

1 - A evolução dos computadores

Há momentos, na história da humanidade, em que uma descoberta, um evento, muda completamente o curso dos acontecimentos. Assim ocorreu com a descoberta do fogo, o advento da escrita, a invenção da moeda, a descoberta da eletricidade.

Agora é a vez da Informática. Recentemente, na área da eletrônica, houve um verdadeiro salto qualitativo com o desenvolvimento dos transistores, em seguida, dos circuitos integrados. Isso permitiu a difusão em grande escala dos computadores e deu à Informática um lugar de enorme destaque na sociedade moderna. Hoje os computadores já estão nos escritórios, e, num amanhã muito próximo, serão nas nossas casas uma presença tão familiar quanto o mais comum rádio a pilha. Estamos vivendo o momento em que a revolução da informática muda o curso da história e acelera o ritmo das conquistas do homem, abrindo horizontes que antes sequer existiam na ousada imaginação dos escritores de ficção científica.

De todas as máquinas que o homem inventou para servi-lo, uma se destacou bem mais que as outras: o **Computador Eletrônico**.

Um computador é uma máquina que processa e armazena dados eletronicamente, e que pode ser programada para realizar as mais diversas tarefas. É um sistema eletrônico dedicado ao processamento de dados, com grande capacidade de armazenamento de dados e elevada velocidade de cálculo.

Embora simples, esta definição nos indica que o computador não é capaz de criar informações a partir do nada. Ele apenas faz o que nós o instruímos a fazer sobre os dados que lhe fornecemos. Portanto, ele tem que receber informações iniciais (dados de entrada), tem que receber as instruções (que lhe indicam o que fazer com as informações recebidas) e só então produz resultados (dados de saída).

Isso quer dizer que não adianta fazer ao computador perguntas para as quais ele não recebeu informações e instruções necessárias. Não adianta colocar um \$ na frente de um número e esperar que o computador entenda que se trata de reais ou dólares.

Ele não vai entender que um determinado número corresponde a uma quantia apenas por estar associado a um item com nome, salário ou preço. Se você quer que isso aconteça, você precisa relacionar estes objetos no programa. Se você quer que os valores sejam calculados com aproximação de duas casas decimais e, além disso, arredondá-los para cima você tem que instruí-lo a fazer isso. E assim por diante.

Isso mostra que não há muito mistério no funcionamento de um computador. Há, isto sim, muito trabalho para programá-lo de maneira correta, eficiente e que facilite a vida do usuário.

Alguém já disse, com propriedade, que o computador é um ser completamente ignorante, mas com excelente capacidade de memorização e rapidez de execução de instruções, desde que estas instruções sejam absolutamente precisas, sem ambigüidade, e estejam em uma linguagem que ele possa entender.

Mas, se as coisas são assim, quais as vantagens de utilizarmos o computador? Parte da resposta já está dada: sua enorme capacidade de memória e sua velocidade de processamento. Além disso, embora muita gente o critique, ele é extremamente confiável. A maioria dos erros identificados nos resultados emitidos por computadores não passam de erros dos usuários, operadores ou programadores - isto é, erros humanos.

Existe ainda uma outra razão para a grande utilização dos computadores hoje em dia: a sua flexibilidade. Um mesmo equipamento, com programas diferentes, pode ser utilizado para vários propósitos em inúmeras áreas de trabalho: processamento de textos, planejamento financeiro, cálculos orçamentários, jogos, composição musical, artes gráficas, automação bancária, etc.

A **Figura 1.1** lista algumas das máquinas marcantes na história da humanidade.

1834	Máquina Analítica	Babbage	Primeira tentativa de se construir um computador digital
1936	Z1	Zuze	Primeira máquina calculadora a relés a funcionar
1943	COLOSSUS	Governo britânico	Primeiro Computador eletrônico
1944	Mark I	Aiken	Primeiro computador americano de uso geral
1946	ENIAC I	Eckert/Mauchley	A história do computador moderno começa aqui
1949	EDISAC	Wilkes	Primeiro computador de programa armazenado
1951	Whirlwind I	MIT	Primeiro computador de tempo real
1951	UNIVAC I	Eckert/Mauchley	Primeiro computador vendido comercialmente
1952	IAS	von Neumann	A maioria das máquinas atuais utiliza este projeto
1960	PDP-1	DEC	Primeiro minicomputador (50 vendidos)
1961	IBM 1401	IBM	Máquina comercial de pequeno porte muito popular
1962	IBM 7094	IBM	Dominou a computação científica no início dos anos 60
1963	B5000	Burroughs	Primeira máquina projetada para uma linguagem de alto nível
1964	IBM 360	IBM	Primeira linha de produtos projetados como uma família
1964	CDC 6600	CDC	Primeira máquina com amplo uso de paralelismo internamente
1965	PDP-8	DEC	Primeiro minicomputador de venda em massa (50.000 vendidos)
1970	PDP-11	DEC	Minicomputadores que dominaram os anos 70
1974	8080	Intel	Primeira UCP de uso geral em uma pastilha
1974	CRAY-1	Cray	Primeiro supercomputador
1978	VAX	DEC	Primeiro supermini de 32 bits

Figura 1.1 - Alguns marcos importantes no desenvolvimento do computador digital

1.1 - Histórico

Nos primórdios da civilização havia mercadorias para trocar, distâncias a medir e comparar, medidas a representar e valores a registrar para que pudessem ser depois utilizados. A humanidade começou cedo a calcular, surgiram as contas. O primeiro elemento com que o homem contou para fazer seus cálculos foi o conjunto de dedos de suas mãos, daí veio a palavra digital, vindo de dígito, que significa dedo. O mais primitivo auxílio ao homem na execução das operações aritméticas, além dos seus próprios dedos, foi, provavelmente, pequenas pedras ou seixos. Em verdade, nossa palavra *cálculo* é derivada do latim *calculus*, que significa seixos. Com a evolução da humanidade novas invenções foram necessárias para auxiliar os cálculos.

Os primeiros registros de dados surgiram com o advento da civilização. Tabuinhas de argila contendo cálculos matemáticos foram encontradas no oriente médio. Essas tábuas foram escritas em torno de 1.700 a. C. Por essa época os babilônios trabalhavam com um sistema de numeração sexagesimal (isto é, de base 60) que deu origem às nossas atuais unidades de tempo: horas, minutos e segundos.

Mas, com a evolução das transações comerciais, surgiu a necessidade de se processar cada vez mais dados numéricos e, para tanto, o homem inventou uma série de dispositivos de auxílio.

Se tentarmos encontrar a origem das máquinas de calcular, sem sermos rigorosos demais quanto às características exigidas para um aparelho que se enquadre nessa categoria, poderemos retroceder vários milhares de anos, até chegarmos ao mais elementar dos instrumentos destinados a facilitar o cálculo: o **ÁBACO**, usado pelos chineses e romanos. O mais conhecido ábaco é o do tipo chinês. Apesar de sua antigüidade, o ábaco continua sendo utilizado em alguns países da Ásia, onde teve origem. De fato, um operador de ábaco bem treinado pode somar muito mais rapidamente do que muitos operadores de calculadoras eletrônicas. O maior progresso nos dispositivos digitais não ocorreu até o século **XVII**. O ábaco é constituído de uma armação de diversos fios de arame. Ao longo de um destes fios deslizam 5 bolinhas, uma em cima de uma barra transversal e quatro abaixo. Os fios correspondem às posições dos dígitos em um número decimal – unidades, dezenas, centenas e assim por diante – e as bolinhas representam os dígitos – as que estão acima da barra transversal valem 5 unidades cada e as que estão abaixo, uma unidade. Assim sendo, a disposição das bolinhas nos fios possibilitava cálculos aritméticos, que basicamente correspondem às quatro operações: somar, subtrair, multiplicar e dividir. Até hoje o ábaco é utilizado em alguns países do extremo oriente.

No século **IX d. C.** um persa conhecido por **AL-KHWARISMI** escreveu um livro que chegou até os europeus. Nesse livro eles tomaram conhecimento dos algarismos hindus. O mundo ocidental os conhece como “algarismos arábicos”. São os algarismos que usamos atualmente em nosso sistema de numeração: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 0.

Apesar dos cálculos com ábaco serem mais rápidos do que com algarismos anotados em papel, eles passaram a serem utilizados porque facilitavam extraordinariamente o cálculo abstrato. Graças a eles tornou-se viável trabalhar com álgebra e a matemática de alto nível.

1.1.1 - Geração zero - Computadores Mecânicos (1642-1945)

John Napier (1550-1617) - Este escocês inventou tabelas de multiplicação, as quais eram gravadas em bastões. Suas tabelas ficaram conhecidas como “ossos de Napier”. Elas apesar de não poderem ser consideradas máquinas, foram o embrião dos inventos que lhe seguiram.

Wilhelm Schickard (1592-1635) – É tido como o inventor de uma máquina que fazia soma, subtração, multiplicação e divisão. Mas como ela foi perdida durante a guerra dos Trinta Anos, não é considerada como a primeira calculadora feita pelo homem.

Blaise Pascal (1623-1662) - A primeira pessoa a construir uma máquina de calcular foi o cientista francês **Blaise Pascal**, em cuja honra deu-se o nome à linguagem de programação **Pascal**. Este aparelho, construído em 1642, quando **Pascal** tinha 19 anos de idade, foi projetado para ajudar seu pai, um coletor de impostos para o governo francês. Era inteiramente mecânica, utilizava engrenagens e funcionava através de uma manivela operada manualmente.

A operação básica da máquina de **Pascal** era fazer andar uma engrenagem uma unidade toda vez que a engrenagem anterior já havia acumulado dez. A construção dessa máquina só foi possível porque na sua época já havia relojoeiros peritos na fabricação de aparelhos para medição do tempo.

A operação era semelhante à de um odômetro de automóvel. Apesar de realizar apenas adições e subtrações, a calculadora de **Pascal** podia ser utilizada indiretamente para efetuar multiplicações e divisões por adições e subtrações sucessivas. **Pascal** esperava comercializar sua máquina mas, apesar de ter construído 50 versões diferentes, nenhuma delas funcionava confiavelmente, de modo que ele pouco lucrou.

Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716) - A máquina projetada por **Pascal**, porém, serviu de base para outra, meio século mais tarde, construída pelo matemático alemão **Gottfried Wilhelm von Leibniz**. Este tinha um objetivo muito mais ambicioso: para ele a máquina não era mais que uma ponte entre o enunciado de um problema e sua resolução. De alguma forma **Leibniz** dava à sua máquina o sentido que atualmente damos aos algoritmos. Além da adição e da subtração, já permitida pela máquina de **Pascal**, a aperfeiçoada por **Leibniz** possibilitava multiplicar e

dividir, mediante somas e subtrações sucessivas. **Leibnitz** teve a idéia de construir engrenagens de tamanhos diferentes. O resultado foi tão eficiente que a sua máquina foi a primeira a fazer multiplicação diretamente sem ter de recorrer à sucessão de somas.

O princípio de funcionamento da máquina de **Leibnitz** foi aproveitado até o meio do século **XX**. As máquinas calculadoras eletromecânicas utilizadas na década de 60 ainda usavam o mesmo princípio. Ele só foi totalmente ultrapassado pelas máquinas eletrônicas.

Nenhuma das máquinas citadas pode ser considerada máquina automática, pois havia necessidade constante de seu operador introduzir os novos dados, operá-la, e anotar os resultados. A primeira idéia concretizada a respeito de uma máquina capaz de fazer operações capazes de “ler” instruções e fazer operações capazes de obter o resultado desejado foi através de uma máquina de tecer.

