de vária ordem nas escolas de todos os graus de ensino. Por um lado, problemas curriculares a que as escolas têm grande dificuldade em se adaptar, designadamente, porque é óbvio ser, por exemplo, impossível convencer um aluno da utilidade de aprender a usar uma tábua de logaritmos quando ele sabe que, em face duma calculadora científica, tal tábua perde qualquer espécie de utilidade para executar os exercícios numéricos que lhe são propostos. Muitos dos quais, como sejam a divisão de dois números «longos» ou a elevação a uma potência de expoente fraccionário, nem sequer exigem que ele saiba o que é um logaritmo.

«Por outro lado, problemas incidentes sobre provas de avaliação de conhecimentos. Primeiro, porque a confecção pelos docentes de pontos envolvendo cálculo numérico, admitido que seja o uso de calculadoras de bolso, sobretudo de programáveis, fica bastante dificultada. Esta dificuldade não é só intrínseca porquanto vai interagir com um segundo aspecto, que é o facto de os diferentes alunos poderem possuir máquinas de muito variada eficácia.

«Este segundo aspecto tem implicações de carácter social, visto que às vantagens inerentes a um estrato cultural mais elevado ameaça acrescentar as decorrentes do maior poder aquisitivo que as mais das vezes lhe anda ligado.

«Tudo isto levou a que em França, o Ministério da Educação considerasse necessário regulamentar minuciosamente o uso das calculadoras electrónicas nas provas a realizar, tanto por alunos como por candidatos a lugares de docência, o que foi feito pela circular de 20 de Outubro de 1979 reproduzida no Apêndice I (Warusfel 1981a).»

MAL-USO E SUBUSO

A maioria das calculadoras electrónicas de bolso é subutilizada.

Isto acontece principalmente pelos dois motivos seguintes. Por um lado, o comprador tem tendência a escolher não a máquina que corresponde às suas reais necessidades, mas sim a mais evoluída cujo preço não exceda o máximo que está disposto a gastar, isto, muitas vezes, simplesmente porque pensa que poderá vir um dia a precisar de recorrer ao suplemento de capacidade adquirido. Por outro lado, o comprador julga quase sem-

pre que bastará uma rápida leitura do manual de instruções fornecido pelo fabricante para, sem a mínima dificuldade, ficar habilitado a servir-se da sua máquina da melhor maneira.

Pura ilusão.

Na realidade, a facilidade existe apenas ao nível das calculadoras aritméticas de vírgula fixa.

Se a vírgula flutuante conjugada com a notação científica constitui desde logo uma perplexidade para o leigo, à medida que se vai percorrendo a crescente gama de complexidade mais e mais dificuldades vai encontrando até mesmo o diplomado com um curso universitário de Engenharia.

A redacção de muitos, se não da maioria, dos manuais de instruções que acompanham as máquinas é tão pouco clara que roça às vezes pelo hermetismo. A variedade de modelos à venda no mercado convida os autores de livros, supostamente destinados a orientar o iniciado, a procurar cobrir a maneira de operar de grande número deles (Winia 1980) ou a reportarem-se a máquinas inexistentes, imaginadas *ad hoc* — ao mesmo tempo que procuram compensar a particularização encarando de forma demasiado optimista as virtudes dos organigramas (Levieux 1979), num caso e noutro pouco auxílio dando a quem apenas deseja aprender a bem trabalhar com a sua própria calculadora.

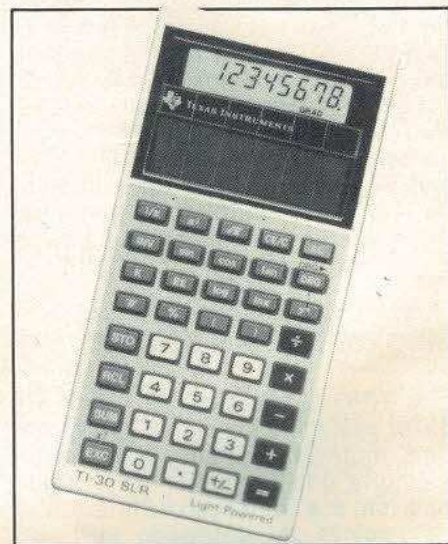
O mal-usar resulta, no entanto, em primeiro lugar, de insuficiente conhecimento dos métodos de cálculo numérico, razão por que se deve dar preferência a tratados onde a instrução sobre tais métodos corre a par da respeitante às calculadoras de bolso, como é o caso do livro de Smith (1977). «Mas resulta também por vezes, sem dúvida, de enganosas ilusões criadas por alguns modelos; é, em particular, de denunciar a armadilha, geradora das mais absurdas inferências, que para o desconhecedor ou superficial conhecedor da teoria constitui a faculdade oferecida por esses modelos de realizar com facilidade cálculos de regressão linear», diz aquele catedrático do IST.

FIABILIDADE

Pelo menos no que às marcas mais conhecidas diz respeito, pode afirmar-se que todos os modelos à venda de calculadoras de bolso possuem tecnologia electrónica de alta fiabilidade, considera Varennes e Mendonça.

O mesmo se não pode dizer dos dispositivos mecânicos destinados ao emprego de suportes magnéticos (por agora, cartões ou fitas), erráticamente operantes e de avaria demasiado frequente. É, porém, provável que, no próximo futuro, surjam modelos nos quais, mantendo-se a possibilidade de utilização de tal espécie de suportes; seja suprimida a necessidade de os movimentar mecanicamente para os ler ou gravar.

Quanto à alimentação em energia eléctrica são de reter estas considerações: «Uma máquina de bolso tem forçosamente de gozar de autonomia, para o que carece de alimentação por pilhas ou acumuladores. Ora, infelizmente a maioria dos modelos existentes (com poucas excepções, como é o caso da TI-30) só comporta a



utilização de uma única destas duas espécies de alimentação. As pilhas, mesmo as micropilhas (em geral de óxido de prata), fornecem a solução mais fiável, ainda que mais onerosa. Os habituais acumuladores de níquel-cádmio têm porém uma manutenção de tal modo exigente quanto ao regime de carga-descarga que julgo poder afirmar, sem grande exagero, que perto de metade das calculadoras assim alimentadas dentro de menos de um ano após a compra passam a trabalhar apenas mediante permanente ligação a tomadas de corrente; para mais, quando se quer substituir o acumulador avariado por outro, fraca garantia há que o caro substituto, ainda que de boa-fé fornecido como perfeito pelo lojista, não tenha a sua capacidade de carga já consideravelmente diminuída pela mera passagem do tempo enquanto em armazém.»