

# O computador - uma máquina eficaz e eficiente no tratamento da informação



**Por: Jerónimo Nunes**  
Professor do Departamento de Matemática da Universidade dos Açores  
Membro do Centro de Matemática Aplicada e Tecnologias de Informação  
jnunes@uac.pt

Nas últimas décadas assistiu-se uma disseminação do uso do computador, particularmente do computador pessoal ou PC (Personal Computer), em diversos os domínios de atividade humana: profissional, social, cultural, lúdica e de entretenimento. O computador é um precioso auxiliar na realização de cálculos matemáticos, na extração de informação em bases de dados de grande dimensão, na preservação, reprodução e transmissão de vários tipos de informação (como imagens, vídeo e som), na comunicação interpessoal e em atividades colaborativas, no controlo da operação de outras máquinas e em muitas outras tarefas.

Numa perspetiva formal, o computador é uma máquina capaz de realizar o tratamento automático dos mais diversos tipos de informação com suporte em meios eletrónicos. O tratamento de informação abrange o seu processamento, transformação ou pesquisa, o seu armazenamento ou preservação e a sua transmissão ou transferência por meios eletrónicos. A Informática, termo formado a partir da aglutinação das palavras informação e automática, identifica a ciência que tem como objetivo o estudo das metodologias e técnicas adequadas ao tratamento automático de diversos tipos de informação, bem como o desenvolvimento dos meios físicos de suporte à sua realização.

Como é constituído o computador, quais as funções dos seus componentes e como estes cooperam para execução das tarefas incumbidas ao computador? Numa primeira abordagem a estas questões, consideramos dois elementos distintos constituintes do computador: o "hardware", o suporte físico, e o "software", o suporte lógico. Do ponto de vista físico, o computador é uma máquina eletrónica digital; do ponto de vista lógico, o computador é uma máquina automática e programável. Os componentes físicos, na sua maioria dispositivos eletrónicos e alguns mecânicos, são constituídos por circuitos digitais, portanto não analógicos. Para que a informação analógica seja tratada pelo computador terá que previamente digitalizada; além disso, toda a informação terá que ser representada (escrita) numa linguagem binária usando os símbolos (ou bits) "0" e "1".



Como máquina programável, o computador executa tarefas de uma forma automática, previamente especificadas nos programas informáticos, ou seja, o utilizador apenas inicia o respetivo programa e o computador fica responsável pela execução completa das tarefas determinadas no programa. Um programa informático contém uma sequência de instruções ou comandos, que correspondem às ações que devem ser executadas pelos diversos componentes físicos do computador para a conclusão das tarefas pretendidas. É o "software", o conjunto dos programas informáticos, que proporciona uma grande flexibilidade aos computadores e lhes permitem o tratamento de praticamente todo o tipo de informação. Com uma natureza distinta do "hardware", o "software" utilizado nos computadores está dependente das funcionalidades que aquele disponibiliza: a formação do termo "software", com a substituição do prefixo "hard" por "soft" traduz a complementaridade e a diferenciação entre estes aspetos.

Para a concretização das funções que integram o tratamento automático da informação, o computador possui três componentes fundamentais: o processador central ou CPU (Central Processing Unit), o sistema de memória e as unidades de entrada e saída a que se conectam os dispositivos periféricos (como o monitor, o teclado, a impressora ou o scanner). O processador executa operações (aritméticas ou lógicas) sobre a informação armazenada nos diversos dispositivos que constituem o sistema de memória; a informação armazenada ou o resultado do seu processamento podem ser transferidos para os dispositivos periféricos e convertidos para um formato compreensível para os humanos. Os dispositivos periféricos são também responsáveis pela digitalização e codificação

da informação que será fornecida ao computador e pela transmissão de informação existente computador para outras máquinas através das redes de comunicação.

Como o computador executa as instruções que constam de um programa? O primeiro aspeto a destacar é a rapidez de execução a um ritmo constante, traduzida pelo valor do parâmetro "clock", expresso em GHz, que caracteriza o funcionamento síncrono da CPU. A unidade de tempo, o segundo, é dividida em mil milhões de frações (os ciclos) por cada GHz e durante cada fração a CPU é capaz de executar uma instrução simples (por exemplo, uma operação aritmética elementar). Para que o ritmo de execução das instruções de um programa se mantenha elevado, as informações (os dados ou valores) a processar devem ser fornecidos ao mesmo ritmo. Quando tal não acontece, e para que não fique inativo, o computador poderá dedicar um ou mais ciclos do seu tempo a instruções de outros programas que estejam em condições de execução. Ao repartir o seu tempo por vários programas, rodando rapidamente entre eles numa ordem pré-definida, num modo de processamento designado multitarefa (multitask), o computador dá a ilusão de estar a executá-los em simultâneo. É o que acontece quando estamos a escrever um texto ou pesquisar na web enquanto decorre uma transferência de informação para o nosso computador (download).

Se um programa não necessita que o computador lhe dedique periodicamente atenção, ser-lhe-á permitido, quando necessário, pedir à CPU a execução de uma ou mais das suas instruções. Neste caso, diz-se que ocorreu um pedido de interrupção que implica a suspensão de outro programa que esteja em execução. É o que sucede, por exemplo, quando é recebido um email e o programa respetivo

necessita de tempo de execução da CPU para alertar o utilizador para este evento.

Nos primeiros computadores, o processador central executava as instruções do programa de uma forma sequencial, ou seja, a execução de uma nova instrução iniciava-se apenas quando a execução da anterior estivesse concluída. Os processadores mais recentes dividem a execução das instruções em várias fases e colocam-nas numa espécie de linha de montagem fabril, designada "pipeline", onde diferentes componentes se encarregam separadamente da execução de cada uma das fases. Neste modo de execução em "pipelining", várias instruções estarão em diferentes fases de execução no intervalo de tempo alguns ciclos, conseguindo-se que os programas sejam executados mais rapidamente. Este processo evoluiu para a possibilidade de execução em simultâneo, ou em paralelo, de duas ou mais instruções, garantida pela existência no processador de grupos de componentes idênticas, os "pipelines", capazes de executar separadamente as várias instruções.

Nos programas, as instruções surgem numa determinada ordem a que corresponde uma sequência de execução que conduz aos resultados pretendidos. Para otimizar o seu desempenho, o processador poderá alterar a ordem de execução das instruções pré-estabelecida no programa.

Se alguma fase de uma instrução não puder ser executada, esta será colocada num estágio de reserva onde aguardará que seja possível continuar a sua execução e o processador iniciará a execução da instrução seguinte na ordem do programa. Quando estiverem em condições de prosseguir, o processador irá concluir a execução destas instruções. Embora parcialmente executadas fora de ordem (out-of-order), as instruções são concluídas de acordo com a ordem em que se encontravam no programa para que sejam obtidos os mesmos resultados que numa execução normal.

O elevado desempenho do computador deve-se não apenas à rapidez no processamento de grandes volumes de informação, proporcionada pela sofisticação tecnológica dos seus componentes, mas essencialmente ao modo como executa as instruções dedicando tempo a vários programas em paralelo, interrompendo o trabalho em curso para atender um pedido de execução, antecipando a execução de instruções ou avançando na sua execução parcial. Estas formas complexas de execução resultam numa grande eficiência minimizando o tempo de inatividade do processador mas exigem um controlo muito rigoroso para que os programas sejam executados corretamente. Muitos destes modelos de organização do trabalho não se adequam às atividades humanas mas são eficazes quando aplicados às máquinas.