Em meados do século **XVIII** foi inventado um sistema pelo qual o padrão de cores de um tecido ficava registrado em cartões perfurados. Para trabalhar com os teares da época, o tecelão lia os cartões a fim de ajustar o tear de forma a produzir o tecido desejado.

Em 1728, o engenheiro francês **Basile Bouchon** construiu um tear, que podia tecer desenhos de seda, de acordo com instruções cifradas em uma folha giratória de papel perfurado, onde somente trabalhavam as agulhas coincidentes com os furos. Em 1801 **Joseph Marie Jacquard** concluiu uma máquina de tecer com cartões perfurados. Este dispositivo iria influenciar significativamente as idéias de como comandar uma máquina. Foi tão grande o sucesso que gerou altas taxas de desemprego a ponto dos operários desejarem matar **Jacquard**. O tear era capaz de ler os cartões automaticamente e produzir os tecidos com um mínimo de intervenção humana.

Em 1820, **Charles Xavier Thomas** projetou e construiu uma máquina capaz de efetuar as 4 operações aritméticas básicas: a **Arithmometer**. Esta foi a primeira calculadora realmente comercializada com sucesso. Ela fazia multiplicações com o mesmo princípio da calculadora de **Leibnitz** e com a assistência do usuário efetuava as divisões.

As máquinas mecânicas haviam sido um progresso notável para a sua época, mas a sua operação era demorada e sujeita a erros.

Charles Babbage (1792-1871), matemático, engenheiro britânico, professor de Cambridge, resolveu procurar a solução para criar máquinas que fizesse os cálculos automaticamente sem a intervenção humana e com a máxima precisão possível. **Babbage** foi levado a essa decisão, principalmente, pela insatisfação com os inúmeros erros que ele encontrava nas tábuas de logaritmos de sua época. **Babbage** é considerado por muitos o verdadeiro pai do computador atual. Apenas recentemente foi dada a devida importância a grande parte do seu trabalho. **Babbage** estava preocupado com os erros das tabelas matemáticas de sua época e, em meados de 1822, construiu um modelo de máquina para calcular tabelas - a **máquina de diferenças** e juntamente com sua tese “Observações Sobre a Aplicação de Maquinaria à Computação de Tábuas Matemáticas”, ele expõe seu projeto à **Real Sociedade Inglesa de Astronomia**. Aí ele solicita receber uma grande soma de dinheiro para construir a sua máquina, que a chamou de “engenho diferencial”. A máquina ficou conhecida também como “máquina de diferenças”, “calculador diferencial” e “máquina diferencial”.

Esta máquina baseava-se também no princípio dos discos giratórios e era operada por uma simples manivela. Este dispositivo mecânico, que do mesmo modo que o de **Pascal** só podia somar e subtrair, foi **projetado para calcular tabelas de números úteis à navegação naval**. A máquina foi projetada para executar um algoritmo simples, o método das diferenças finitas utilizando polinômios. O aspecto mais interessante da máquina de diferenças era o seu método de saída: ela perfurava os resultados numa placa de cobre com um buril de aço.

A **Real Sociedade** concedeu a **Babbage** a primeira medalha de ouro da Instituição.

Ela foi justamente idealizada para atender às necessidades da marinha real inglesa. Na época, as tabelas de navegação eram escritas manualmente por diversos funcionários, contratados para realizar sucessivas e repetidas operações de adição, multiplicação e imprimi-las. Foi constatado que, devido à natureza permanente e repetitiva do processo realizado pelos humanos, sempre ocorriam erros. O que **Babbage** se propunha era projetar uma máquina que realizasse de forma constante e sem erros o tedioso trabalho de cálculos, e registrasse, de forma também confiável, os resultados.

Embora a máquina de diferenças funcionasse razoavelmente bem, **Babbage** logo se cansou dela, pois podia executar apenas um algoritmo. Ele começou então a gastar quantias crescentes de seu tempo e da fortuna de sua família. Em julho de 1823, o governo britânico concordou em financiar o projeto e construção de uma versão melhorada da máquina de diferenças, denominada **Máquina Analítica**. A **Máquina Analítica** possuía quatro componentes: o **armazenamento** (memória), o **engenho** (unidade de cálculo), a **seção de entrada** (leitora de cartões perfurados) e a **seção de saída** (saída perfurada e impressa). O **armazenamento** consistia de 1.000 células de 50 dígitos decimais utilizadas para armazenar variáveis e resultados. O engenho podia aceitar operandos do armazenamento, adicioná-los, subtraí-los, multiplicá-los ou dividi-los, e retornar o resultado ao armazenamento. Tal como a máquina de diferenças, ela era inteiramente mecânica.

Eis a idéia geral de sua **Máquina Analítica**:

- A unidade central, a qual chamou de **MOINHO**, seria uma enorme máquina dentada capaz de fazer cálculos precisos com até 50 dígitos decimais.
- As instruções para efetuar as operações seriam registradas em cartões perfurados, os quais seriam lidos pela máquina.
- Haveria uma unidade de controle responsável pela execução das instruções na ordem correta.
- Haveria um banco de 1.000 (mil) registradores, cada qual com capacidade para armazenar um número com 50 dígitos. Os números armazenados poderiam ser lidos do cartão perfurado ou ser resultado das operações do moinho. Note a palavra “armazenado”. **Babbage** chamava o banco de registradores de “**ARMAZÉM**”.
- o resultado dos cálculos seriam impressos automaticamente num dispositivo apropriado. Dessa forma, ele também foi o primeiro homem a projetar uma **impressora automática**.

A **Máquina Analítica** deveria ser organizada com cinco unidades principais. O engenho deveria realizar adições, subtrações, multiplicação, divisões e incorporar uma operação elementar de decisão. Esta última permitia à máquina escolher, em meio a alternativas de seqüências de computação, com base no resultado de uma seqüência anterior. Os resultados intermediários deveriam ser mantidos em uma memória. A unidade de controle dirigiria a operação de todas as partes da máquina, através de furos em cartões perfurados, semelhantes aos introduzidos por **Jacquard**, no início do século, para controlar teares automáticos. A entrada de dados para a máquina utilizaria, também, estes cartões. A saída assumiria uma das duas formas seguintes: a) seriam perfurados cartões para o uso posterior como entrada, aumentando, assim, a memória interna com armazenamento externo, indefinidamente grande; b) para a saída final, tal como tabelas matemáticas.

O grande avanço da **Máquina Analítica** era ser de **uso geral**. Ela lia instruções de cartões perfurados e as executava. Algumas instruções comandavam a máquina para buscar dois números no armazenamento, levá-los ao engenho, sofrerem a operação (por exemplo, uma adição) e ter o resultado enviado de volta ao armazenamento. Outras instruções podiam testar um número e desviar o processamento condicionalmente, dependendo se positivo ou negativo. Perfurando um programa diferente nos cartões de entrada, era possível fazer com que a **Máquina Analítica** executasse cálculos diferentes, algo que não era verdade na **Máquina de Diferenças**.

Infelizmente, a indústria ferramenteira da época não era suficientemente sofisticada para construir essa máquina. Como resultado, **Babbage**, foi obrigado a usar grande parte do seu tempo desenhando peças e ferramentas. Isso retardou o progresso de seu projeto. O problema era que ela precisava de milhares de dentes, rodas e engrenagens produzidas a um grau de precisão que a tecnologia do século **XIX** era incapaz de prover.

Por isso, **Babbage** gastou as 1.500 libras que lhe foram entregues e solicitou mais dinheiro ao governo inglês por diversas vezes até que, em 1833, não obteve recursos para continuar o seu projeto. Procurando quem pudesse lhe ajudar, conseguiu apoio de **Ada Augusta**, filha do poeta **Lord Byron**.

Uma vez que a **Máquina Analítica** era programável numa linguagem de montagem simples, ela precisava de *software* (programas). Para produzir este *software*, **Babbage** contratou a jovem **Ada Augusta** (Lady Lovelace). Ada foi assim a primeira programadora de computador do mundo. A moderna linguagem de programação Ada® foi assim denominada em sua homenagem.

Ada Augusta era matemática amadora. Ela se entusiasmou de tal forma pela idéia da máquina de **Babbage** que se dedicou a escrever instruções para ela. Ela foi a primeira a imaginar:

- uma seqüência de instruções para usar várias vezes em contextos diferentes (a que chamamos de sub-rotina em programação);
- uma instrução que obrigasse a leitora a se reposicionar num determinado cartão, de forma que a seqüência de instruções fosse repetida mais de uma vez (em programação chamamos de “loop”);
- uma instrução capaz de fazer a máquina “desviar para um determinado cartão”, no caso de uma condição preestabelecida ser satisfeita (em programação chamamos de “desvio condicional”).

Apesar disso, suas idéias estavam muito a frente de seu tempo, e, até mesmo hoje, a maioria dos computadores modernos tem uma estrutura muito similar à **Máquina Analítica**, de modo que é justo dizer que **Babbage** foi o pai (avô) do computador digital moderno. Somente um século depois, idéias semelhantes foram postas em prática.

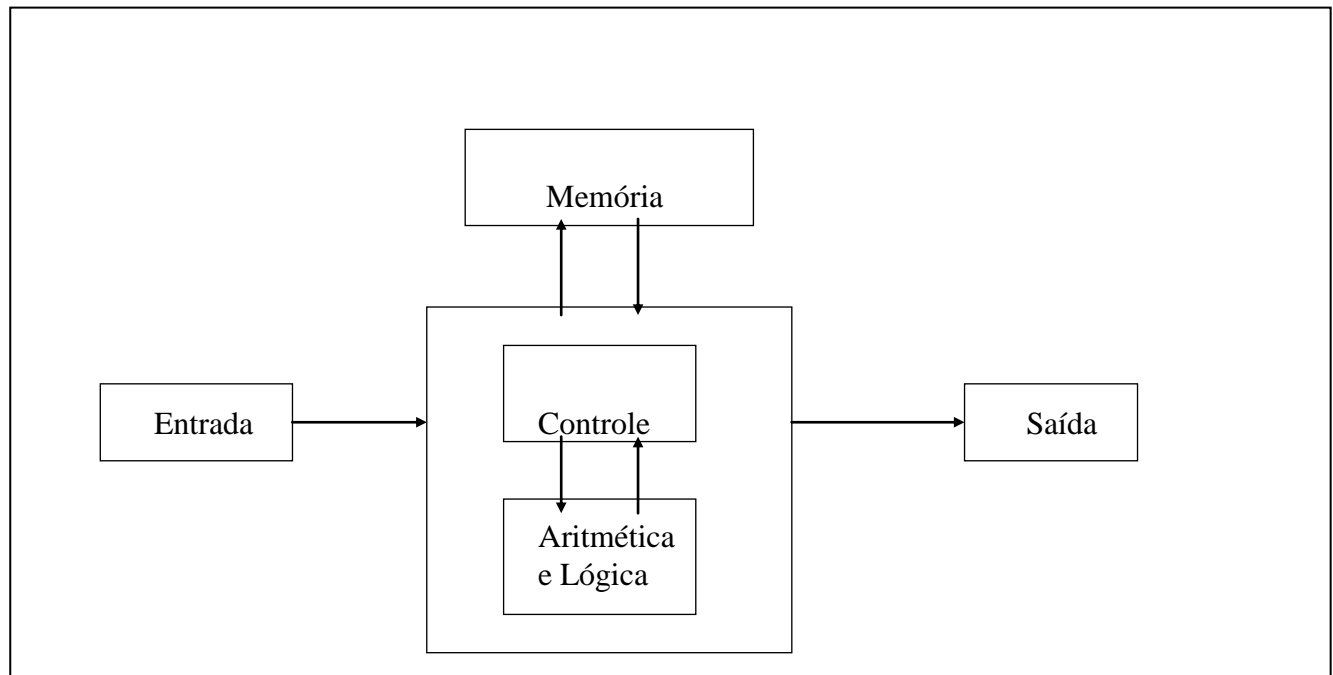


Figura 1.2 - Máquina de Babbage

A concepção básica da **Máquina Analítica** de **Babbage** (Figura 1.2) vista anteriormente corresponde à dos computadores modernos. A diferença básica é a que os circuitos eletrônicos dos computadores de hoje substituem as rodas e engrenagens da máquina de **Babbage**.

Porém **Babbage** jamais conseguiu construir a sua máquina e pouco restou escrito a respeito dela. A maior parte do material referente à **Máquina Analítica** é sobre notas de **Lady Lovelace**, relativas à sua programação.

O tratamento de grande quantidade de informações foi-se agravando com o aumento populacional e com a complexidade crescente da organização social. A revolução Industrial no século **XIX** acelerou o processo. As dificuldades para processar os dados ficaram patentes por ocasião do recenseamento nos Estados Unidos. As leis americanas determinavam que fossem feitos recenseamentos de 10 em 10 anos. Em meados de 1887, entretanto, os resultados do recenseamento de 1880, sete anos de atraso, portanto, ainda não haviam sido divulgados. Dois problemas ficaram claros:

- quando os dados fossem divulgados já não representavam a realidade;
- havia a probabilidade de não haver tempo útil para fazer o novo recenseamento dentro do prazo estipulado pela lei.

Diante das dificuldades, o governo americano instituiu um concurso para ver se surgia alguma idéia de como obter os resultados do censo em um prazo aceitável.

Entre os trabalhos finalistas do concurso estava um de **Herman Hollerith** (1860-1929), baseado na idéia original de Jacquard a respeito dos cartões perfurados. Num teste levado a efeito, a máquina de **Hollerith** logrou obter resultados em aproximadamente um decimo do tempo necessário às máquinas concorrentes.

A idéia de **Hollerith** era a seguinte:

Ele observara que a maior parte das respostas às perguntas do Censo consistiam de um “sim” ou um “não”. Ele imaginou que o “sim” poderia ser representado por um furo no cartão em determinada coluna. A ausência de furo corresponderia à resposta “não”. Se o cartão tivesse 20 colunas, ele poderia conter 20 respostas.

Ele concebeu também a idéia de detectar a presença ou ausência de furos através de contatos elétricos. O cartão seria colocado sobre recipientes contendo mercúrio. Um conjunto de agulhas eram impedidas de tocar no mercúrio por causa do cartão. Quando o cartão era movimentado, se houvesse um furo numa determinada coluna, a agulha passava através dele, tocava no mercúrio fechando um circuito elétrico, acionando um contador, computando mais um “sim”.

Hollerith propôs que estes dados fossem perfurados em cartões e automaticamente tabulados, usando-se essas máquinas. Com este novo procedimento, os dados do censo de 1890 foram processados em menos de 3 anos. Influenciados pelo sucesso do esforço americano, os governos do Canadá, Áustria e Rússia também utilizaram as máquinas de **Hollerith** para o processamento de seus censos durante a década de 1890.

As máquinas de **HOLLERITH** (chamadas “Tabuladoras”) fizeram tanto sucesso, que ele montou uma empresa para construí-las. E graças ao sucesso obtido, teve inúmeros clientes e enriqueceu. Em 1896, ele funda a *Tabulating Machine Company*, por onde Hollerith vendia uma linha de máquinas de tabulação com cartões perfurados. Em 1914, um banqueiro persuadiu três companhias a se juntarem, entre elas a empresa de Hollerith, formando a *Computer Tabulating Recording Corporation*. Thomas J. Watson foi contratado como gerente geral e em 1924 ele mudou o nome da companhia para **IBM** (*International Business Machine*).

IBM - *International Business Machines Corp.*, Armonk, NY o maior fabricante mundial de computadores. Começou em Nova York, em 1911 quando a Computing-Tabulating Recording Co. (CTR) foi criada pela junção da The Tabulating Machine Co. (os cartões perfurados de **Hollerith**), International Time Recording Co. (fabricante de relógios de ponto em Nova Iorque), Computer Scale Co. (fabricante de balanças e fatiadores de alimentos em Dayton, Ohio) e a Bundy Manufacturing (fabricante de relógios de ponto em Poughkeepsie, NY). A CTR começou com 1.200 funcionários e um capital de 17,5 milhões de dólares. Em 1914, **Thomas J. Watson, Sr.**, tornou-se o Gerente Geral. Nos 10 anos seguintes, fechou todos os negócios não-tabulares e transformou-a em uma empresa internacional, renomeada **IBM** em 1924. A **IBM** atingiu um sucesso espetacular com suas máquinas de tabulação e os cartões perfurados que recebiam. Dos anos 20 aos anos 60, desenvolveu uma imensa base de clientes que era ideal para a conversão para computadores. A **IBM** lançou-se no negócio de computadores em 1953 com o modelo 701 e introduziu o 650 um ano mais tarde. Ao final dos anos 50, o modelo 650 era o mais amplamente usado no mundo com 1.800 sistemas instalados. O **IBM 1401**, anunciado em 1959, foi seu segundo computador de sucesso e ao final dos anos 60, estima-se que 18.000 eram utilizados. Em 1964, anunciou o **System/360**, o primeiro projeto de uma família de computadores compatíveis. Os 360s tiveram enorme sucesso e definiram um padrão para os *Mainframes IBM* até os dias de hoje. Durante os anos 70 e 80, a **IBM** fez uma variedade de sistemas de minicomputadores incompatíveis, incluindo o **System/36** e o **System/38**. Seu grande sucesso **AS/400**, introduzido em 1988, oferece uma ampla família de máquinas compatíveis neste segmento. Em 1981 a **IBM** introduziu o PC em um campo caótico de computadores pessoais e definiu o padrão quase que da noite para o dia. Embora sendo uma empresa de 60 bilhões de dólares em vendas, os anos 90 foram difíceis. Todas as empresas no mundo estão se tomando mais leves para sobreviverem e a **IBM** tem implementado programas de reestruturação, eliminado milhares de funcionários. Em 1993 os primeiros **PowerPC** foram testados, frutos de uma aliança com a **Apple** e **Motorola**.

Alguns fatos históricos:

- Em 1917 **Henri Abraham** e **Eugène Bloch** desenvolveram o multivibrador oscillator na França. Ele podia gerar um sinal 1 KHz.
- Em 1919 **Eccles** e **Jordon**, ambos Americanos, inventaram um circuito binário que podia manter um de dois estados possíveis (0 ou 1) em um dado momento. A invenção tornou-se conhecida como o Flip-Flop e é essencialmente uma memória de um bit.

Boole: Investigação das Leis do Pensamento

Em 1841, mais de um século após a morte de **Leibniz**, um matemático inglês autodidata chamado **George Boole** retomou vigorosamente a procura de uma linguagem universal. É notável que um homem de origem humilde como **Boole** fosse capaz de assumir tal busca. Filho de comerciantes pobres, dificilmente poderia obter uma educação sólida, e muito menos dedicar-se a uma carreira intelectual. Mas sua determinação era ilimitada.

Criança precoce, aos 12 anos **Boole** já dominava o latim e o grego. Mais tarde, incorporou o francês, o alemão e o italiano à sua bateria de línguas. Depois foi a vez da matemática: devorando todas as publicações especializadas que lhe chegavam às mãos, dominou as mais complicadas idéias de seu tempo. Durante a década seguinte, **Boole** começou a construir sua própria reputação, produzindo um fluxo constante de artigos para periódicos locais. Seu trabalho causou tão boa impressão que, em 1849, foi convidado a fazer parte de uma faculdade de matemática da Irlanda.

Com mais tempo para pensar e escrever, **Boole** voltava-se para o assunto sobre o qual **Leibniz** especulava muito tempo antes: colocar a lógica sob o domínio da matemática. **Boole** já tinha escrito um importante artigo sobre esse conceito, *A Análise Matemática da Lógica*, em 1847. Em 1854 ele aprimoraria suas idéias num trabalho intitulado *Uma Investigação das Leis do Pensamento*. Seus ensaios pioneiros revolucionaram a ciência da lógica.

O que **Boole** concebeu era uma forma de álgebra, um sistema de símbolos e regras aplicável a qualquer coisa, desde números e letras a objetos ou enunciados. Com esse sistema, **Boole** pôde codificar proposições - isto é, enunciados que se pode provar serem verdadeiros ou falsos - em linguagem simbólica, e então manipulá-las quase da mesma maneira como se faz com os números ordinais.

As três operações mais fundamentais da álgebra chamam-se **AND**, **OR** e **NOT**. Embora o sistema de **Boole** incluía muitas outras operações, essas três, são as únicas necessárias para somar, subtrair, multiplicar e dividir, ou, ainda,

executar ações tais como comparar símbolos ou números. Para tanto, **Boole** introduziu o conceito de portas lógicas que só processam dois tipos de entidades - verdade ou falsidade, sim ou não, aberto ou fechado, um ou zero. **Boole** esperava que, despojando os argumentos lógicos de toda verbosidade, seu sistema tornaria muito mais fácil - na verdade, tornaria praticamente infalível - a obtenção de soluções corretas.

A maioria dos matemáticos contemporâneos de **Boole** ignorou ou criticou seu sistema, mas este tinha uma força à qual não se podia resistir por muito tempo. Um matemático norte-americano chamado **Charles Sanders Peirce** introduziu a **álgebra booleana** nos Estados Unidos em 1867, descrevendo-a concisamente num artigo enviado à **Academia Norte-Americana de Artes e Ciências**. Ao longo de quase duas décadas, **Peirce** devotou grande parte de seu próprio tempo e energia a modificar e expandir a **álgebra booleana**. Compreendeu que a lógica de dois estados de **Boole** presta-se, facilmente, à descrição de circuitos de comutação elétricos: circuitos estão ligados ou desligados, assim como uma proposição é verdadeira ou falsa; um interruptor funciona de maneira muito parecida com uma porta lógica, permitindo, ou não permitindo, que a corrente - isto é, a verdade - prossiga até o interruptor seguinte. O próprio **Peirce** estava, em última instância, mais interessado em lógica que na ciência da eletricidade. Embora desenhasse, mais tarde, um circuito lógico rudimentar usando eletricidade, o dispositivo nunca foi construído.

Shannon: A Teoria Ligada ao Mundo Real

Introduzindo a álgebra booleana em cursos universitários de lógica e filosofia norte-americana, **Charles Peirce** plantou uma semente que daria frutos meio século mais tarde. Em 1936, **Claude Shannon**, um jovem estudante norte-americano, estendeu uma ponte entre teoria algébrica e aplicação prática.

Shannon chegara havia pouco tempo ao **Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT)**, vindo da Universidade de Michigan, onde adquirira dois graus de bacharelado, um em engenharia elétrica, outro em matemática. Para conseguir um pouco mais de dinheiro no **MIT**, **Shannon** tomava conta de um dispositivo de computação mecânico, desajeitado e cheio de manivelas, conhecido como **Analizador Diferencial**, e que fora construído em 1930 por **Vannevar Bush**, professor de **Shannon**. Essa máquina teve um papel pioneiro, pois foi a primeira a resolver complexas equações diferenciais - expressões matemáticas que descrevem o comportamento de objetos móveis, tais como aeroplanos, ou de forças intangíveis, como a gravidade. Essas equações poderiam custar aos engenheiros meses de cálculos manuais. Por isso, o **Analizador Diferencial** tinha grande importância científica. Mas também apresentava grandes defeitos. Um deles era seu tamanho. Nisso dava um passo para trás, na direção da **Máquina Analítica de Babbage**; de fato, o **Analizador** de **Bush** era essencialmente um conjunto de eixos, engrenagens e fios, arranjados numa sucessão de caixas que cobria a extensão de uma grande sala. Em parte, todo esse volume era uma exigência da necessidade de computar com todos os dez dígitos do sistema decimal de numeração. Mas o tamanho não era a única desvantagem desse aparelho. Ele era também um dispositivo analógico, media movimentos e distâncias, e realizava suas computações a partir dessas medidas. A montagem de um problema exigia que se calculasse uma enorme quantidade de relações de engrenagens, o que podia demorar dois ou três dias. A mudança para um outro problema era um exercício igualmente enfadonho, deixando as mãos do operador cobertas de óleo.

Bush sugeriu que **Shannon** estudasse a organização lógica da máquina para sua tese, e, à medida que o estudante lutava com as evasivas partes internas do **Analizador**, não podia evitar que lhe ocorressem meios de aperfeiçoá-lo. Recordando-se da álgebra booleana que estudara em seu curso universitário, **Shannon** ficou surpreso - como **Peirce** também ficara antes - ao constatar sua semelhança com a operação de um circuito elétrico. **Shannon** percebeu as implicações que tal semelhança teria para o desenho dos circuitos elétricos num computador. Se fossem instalados de acordo com os princípios booleanos, tais circuitos poderiam expressar a lógica e testar a verdade das proposições, bem como executar cálculos complexos.

Ele percebeu quão semelhante era o princípio booleano de números binários com um circuito elétrico - e que esse circuito poderia ser usado em um computador.

Em 1937 **Claude Shannon** publicou um artigo que demonstrava o paralelo entre **Álgebra Lógica** e os **Circuitos Chaveados** como sua tese de mestrado no *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*. Sua pesquisa continuaria nos *Bell Laboratories* a influenciar o projeto de circuitos lógicos para telefones e computadores.

Shannon prosseguiu em suas idéias sobre números binários, álgebra booleana e circuitos elétricos, desenvolvendo-as em sua tese de mestrado, publicada em 1938. Esse brilhante ensaio, que teve um efeito imediato sobre o planejamento dos sistemas telefônicos, ocupa uma posição central no desenvolvimento da moderna ciência dos computadores. Ele sugeria que um computador poderia ser construído de chaveadores para manipular lógica booleana para fazer cálculos. A sua teoria foi tão bem recebida que dentro de meses já estava sendo adaptada aos sistemas telefônicos americanos. Uma década mais tarde, **Shannon** publicaria outra obra seminal - *Uma Teoria Matemática da Comunicação* - descrevendo o que desde então passaria a ser conhecido como teoria da informação. **Shannon** propôs um método para definir e medir a informação em termos matemáticos, onde escolhas sim ou não eram representadas por dígitos binários - idéia que está na base das modernas telecomunicações.

Tão grande era a necessidade de uma máquina bem-proporcionada funcionalmente e que pudesse resolver equações difíceis, que três outros pesquisadores chegaram perto das mesmas conclusões quase ao mesmo tempo. Shannon foi o responsável pela expansão do conceito de numeração binário e introduzindo nos meios acadêmicos o bit como é conhecido atualmente: **binary digit**.

Enquanto **Shannon** pensava, um professor de física chamado **John Atanasoff** lutava com o problema no **Colégio Estadual de Iowa**, nos Estados Unidos. Em janeiro de 1938, após dois anos "quebrando a cabeça" em busca de um projeto ótimo para um computador, **Atanasoff** decidiu basear sua máquina no sistema binário de numeração, em vez de número decimal. Ele chegou a essa conclusão um tanto relutantemente, pois temia que seus alunos e outros usuários da máquina pudessem topar com dificuldades consideráveis ao fazer a transposição do sistema decimal para o binário. Mas a simplicidade do sistema de dois algarismos, combinada com a relativa facilidade de representar dois símbolos em vez de dez nos circuitos de um computador, pareceu a **Atanasoff** superar o obstáculo da não-familiaridade. Seja como for, a máquina podia fazer as conversões. Certo dia, em 1937, ele compreendeu que a lógica booleana era uma linguagem natural para os circuitos de relés eletromecânicos do telefone.

A disputa pelo título de primeiro computador do mundo é acirrada. Isto porque devemos levar em consideração que os precursores dos primeiros computadores eram máquinas mecânicas. Aos poucos, com a utilização de eletricidade com chaves mecânicas e eletromagnéticas, chegou-se à utilização de computadores eletro-mecânicos. Mas aí está o ponto. As máquinas puramente mecânicas são ou não são computadores? E os eletro-mecânicos? Podemos considerá-las, pois, computadores?

O que podemos considerar como primeiro computador do mundo foi desenvolvido no **MIT (Massachusetts Institute of Technology)** em 1931 por **Vannevar Bush**. Era **analógico** e possuía partes mecânicas, tendo sido construído para resolver **equações diferenciais** simples. Na verdade era mais uma calculadora do que qualquer outra coisa.

Porém, a utilização de elementos analógicos era problemática, pois uma variável pode assumir qualquer valor de $-\infty$ a $+\infty$ - como ocorre realmente na natureza. Isto significa que qualquer tipo de ruído, seja qual for a origem, irá inevitavelmente alterar as variáveis e interferir nos dados apresentados. Para que isto fosse contornado, precisava-se diminuir o número de variações que cada variável poderia assumir. Só que, para isto, toda base que estava sendo utilizada teria que ser totalmente descartada! E foi exatamente o que aconteceu.

Uma outra base numérica passou a ser utilizada - a binária. Nesta base só existem dois algarismos, "0" ou "1", ao contrário do sistema decimal, que tem dez algarismos, de "0" a "9". Esta base numérica já era conhecida e já possuía sistemas de subtração, adição, multiplicação e divisão, após pesquisa de **Francis Bacon** por volta de 1623 e posteriormente **Gottfried Wilhelm Leibniz** a partir de 1679.

Quando criada, tal base numérica não despertou tanto interesse. Porém, todo este sistema numérico serviria como uma luva para o desenvolvimento de computadores, agora não mais analógicos, mas sim **digitais** (*a origem da palavra digital vem justamente do fato de ao invés de nos basearmos em uma álgebra convencional de 10 algarismos, como em nossas mãos, baseamo-nos agora em somente dois algarismos - "0" e "1" - contado com um só dedo, ou seja, um só dígito*). Neste caso, cada variável poderia assumir somente dois valores: "0" e "1". Qualquer valor diferente destes seria completamente descartado, eliminando-se o problema do ruído. Fora isto, a lógica digital é muito mais simples, já que baseia-se em variáveis que assumem duas atitudes, ao invés de infinitas.

A base binária em si não serviria de muita coisa se o matemático inglês **George Boole** não tivesse criado em 1854 toda uma lógica binária, que complementaria a base binária. Com esta lógica foi possível a criação de **portas lógicas**, o elemento básico para a criação de computadores. Complementando o simples "sim" e "não", "ligado" e "desligado", etc que os números "1" e "0" poderiam representar, **Boole** criou condições especiais, a partir de "verdadeiro" e "falso" que tais números também poderiam representar, juntando a base binária à tradicional teoria dos conjuntos - como a condição "E" para a interseção de dois conjuntos e "OU" para a união de dois conjuntos. Com isto teremos condições suficientes para criar um **circuito lógico**, um circuito capaz de reagir de acordo com dados entrados, ou seja, dar uma resposta de acordo com a entrada, de uma maneira pré-definida. Como exemplo banal de um circuito lógico poderíamos citar uma calculadora, que é capaz de dar a resposta de uma operação após termos entrado com os valores. Desta maneira, a matemática utilizada em circuitos lógicos digitais é chamada de **álgebra booleana**.

As máquinas convencionais significaram um grande avanço tecnológico, mas não eram computadores. A construção destes foi possibilitada a partir de observações sobre um componente básico: a *chave*.

CHAVE

Chama-se chave a qualquer dispositivo capaz de abrir ou fechar um circuito elétrico. Em sua casa há várias delas. Veja, por exemplo, os interruptores nas paredes. Quando você liga o interruptor, a lâmpada se acende, ou seja, o circuito elétrico foi fechado. Quando você "desliga" o interruptor a lâmpada se apaga indicando que abriu-se o circuito elétrico.

Este simples princípio de "liga-desliga" é básico na construção dos computadores e, por isso, os idealizadores dos computadores estudaram os diversos tipos de chaves. Numa relação com os cartões perfurados de **Hollerith**, uma

chave ligada correspondia a um furo no cartão, enquanto que a ausência de furo representava uma chave desligada. O agrupamento e a combinação de chaves possibilitava uma maneira de calcular e armazenar dados. Para tanto, as combinações de chaves utilizavam uma lógica e uma representação numérica do tipo binária. Isto significa, em outras palavras, que os números eram representados apenas por dois algarismos: **0** ou **1**; onde **0** corresponde à chave desligada, e **1** à chave ligada. Trata-se de números que emprega o sistema numérico de base 2. Porém, as primeiras chaves tinham que ser **ligadas** e **desligadas** manualmente, o que, obviamente, limitava a velocidade das máquinas. O que possibilitou aumentar a velocidade de processamento dos primeiros computadores foi a invenção de dois tipos de chaves capazes de ligar e desligar um circuito elétrico muito mais rapidamente do que a mão humana: o relé e a válvula.

RELÉ

O relé é uma chave elétrica que, ao receber um sinal elétrico, fecha o circuito utilizando-se de eletroímãs. O dispositivo que toca as campainhas domésticas, ou que fazem o telefone tocar utiliza um relé para o acionamento mecânico. Devido ao fato de ser eminentemente mecânico, o relé só pode ser acionado até 5 vezes por segundo.

Konrad Zuse

O próximo grande marco de desenvolvimento ocorreu nos anos 30, quando um estudante alemão de engenharia chamado **Konrad Zuse** (1910-1995) construiu uma série de máquinas calculadoras automáticas utilizando relés eletromagnéticos. Sua idéia era criar uma máquina que usava relés mecânicos que atuando como chaves, podiam abrir ou fechar automaticamente, o que levou à utilização de números binários em vez de algarismos decimais, utilizados nas engrenagens da máquina de **Babbage**.

Mesmo antes de **Shannon** escrever sua tese ou **Stibitz** começar suas improvisações, alguém trabalhava em tranqüilo isolamento, soldando relés no estreito apartamento que partilhava com seus pais, em Berlim. **Konrad Zuse** sempre fora um planejador e construtor nato. Quando era estudante de engenharia, passou a detestar os longos e maçantes cálculos matemáticos exigidos pela profissão. **Zuse** começou, então, a sonhar com uma máquina que pudesse encarregar-se da desagradável tarefa. Idealmente, pensou, tal máquina poderia ser programada para executar qualquer tarefa matemática de que se necessitasse, por mais complexa que fosse. Embora não estivesse a par do trabalho de **Charles Babbage**, **Zuse** pôs-se a planejar um computador para todos os fins.

Zuse nada sabia a respeito de máquinas calculadoras, tais como o **Analizador diferencial**. Décadas mais tarde, porém, ele observaria que isso foi, na verdade, uma vantagem: devido à sua ignorância, ele estava livre para seguir por novas direções e escolher o melhor sistema de cálculo. Depois de experimentar com o sistema decimal, **Zuse** decidiu usar o binário. Seu talento para progredir por esse caminho era extraordinário. Não sabia mais sobre **George Boole** do que sobre **Charles Babbage**. Mesmo assim, planejou seu computador para funcionar sob princípios semelhantes aos booleanos.

Em 1936, **Zuse** deixou de ser estudante e profissionalmente criou sua primeira máquina, chamada **Z1**, baseada em relés mecânicos, que usava um teclado como dispositivo de entrada e lâmpadas (dispositivo binário – aceso e apagada) como componente de saída. As lâmpadas acesas representavam o algarismo 1. As lâmpadas apagadas representavam o 0. Os dados eram passados para a máquina através de um teclado.

A **Z1** (1936/1938) foi construída na sala de estar da casa de **Zuse**, era constituída por um conjunto de discos circulares móveis. As posições tomadas por uma haste representava um 0 ou um 1. A memória era formada por cerca de mil discos representando a mesma quantidade de números binários. Esta máquina é a primeira calculadora universal binária controlada por um programa. O programa apresentava uma série de instruções indicando o código de operação, os endereços na memória e os endereços do resultado.

Em 1936, **Zuse** deixou o emprego numa firma de engenharia e dedicou-se integralmente ao projeto **Z1**, sustentado pelos amigos e usando, como local de trabalho, uma pequena mesa no canto da sala de visitas da família. Quando viu que sua máquina tomava forma e crescia, empurrou outra mesa para perto da primeira, de modo a acomodá-la. Depois deslocou suas operações para o centro da sala e, dois anos mais tarde, completava um verdadeiro labirinto de relés e circuitos.

A **Z1**, nome que **Zuse** deu à máquina, tinha um teclado para introduzir problemas no computador. No fim de um cálculo, o resultado faiscava num quadro com muitas lampadzinhas. Embora satisfeito com o aparelho, **Zuse** tinha dúvidas quanto ao teclado, que julgava demasiado grosseiro e vagaroso. Depois de muito pensar, descobriu uma alternativa engenhosa e barata de codificar as instruções perfurando uma série de orifícios em filmes de 35 milímetros, usados. E essa máquina alimentada com filmes recebeu o apelido de **Z2**. Na **Z2** as chaves comuns foram substituídas por relés e o teclado por uma fita de filme de 35 mm a qual era perfurada adequadamente para entrar com as informações na máquina. Foi-lhe sugerido que substituísse os relés por válvulas.

Na **Z2**, com a orientação do engenheiro **Helmut Schreyer**, **Zuse** substituiu as partes mecânicas da unidade aritmética por reles telefônicos (comutadores eletromecânicos "aberto/fechado" que trabalhavam centenas de vezes por minuto).

Zuse realizou alguns aperfeiçoamentos em seu "computador" até concluir, em 1941, o **Z3**, o qual utilizava relés eletromecânicos e era controlado por programa, sendo talvez o primeiro computador efetivamente operacional do mundo. Este ainda utilizava relés. Os computadores de **Zuse** funcionaram bem e chegaram a serem utilizados no cálculo de asas de aviões.

Apesar dos bombardeios aliados, que o obrigam a mudar o local da oficina diversas vezes, e do exército alemão que o convoca para o *front* por dois períodos, o protótipo do **Z3** é concluído. O racionamento de materiais durante a guerra impõe a improvisação de componentes a partir de peças usadas de telefones, e as instruções são alimentadas por velhas películas cinematográficas de 35 mm, perfuradas com um código de oito furos por quadro. O **Z3** armazena 64 palavras de 22 bits cada. A informação é introduzida por um teclado, e os resultados exibidos num painel de lâmpadas.

1941 - A **Z3**, considerada a primeira calculadora universal controlada por programa, foi construída por **Zuse** com uma equipe de 15 pessoas em um anexo da fábrica de aviões **Henschel**, já em plena II Guerra Mundial. Essa máquina tinha um leitor de cartões, um console para o operador e dois compartimentos com 2.600 relés. Calculava raízes quadradas e realizava uma multiplicação em cerca de 5 segundos. Sua memória armazenava 64 números de 22 bits. Foi destruída em 1945, durante um bombardeio.

Seu modelo **Z4** foi usado pelos militares alemães para auxiliar no projeto de aviões e mísseis durante a Segunda Guerra Mundial. Provavelmente **Zuse** teria desenvolvido máquinas de maior capacidade e versatilidade se tivesse sido melhor financiada pelo governo alemão. Em 1940 **Konrad Zuse** tentou vender suas calculadoras ao governo alemão para uso militar. Ele apresentou a idéia de construir uma máquina para facilitar a decifração dos códigos secretos aliados. Segundo ele, a máquina poderia ser construída em um ano. **Hitler**, entretanto, como estava interessado em resultados em curto prazo, rejeitou o projeto.

A **Z4** era mais potente: 32 bits, com memória de 512 palavras. Em 1950, foi instalada em **Zurique**, na Escola Politécnica Federal. Usava fitas perfuradas, **Zuse** iniciou, mas não terminou um "Plano de Preparação da Máquina" que traduziria os comandos, verificaria se a entrada de dados feita pelo usuário estava com sua sintaxe correta. O "desenho flexível e elegante" da máquina **Z4** possibilitou que Rutishauser percebesse como seria fazer um programa de computador.

Todos os protótipos de **Zuse** são destruídos quando do bombardeio de Berlim na ofensiva final aliada em 1945, mas sabe-se que um dos seus modelos, adaptado, auxiliou os cálculos do projeto da bomba voadora alemã **HS-293**. O **Z-4**, último computador de **Zuse** no período de guerra, aumenta o tamanho das palavras para 32 bits. Levada para Gottingen quando os aliados marcham sobre Berlim, a máquina acaba em **Basiléia**, na Suíça, onde opera até 1954. Sem conseguir fabricar computadores na Alemanha ocupada, **Zuse** concentra-se na teoria, desenvolvendo a linguagem "Plankalkul". Ao conseguir novamente fabricá-los, monta a **Zuse Company**, a maior fabricante de computadores da Alemanha até 1969, quando é incorporada pela **Siemens**.

Zuse não conhecia o trabalho de **Babbage**, e suas máquinas foram destruídas pelo bombardeio de Berlim pelos aliados em 1944, de forma que seu trabalho não teve qualquer influencia nas máquinas posteriores. Mesmo assim, ele foi um dos pioneiros neste campo.

Logo depois, nos Estados Unidos, duas pessoas também projetaram calculadoras, **John Atanasoff**, no *Iowa State College*, e **George Stibbitz**, no *Bell Laboratory*.

A máquina de **Atanasoff** era surpreendentemente avançada para sua época. Ela utilizava aritmética binária e possuía capacitores para a memória, que eram periodicamente refrescados para evitar que se descarregassem, processo esse denominado por ele de "estimulação da memória". As pastilhas modernas de **RAM** (*Random Access Memory*) dinâmica funcionam exatamente da mesma maneira. Infelizmente, a máquina nunca se tornou operacional. De certa forma, **Atanasoff** foi como **Babbage**: um visionário derrotado pela inadequada tecnologia de *hardware* (parte física) de seu tempo.

John Vincent Atanasoff (professor de Física e Matemática) e **Clifford Berry** (aluno de pós-graduação), na Universidade de Iowa (1939/1942), nos Estados Unidos, criaram o **ABC** (**Atanasoff-Berry Computer**), uma calculadora eletrônica que resolvia equações lineares diferenciais e calculava tabelas de balística. Funcionava com válvulas a vácuo e utilizava o sistema binário. Essa máquina conseguiu resolver, simultaneamente, **29 equações** com 29 incógnitas. O desempenho do relógio era de 60 pulsações por segundo. A unidade aritmética tinha 210 válvulas. A memória de leitura e gravação de cartões era controlada por 30 válvulas.

Atanasoff fez demonstrações práticas de seu protótipo para vários cientistas, e um deles demonstrou total interesse em saber todos os detalhes, era o doutor **John Mauchly**, que trabalhava nas Forças Armadas no desenvolvimento do ENIAC. Atanasoff levou o caso aos tribunais, acusando os criadores do ENIAC por pirataria. O processo durou 20 anos quando finalmente uma corte distrital americana decidiu que o ENIAC havia derivado das idéias do doutor Atanasoff. Apesar disso nem os criadores do ENIAC foram condenados, nem Atanasoff recebeu alguma compensação. O ABC foi desmontado em 1948.

Para muitos, o **ABC** foi o primeiro computador, embora fosse uma máquina dedicada para resolver apenas um tipo de operação.

O computador de **Stibbitz**, embora mais primitivo do que o de **Atanasoff**, funcionou realmente. **Stibbitz** fez uma demonstração pública em uma conferência no **Dartmouth College** em 1940. Uma das pessoas da audiência era **John Mauchley**, um desconhecido professor de física da Universidade da Pennsylvania. Posteriormente, o mundo da computação ouviria mais sobre o professor **Mauchley**.

Stibbitz trabalhou imediatamente na idéia de criar calculadoras, certo de que seu padrão encontraria uso para o que quer que ele lhe trouxesse. Começou surrupiando pequenas peças de pouco valor ou que não serviam mais. Trabalhando na mesa de sua cozinha, nos fins de tarde, ele interligou velhos relés, um par de baterias, lâmpadas de lanternas, fios e tiras metálicas cortadas de uma lata de tabaco.

O dispositivo resultante utilizava, para controlar o fluxo de corrente elétrica, a lógica das portas booleanas, era um circuito eletromecânico que podia efetuar adição binária. Foi o primeiro desse tipo construído nos Estados Unidos. Hoje, o circuito somador binário constitui um dos tijolos básicos de todo computador digital.

Durante os dois anos seguintes (em 1939), **Stibitz** e um engenheiro especialista em computadores chamado **Samuel B. Williams** desenvolveram um dispositivo (calculadora a relés) que podia subtrair, multiplicar e dividir, bem como somar números complexos. **Stibitz** deu à sua máquina o nome de **Calculadora de Números Complexos** (Model 1) (possuía de 400 a 450 relés), e em janeiro de 1940 colocou-a para funcionar no prédio da companhia, em Manhattan. Uma máquina de teletipo nas proximidades lhe transmitia sinais e recebia respostas em intervalos de segundos. Dois outros teletipos foram acrescentados em outras partes do edifício, permitindo a várias pessoas em mais de um lugar usarem o mesmo computador. Alguns meses depois, foi instalado um quarto teletipo a pouco mais de 400 quilômetros de distância, no Colégio Dartmouth de Hanover, New Hampshire. Ali, diante de uma perplexa audiência de trezentos membros da *American Mathematical Society*, **Stibbitz** dirigiu uma demonstração de computação eletromecânica de controle remoto. Certo dia, em 1937, ele compreendeu que a lógica booleana era uma linguagem natural para os circuitos de relés eletromecânicos do telefone.

Enquanto **Zuse**, **Stibbitz** e **Atanasoff** estavam projetando calculadoras automáticas, um jovem chamado **Howard Aiken** (professor de matemática aplicada) estava realizando manualmente tediosos cálculos numéricos (equações diferenciais) como parte de sua pesquisa de doutorado em **Harvard**. Após seu doutorado, **Aiken** reconheceu a importância dos cálculos feitos por máquinas. Começou a ler sobre o assunto, e descobriu o trabalho de **Babbage** e decidiu construir com relés o computador de uso geral que **Babbage** não conseguiu construir com rodas dentadas.

A primeira máquina de **Aiken**, o **MARK I**, uma Calculadora Automática de Sequência Controlada, foi terminada em **Harvard** (com o apoio da **IBM** e da marinha americana), em 1944. Ela tinha 72 células de 23 dígitos decimais cada, e tinha um tempo de ciclo (isto é, de instrução) de 6 segundos. As instruções de dois operandos eram introduzidas na máquina por meio de uma fita de papel perfurado. A entrada e saída de dados era feita por cartões perfurados. Ao ser completado em 1944, o **MARK I** podia realizar uma soma em seis segundos e uma divisão em 12 segundos. Ele media 16.75 m de comprimento por 2.43 m de altura; ocupava 120 m³; possuía cerca de 200.000 peças, entre as quais milhares de relés; foram empregados perto de 800.000m de fio. O **MARK I** consegue em apenas 3 segundo multiplicar um número de 10 algarismos; a soma ou subtração de dois números era feita em dois décimos de segundo e a divisão tomava 10 segundos.

Independente dessa discussão a participação da **IBM** no desenvolvimento dos computadores é inegável. A **IBM** também teria um outro destaque na história dos computadores por um acontecimento: foi em um **Mark II** em que ocorreu o primeiro *bug*. A palavra já vinha sendo usada como gíria para significar qualquer complicação desde a Revolução Industrial. As máquinas eram instaladas em locais onde havia muitos insetos voando e havia grande chance de algum isento pousar em um lugar errado e causar estragos, e qualquer parada mecânica era atribuída a princípio por *bug*. Com os computadores realmente foi um *bug*: em 1945, uma mariposa conseguiu entrar num **Mark II** do Centro Naval de Virgínia, nos EUA, e travou todo o sistema, a partir daí o nome passaria a ser sinônimo de qualquer falha ou erro.

Embora o **MARK I** tenha colocado a **IBM** na vanguarda da informática, a sua construção era bastante cara e delicada e a sua técnica de construção não teve continuidade. Quando **Aiken** acabou de construir o sucessor, o **MARK II**, computadores com relés estavam obsoletos. A era da eletrônica tinha começado.

O projeto do primeiro computador eletrônico do mundo foi o **ABC** (*Atanasoff Berry Computer*). Iniciado em 1937, seu criador não conseguiu concluí-lo, tendo abandonado completamente o projeto no ano de 1942. Foi o primeiro computador a utilizar válvulas termoiônicas.

O final da década de 1930 e o início da de 1940 testemunharam um grande alvoroço nas atividades de desenvolvimento de computadores. Este período, chamado de “anos efervescentes”, foi influenciado grandemente pelo início da II guerra mundial. O esforço de guerra intensificou a necessidade de cálculos científicos e, como exemplo, citamos a produção de tabelas balísticas, tornando possível o funcionamento de diversos projetos-chaves. Além disto, dispunha-se da tecnologia necessária.

Entre os projetos deste período está a construção encomendada pelo exército americano de uma série de cinco computadores de grande porte dos **Bell Telephone Laboratories**. Chamados de Computadores Bell a relé, devido ao

uso de relés eletromecânicos como componente operacional básico, eles representaram um progresso significativo sobre as máquinas de calcular da época.

Em 1946 **Max Newman** e a equipe da Universidade de Manchester, na Inglaterra, que teve a participação de **Alan Turing**, construíram o **Manchester Mark I**, "**primeiro computador que funcionou**", que teve "a primeira visualização na tela de dados contidos na memória" e que teve o primeiro programa gravado executado em 21 de junho de 1948.

Ao contrário de alguns de seus contemporâneos, **Aiken**, que conhecia o trabalho executado por **Babbage** um século antes, reconheceu sua influência em seus escritos. De fato, o **MARK I** veio a ser chamado de "o sonho de **Babbage** torna-se realidade".

Mas, além do tamanho de gigantesco, essas colossais máquinas eram todas frutas das mais diversas pesquisas de um mercado eminente. Ou seja, quem operava tais máquinas eram os próprios criadores para um público muito restrito.

1.1.2 - Primeira Geração - Válvulas (1945-1955)

Com a evolução da eletrônica surgiu a válvula. Ela é um tipo de chave que, por não ser mecânica, pode ser acionada até cerca de 1.000.000 (um milhão) de vezes por segundo. Mesmo sendo mais lentos do que as válvulas, os relés foram a base para a construção dos primeiros computadores, porque eram muito mais confiáveis, já que as válvulas queimavam frequentemente. Por isso no início os computadores eram eletromecânicos e não eletrônicos.

A válvula é um componente que trabalha com tensões elétricas relativamente altas e é basicamente térmico. Portanto, o mais comum era alguma válvula se queimar dentro de poucos minutos, fora o super aquecimento que as instalações do computador sofriam.

O estímulo para o computador eletrônico foi a segunda Guerra Mundial. Durante a primeira fase da guerra, os submarinos alemães estavam massacrando os navios britânicos. Ordens eram enviadas pelos almirantes alemães de Berlim para os submarinos por rádio, que os ingleses podiam interceptar, e o fizeram. O problema era que as mensagens eram criptografadas utilizando um aparelho chamado **ENIGMA**, cujo precursor, casualmente, foi projetado pelo inventor amador e ex-presidente dos EUA, **Tomas Jefferson**.

No início da guerra, a inteligência britânica conseguiu adquirir uma máquina **ENIGMA** da inteligência polonesa, que tinha sido roubada dos alemães. Entretanto, para decifrar uma mensagem codificada, era necessária uma imensa quantidade de cálculos, e, para que ela pudesse ser aproveitada, esta codificação deveria ser feita o mais rapidamente possível. Para decodificar estas mensagens, o governo britânico criou um laboratório altamente secreto que construiu um computador eletrônico denominado **COLOSSUS** (1943). O famoso matemático **Alan Turing** (1912-1954) ajudou a projetar esta máquina. A equipe era formada por **Max Newman**, **Alan Turing** e equipe de **Betchley Park**. Foi usado na decodificação de mensagens secretas dos alemães na segunda guerra mundial.

Alan Turing - Estudou as propriedades das máquinas de calcular universais. Concebeu uma máquina de calcular, a máquina de **Turing**, que poderia desempenhar qualquer operação definida pela matemática. Perguntou, então, "dado um programa de cálculo que rode em uma **Máquina de Turing**, há alguma forma de dizer se o programa vai parar ou executar para sempre?" O que ele queria saber é se existe um algoritmo que responderia a essa pergunta em um número finito de passos para qualquer programa de tamanho finito. Em 1943, na Inglaterra, **Turing** e seus colegas desenharam a máquina **Colossus**, para o exército britânico. Ela tinha a função de decodificar as mensagens secretas enviadas pelos alemães. Só foi revelada a existência do **COLOSSUS** muito tempo depois da guerra.

A principal contribuição de **Turing** foi na verdade a criação da **Máquina de Turing**, cujo formalismo matemático foi usado no estudo de funções de cálculo.

A **Máquina de Turing** era um dispositivo que poderia executar uma determinada tarefa de forma sistemática. A máquina funcionaria usando mecanismos relacionados com conceitos de cálculo de entrada, saída e com um programa. A **Máquina Universal de Turing** era um aparelho que lia uma descrição em um formato definido e que executava qualquer tarefa ali designada. Assim, a **Máquina Universal de Turing** realizaria qualquer processo sistematizado que um homem pudesse realizar. Na verdade, foi um conceito abstrato colocado no papel a partir dos conhecimentos de lógica e de filosofia de **Turing**. Antecipou muitos dos conceitos relacionados ao computador: input, output, memória, programas codificados, algoritmos, compiladores/interpretadores, máquina de estado finito.

O **COLOSSUS** ficou operacional em 1943, mas, como o governo britânico manteve praticamente todos os detalhes do projeto classificados como segredo militar durante trinta anos, a linha **COLOSSUS** nasceu morta. Vale apenas salientar que foi o primeiro computador eletrônico digital do mundo, apesar de executar somente um tipo de tarefa. O **COLOSSUS**, usava ao invés de relés eletromecânicos, 2.000 válvulas eletrônicas (por coincidência, mais ou menos o mesmo número de válvulas que **Zuse** propusera para a nova máquina que não lhe permitiram desenvolver...).

O **Colossus** trabalhava com símbolos perfurados numa argola de fita de papel, que era inserida na máquina de leitura fotoelétrica, comparando a mensagem cifrada com os códigos conhecidos até encontrar uma coincidência. Ele processava 25.000 caracteres por segundo. Em 1943 foram produzidos dez **COLOSSUS**, o nome que este computador recebeu. Como o próprio nome sugere, possuía dimensões gigantescas, cerca de 1.500 válvulas e era capaz de processar cerca de 5.000 caracteres por segundo.

Além de destruir as máquinas de **Zuse** e estimular a construção do **COLOSSUS**, a guerra também afetou a computação nos Estados Unidos. O exército precisava de tabelas de alcance para calibragem de mira de sua artilharia pesada, e achava que calculá-las manualmente consumia muito tempo e era sujeito a erros.

Durante a Segunda Guerra havia a necessidade, por parte do exército americano de desenvolver métodos mais rápidos para cálculo das trajetórias e alcance das novas armas. Este trabalho era feito manualmente, utilizando-se calculadores de mesa. O *Army's Ballistics Research Laboratory* (BRL) utilizava cerca de 200 pessoas para resolver as equações necessárias, sendo que a preparação das tabelas para uma única arma poderia levar várias horas ou até mesmo dias de trabalho de uma única pessoa. O exército americano, em segredo, aprovou a construção de um computador. O seu propósito era projetar armas modernas e eficazes e, principalmente fazer estudos balísticos visando calcular as trajetórias de projéteis com maior precisão. O exército e o governo americano, entregou uma série de projetos a cientistas de várias universidades americanas. Entre esses projetos havia um que se dedicava a calcular as trajetórias dos projéteis das baterias antiaéreas e a elaborar tábuas de tiro.

John Mauchley, que conhecia o trabalho de **Atanasoff** e de **Stibbittz**, sabia que o exército estava interessado em calculadoras mecânicas. Da mesma maneira que muitos cientistas da computação que vieram depois dele. Mauchley apresentou um pedido de auxílio ao exército para o financiamento da construção de um computador eletrônico. A proposta foi aceita em 1943, e **Mauchley** e seu aluno de pós-graduação, **J. Presper Eckert**, construíram um computador eletrônico que eles deram o nome de **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator And Calculator), ou seja, Computador e Integrador Numérico Eletrônico. Ele foi construído de 1943 a 1946. O **ENIAC** usava **válvulas** eletrônicas, substituindo os relés do **MARK I**, que o tornava capaz de operar com velocidade 1.000 vezes maior. Este foi o mais ambicioso e o mais importante dos trabalhos pioneiros em computação eletrônica. Entre seus muitos componentes, o **ENIAC** tinha em torno de 18.000 válvulas, 1.500 relés, 70.000 resistores e 10.000 capacitores, consumindo cerca de 150 KW de potência. Ele ocupava uma área de aproximadamente $1.400 m^2$, um terço de um campo de futebol e pesava 30 toneladas. Muitos disseram que o **ENIAC** jamais funcionaria, pois a confiabilidade das válvulas era ainda muito baixa. Entretanto, tudo foi terminado a contento e, durante seus 10 anos de vida, ele trabalhou 80.223 horas. Embora a entrada e a saída de dados fossem feitas por **cartões perfurados**, os programas eram preparados através da modificação de circuitos. O **ENIAC** podia executar 5.000 adições ou 300 multiplicações por segundo, sendo então muito mais rápido do que qualquer contemporâneo seu. Sua grande limitação era a capacidade de armazenamento de dados. Superado por novas máquinas, o **ENIAC** deixou o serviço em 1955. Sua programação era feita através de cerca de 6.000 chaves multiposicionais e da interconexão de um grande número de soquetes através de um verdadeiro emaranhado de cabos. **ENIAC** - primeiro computador digital eletrônico de grande escala.

Era difícil de mantê-lo funcionando, pois suas válvulas despendiam muito calor e, devido às altas temperaturas em que trabalhavam, falhavam constantemente. Além desse inconveniente, **parte dos circuitos** do **ENIAC** tinha de ser **alterada toda vez que se desejava instruí-lo** (programá-lo) para realizar outras tarefas. As modificações nos circuitos levavam, às vezes, vários dias. A maior parte dos programadores da época eram mulheres. Só mesmo elas para terem a paciência necessária para programar e reprogramar esse emaranhado de chaves várias vezes ao dia.

O **ENIAC** funcionava da seguinte maneira: Primeiro um grupo de cientistas desenvolvia equações matemáticas na exata sequência em que elas tinham que ser digeridas pelo sistema. A seguir seis especialistas programavam o computador para executá-las, girando botões de sintonia e plugando centenas de fios nas tomadas corretas. Portanto o que hoje é o sistema operacional, em 1946 era uma operação completamente manual.

O primeiro teste do **ENIAC** - uma demonstração feita para generais das Forças Armadas - calculou a trajetória de uma bala de canhão até um alvo determinado. Alimentado com as equações, o computador forneceu os dados para que o canhão fosse calibrado. A bala acertou o alvo, mas o que mais impressionou os generais, foi que o tempo que o computador levou para resolver, foi menor que o tempo da trajetória da bala. O único problema do **ENIAC** era que para calcular a trajetória de outra bala, até um novo alvo, tudo tinha que ser refeito: das equações até o reacerto dos fios. É essa tarefa que hoje já vem embutido nos programas.

Apesar das desvantagens, o **ENIAC** representava um grande progresso, pois:

- A sua unidade central de processamento não possuía nenhum mecanismo móvel, sendo as operações efetuadas por circuitos eletrônicos;
- O **ENIAC** era capaz de realizar em apenas uma hora o mesmo trabalho que tomava mais de 1 semana no **MARK I**.

O **ENIAC** tinha as seguintes características:

- totalmente eletrônico
- 17.468 válvulas
- 500.000 conexões de solda
- 30 toneladas de peso
- 180 m² de área construída
- 5,5 m de altura
- 25 m de comprimento
- 2 vezes maior que MARK I
- realizava uma soma em 0,0002 s
- realizava uma multiplicação em 0,005 s com números de 10
- dígitos

Só que o **ENIAC** tinha um grande problema: por causa do número tão grande de válvulas, operando à taxa de 100.000 pulsos por segundo, havia 1,7 bilhão de chances a cada segundo de que uma válvula falhasse, além da grande tendência de superaquecer-se. Pois as válvulas liberavam tanto calor, que mesmo com os ventiladores a temperatura ambiente subia, às vezes, até 67°C. Então **Eckert**, aproveitou a idéia utilizada em órgãos eletrônicos, fazendo com que as válvulas funcionassem sob uma tensão menor que a necessária, reduzindo assim as falhas a 1 ou 2 por semana.

É o primeiro computador à válvulas dos Estados Unidos, terminado somente após a guerra (1946), também para uso basicamente militar - como cálculo de trajetória de mísseis. **Alan Turing**, o mesmo criador do **Colossus**, ajudou neste projeto.

O primeiro problema executado no **ENIAC**, uma simulação numérica usada no projeto da **Bomba de hidrogênio** precisou de 20 segundos, enquanto as calculadoras mecânicas levavam 40 horas.

O **ENIAC** foi desativado em 2 de outubro de 1955. Seu “incrível” desempenho foi há muito superada por qualquer calculadora de bolso!

O **ENIAC** (*Electronic Numerical Integrator And Computer*) é considerado o primeiro computador programável universal. Foi usado em uma simulação numérica para o projeto da bomba de hidrogênio, em pesquisa de projetos de túneis de vento, geradores de números aleatórios e em previsões meteorológicas.

A máquina só ficou pronta em 1946, quando já era muito tarde para ter uso em seus objetivos originais. Entretanto, logo que a guerra acabou, **Mauchley** e **Eckert** obtiveram permissão para organizar um **curso de verão** para descrever o trabalho deles para colegas cientistas. Aquele **curso de verão** deu início a uma explosão de interesse na construção de grandes computadores digitais.

Após esse histórico curso de verão, muitos outros pesquisadores começaram a construir computadores eletrônicos. O primeiro computador operacional em grande escala capaz de armazenar seus próprios programas foi o **EDSAC** (1949) (*Electronic Delay Storage Automatic Calculator* ou "Calculadora Automática com Armazenamento por Retardo Eletrônico"), construído na Universidade de Cambridge, na Inglaterra, por **Maurice Wilkes**.

Dentre outros temos o **JOHNIAC**, na Rand Corporation, o **ILLIAC**, na Universidade de Illinois, o **MANIAC** (Mathematical Analyser Numerator, Integrator And Computer), no Los Alamos Laboratory, e o **WEIZAC**, no Weizmann Institute, em Israel.

Eckert, Mauchley e Herman H. Goldstine (1945 a 1951) com a consultoria de **John von Neumann**, doutor em Matemática, pela Universidade de Budapeste, húngaro, naturalizado americano, especialista em lógica, começaram a construir uma nova máquina, O **EDVAC** (Electronic Discrete Variable e Automatic Computer, ou seja, Computador Automático Eletrônico de Variáveis Discretas) "um autômato universal eletrônico de algoritmo gravado", mas esse projeto foi seriamente afetado quando eles deixaram a Universidade da Pennsylvania para criar uma companhia, a **Eckert-Mauchley Computer Corporation**, na Philadelphia (o vale do silício não existia ainda). Após uma série de fusões, esta companhia tornou-se a atual **Unisys Corporation**.

O **EDVAC**, apesar de ser mais moderno, não diminuiu de tamanho e ocupava 100% do espaço que o **ENIAC** ocupava. Todavia, ele era dotado de cem vezes mais memória interna que o **ENIAC** - um grande salto para a época. As instruções já não eram passadas ao computador por meios de fios ou válvulas: elas ficavam em um dispositivo eletrônico denominado *linha de retardo*. Esse dispositivo era um tubo contendo vários cristais que refletiam pulsos eletrônicos para frente e para trás muito lentamente. Um outro grande avanço do **EDVAC** foi o abandono do modelo decimal e a utilização dos códigos binários, reduzindo drasticamente o número de válvulas. Seus criadores, **Mauchley** e **Eckert**, começaram a trabalhar neste modelo logo após o lançamento do **ENIAC**.

John von Neumann foi responsável pela criação do código que seria usado e pelo projeto lógico do dispositivo eletrônico para executá-lo.

O interesse de **von Neumann** por computadores surgiu, em parte, de seu envolvimento com o altamente secreto **Projeto Manhattan**, em Los Alamos, Novo México, onde demonstrou matematicamente a eficiência do assim chamado método implosivo de detonar a bomba atômica. Agora ele estava estudando a bomba de hidrogênio, muito mais poderosa, arma cujo planejamento e construção requeriam prodigiosa quantidade de cálculos.

Mas **John von Neumann** também percebeu que o computador podia ser muito mais que uma calculadora de alta velocidade. Percebeu que se tratava, pelo menos potencialmente, de um instrumento de pesquisa científica para todos os fins. Em junho de 1945, menos de um ano após juntar-se a **John Mauchley e Eckert**, **von Neumann** preparou um memorando de 101 páginas, onde sintetizava os planos da equipe para o **EDVAC**. Esse documento, intitulado Primeiro Esboço de um Relatório sobre o **EDVAC**, era uma descrição magistral da máquina e da lógica sobre a qual se apoiava. **Herman Goldstine**, o oficial do Exército que o recrutara para o projeto, ficou tão impressionado pela maneira como **John von Neumann** voltava das válvulas eletrônicas e diagramas de circuitos à descrição da organização lógica, formal, do computador, que mandou tirar cópias do memorando, enviando-as a cientistas dos Estados Unidos e da Inglaterra.

Graças a essa publicação informal, o primeiro esboço de **John von Neumann** tornou-se o primeiro documento sobre computadores digitais eletrônicos que veio a conhecer ampla circulação.

Os leitores do primeiro esboço tendiam a presumir que todas as idéias nele contidas, especialmente a proposta crítica para armazenar programas na memória do computador, foram concebidas pelo próprio **John von Neumann**. Poucos compreenderam que **John Mauchley e Eckert** já falavam a respeito de programas armazenados, no mínimo durante os seis meses que precederam a entrada de **John von Neumann** em cena. Tampouco perceberam que **Alan Turing** já incorporara, em 1936, uma memória interna em sua visão de uma máquina universal. (**John von Neumann**, de fato, conhecia **Turing** e lera seu artigo clássico quando **Turing** passou algum tempo em Princeton, pouco antes da guerra.).

John Mauchley e Eckert sentiram-se ultrajados pela atenção excessiva dirigida a **von Neumann** e a seu primeiro esboço. O segredo militar os impedira de publicar artigos sobre seu trabalho, e agora **Goldstine** violava a segurança e dava plataforma pública a um recém-chegado. O ressentimento de **Eckert** por **Goldstine** foi tão profundo que, mais de três décadas depois, ele não entrava numa sala onde seu antigo colega estivesse presente. Não era apenas uma questão de orgulho ferido. **John Mauchley e Eckert** previam com clareza as possibilidades comerciais de seu trabalho, e temiam que a publicação do memorando de **John von Neumann** os impedisse de obterem patentes. Na verdade, acabaram desistindo das patentes após grandes discussões com os administradores da **Escola Moore**, os quais insistiam que os indivíduos não deveriam beneficiar-se da pesquisa ali realizada. Como resultado, a equipe da escola foi dissolvida.

O sucessor do **ENIAC** foi o **EDVAC**. O **EDVAC** foi planejado para acelerar o trabalho armazenando tanto programas quanto dados em sua expansão de memória interna. Os dados, então, eram armazenados eletronicamente num meio material composto de um tubo cheio de mercúrio, conhecido como linha de retardo, onde os cristais dentro do tubo geravam pulsos eletrônicos que se refletiam para frente e para trás, tão lentamente quanto podiam, de fato a reter a informação, semelhante a um desfiladeiro que retém um eco, que **Eckert** descobriu por acaso ao trabalhar com radar. Outra grande característica do **EDVAC** era poder codificar as informações em forma binária em vez da forma decimal, reduzindo bastante o número de válvulas.

Enquanto isso, uma das pessoas envolvidas no projeto **ENIAC**, **John von Neumann** (1903-1957), foi para o **Instituto de Estudos Avançados de Princeton**, para construir sua própria versão do **EDVAC**, a máquina **IAS**. **John von Neumann** era um gênio do tipo **Leonardo da Vinci**. Falava muitas línguas, era um especialista em ciências físicas e matemáticas, e tinha total lembrança de tudo que ouvia, via ou lia. Era capaz de citar, literalmente, o texto de livros que ele havia lido anos antes. Quando ele se interessou por computadores, já era o mais eminente matemático do mundo.

Uma das coisas óbvias para ele era que a programação de computadores com um grande número de chaves e cabos era lenta, tediosa e inflexível. **Neumann** sugeriu:

- que as instruções de operação de um computador fossem armazenadas, não externamente como na fita perfurada, mas dentro da memória do computador; e
- observou também que a desajeitada aritmética decimal utilizada pelo **ENIAC** poderia ser substituída por uma aritmética binária.

A dificuldade de refazer parte dos circuitos do **ENIAC** toda vez que se desejava executar novas instruções (reprogramar), levou **John von Neumann**, que trabalhava com projetos de armas nucleares, a imaginar uma maneira de evitar todo trabalho de alteração dos circuitos. Trabalhando em cima dessa idéia, ele sugeriu:

- Que as instruções fossem codificadas sob a forma de “zeros” e “uns”;
- Que as instruções fossem armazenadas na memória do computador (na sequência correta de utilização), juntamente com os dados a serem processados;
- Que o computador quando fosse processar instruções, as localizasse diretamente na memória em vez de ter de lê-las a partir de cartões perfurados.

Essas sugestões de **John von Neumann** introduziram o conceito de “**PROGRAMA ARMAZENADO**”. Estas sugestões tornaram-se a base filosófica para projetos de computadores. As vantagens dos programas armazenados são inúmeras, entre as quais podemos destacar:

- Lendo as instruções diretamente da memória, sem ter que ler de cartões perfurados, a leitura é feita com maior velocidade;

- Pode-se armazenar vários programas na memória e cada um deles pode se referenciar a qualquer outro;
- Com programas armazenados na memória, é fácil prepará-los de modo a se automodificar dependendo das necessidades das tarefas a serem realizadas.

A partir de 1945, um novo marco foi colocado na história dos computadores com **John von Neumann**, **Arthur Burks** e **Herman Goldstine**. Para se ter uma idéia, a programação do **ENIAC** era toda feita através de ligação de cabos em conectores, o que demorava literalmente semanas. As idéias de **von Neumann** - que são utilizadas até hoje - fizeram com que os computadores pudessem ser programados através de **programas**, rotinas de manipulação de dados que se utilizam de **instruções** próprias do computador.

A partir das idéias de **John von Neumann** (e usando álgebra de Boole) e sua equipe, os primeiros computadores a utilizarem conceito de programas foram criados: o **EDSAC** (*Electronic Delay Storage Automatic Computer*) e o **EDVAC** (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*), em 1949. Os computadores passaram a diminuir bastante de tamanho.

Seu **projeto básico**, agora conhecido como **máquina de von Neumann**, utilizado no **EDSAC**, o primeiro computador com programa armazenado, e é ainda a base de quase todos os computadores digitais, até mesmo hoje, quase meio século depois.

A máquina de **von Neumann** possuía cinco partes básicas:

- a **memória**,
- a **unidade lógica-aritmética**,
- a **unidade de controle de programa** e os
- **equipamentos de entrada e saída**.

A memória consistia de 4.096 células, cada célula possuindo 40 bits (0 ou 1). Cada célula armazenava duas instruções de 20 bits ou um inteiro de 39 bits com sinal. As instruções possuíam 8 bits dedicados a dizer o tipo da instrução, e 12 bits para especificar uma dentre 4.096 células de memória.

Mais ou menos na mesma época em que **John von Neumann** estava construindo a máquina **IAS**, pesquisadores do **MIT** (*Massachusetts Institute of Technology*) estavam também construindo um computador. Ao contrario do **IAS**, **ENIAC** e outras máquinas deste tipo, que possuíam células com comprimento longo e que visavam ao cálculo numérico pesado, a máquina do **MIT**, o **Whirlwind I**, possuía células de 16 bits e foi projetado para controle de tempo real.

Há uma grande polêmica envolvendo a invenção do **computador eletrônico**. **John Atanasoff** (1904-1995), professor da **Universidade de Iowa**, contou que a idéia de inventar um computador lhe ocorreu numa hospedaria em Illinois, em 1937. Seria operado eletronicamente e usaria números binários, em vez dos tradicionais números decimais. Daí a poucos meses, ele e um talentoso ex-aluno (**Clifford Berry**) haviam criado um tosco protótipo de computador eletrônico, que utilizava válvulas, tambores rotativos e cartões perfurados para a introdução de dados. A execução do projeto custou mil dólares. No ano seguinte, **John Mauchley**, que conhecera **Atanasoff** num seminário, foi convidado a conhecer o computador. Depois, ficou hospedado vários dias em sua casa, onde soube de detalhes sobre o projeto.

Atanasoff estava para requerer a patente do seu computador, mas foi convocado a Washington no início da Segunda Guerra Mundial para fazer pesquisas em Física para a Marinha. No mesmo período, **John Mauchley** e **Eckert** construíram o **ENIAC**. No verão de 1944, os dois simplificaram sua invenção usando o esquema binário desenvolvido por **Atanasoff**. Estava criado assim o **UNIVAC** (**UNIV**ersal **Auto**matic **Co**mputer), que começou a ser vendido em 1946 e tornou-se o protótipo dos computadores de grande porte atuais. Foi o primeiro computador bem sucedido comercialmente. Sua aplicação era na área de administração.

Em 1948 a equipe da **IBM** utiliza pela primeira vez o **SSEC** (**S**elective **S**equen**E** **E**letronic **C**alculator), uma máquina híbrida de válvulas a vácuo e relês eletromecânicos, para calcular as tabelas de posições da Lua (utilizadas na primeira alunissagem).

O primeiro computador a ser produzido em escala comercial foi o **UNIVAC** (*Universal Automated Computer*, ou seja, Computador Automático Universal), pelos mesmos criadores do **ENIAC**. O primeiro **UNIVAC** ficou pronto em 1951. Sua programação era feita ajustando-se cerca de 6.000 chaves e conectando-se cabos a um painel. A entrada e saída de informações eram realizadas por uma fita metálica de 1/2 polegada de largura e 400m de comprimento. Ao todo, venderam-se 46 unidades do **UNIVAC Modelo I**, que eram normalmente acompanhados de um dispositivo impressor chamado **UNIPRINTER**, que, sozinho, consumia 14.000 W. O **UNIVAC II**, com maior capacidade de memória e maior desempenho, foi lançado no final dos anos 50 seguindo as tendências da indústria de computadores. Segundo essas tendências, por um lado, os avanços da tecnologia permitiam construir computadores cada vez mais poderosos. Por outro lado, na construção de novas máquinas buscava a compatibilidade com os modelos anteriores, ou seja, os programas escritos para os modelos anteriores deveriam continuar a funcionar nos novos modelos, na expectativa de manter a fidelidade dos clientes.

A **IBM** passa a dominar o mercado de computadores ao construir seus computadores em escala comercial, com o lançamento do **IBM 701** em 1953 e, principalmente, do **IBM 650** em 1954. Este último vendeu mais de mil unidades, um sucesso absoluto de vendas, e que veio refletir a real necessidade que o mundo teria no uso de computadores.

O computador **IBM 650** foi disponibilizado publicamente nos **USA** pela **IBM** em dezembro de 1954. Media $1,5\text{ m} \times 0,9\text{ m} \times 1,8\text{ m}$ e tinha uma massa de 892 Kg. O **IBM 650** era indicado para resolver problemas comerciais e científicos. A empresa projetou a venda de 50 exemplares do computador (mais do que todos os computadores do mundo juntos) - o que foi considerado um exagero. Apesar do pessimismo, em 1958, duas mil unidades do **IBM 650** estavam espalhadas pelo mundo. O **IBM 650** era capaz de fazer em um segundo 1.300 somas e 100 multiplicações de números de dez dígitos.

Enquanto tudo isso acontecia, a **IBM** era uma companhia pequena engajada no ramo da fabricação de perfuradores de cartões e de máquinas mecânicas de classificação de cartões. Embora a **IBM** fosse um dos financiadores de **Aiken**, ela não estava muito interessada em computadores até produzir o **IBM 701** em 1953, muito tempo depois da companhia de **Eckert** e **Mauchley** já ser a número um do mercado comercial com o seu computador **UNIVAC**, o qual era destinado ao uso comercial. Era uma máquina eletrônica de programa armazenado que recebia instruções de uma fita magnética de alta velocidade ao invés dos cartões perfurados. O **UNIVAC** foi utilizado para prever os resultados de uma eleição presidencial.

Também em 1952, **Grace Hopper** transformou-se em uma pioneira no processamento de dados, pois criou o primeiro compilador e ajudou a desenvolver duas linguagens de programação que tornaram os computadores mais atrativos para o comércio.

Em 1953, **Jay Forrester**, do **MIT**, construiu uma memória magnética menor e bem mais rápida, a qual substituiu as que usavam válvulas eletrônicas. Já em 1954, a **IBM** concluiu o primeiro computador produzido em série, o **IBM 650**, que era de tamanho médio e enquanto isso, **Gordon Teal**, da Texas Instruments, descobre um meio de fabricar transistores de cristais isolados de silício a um custo baixo.

O **IBM 701** tinha 2 K ($2 \times 1.024 = 2.048$) células (o valor de K foi padronizado com o valor 1.024) de 36 bits, com duas instruções por célula. Foi a primeira de uma série de máquinas científicas que vieram a dominar a indústria em uma década. Três anos mais tarde surgiu o **IBM 704**, que tinha 4 K ($4 \times 1.024 = 4.096$) células de memória de núcleo, instruções de 36 bits e *hardware* para ponto flutuante (números reais). Em 1958, a **IBM** iniciou a produção de sua última máquina a válvulas, o **IBM 709**, que era basicamente uma versão melhorada do **IBM 704**.

Conclui-se em 1955, o primeiro computador transistorizado, feito pela **Bell Laboratories**: o **TRADIC**, o qual possuía 800 transistores, sendo cada um em seu próprio recipiente.

Software

Os primeiros programas eram escritos em código de máquina, os programadores escreviam os números binários que correspondiam às instruções a serem armazenadas na memória.

Os programadores (1950) começam a usar a linguagem de montagem (assembly), uma notação simbólica. Totalmente dependente da máquina em que era usada. Apareceram então os montadores (assemblers) que traduzem as notações simbólicas para a linguagem de máquina.

Em 1948, **David Wheeler**, matemático de Cambridge, Inglaterra, escreveu um programa, **Ordens Iniciais**, que era perfurado em uma fita de teletipo, convertia o simbólico em binário e gravava na memória do computador pronto para executar. Esse programa tinha 30 instruções. Os programas tinham que ser constantemente revisados porque apresentavam muitos problemas e uma revisão economizava muito tempo de reprocessamento. Inicialmente, os problemas nos programas eram chamados de erros, mais tarde passaram a se chamar "bugs" e o processo de correção chama-se "debugging". O programa era denominado **rotina**. Os cientistas de Cambridge sugeriram que se criasse uma biblioteca de sub-rotinas, isto é, de pequenos programas ou partes de programas que serviam para uma série de outras aplicações. Isso aumentava a produtividade e a confiabilidade do programador. **Wheeler** recebeu a incumbência de organizar as primeiras bibliotecas de subrotinas e realizou-a de maneira "*simples e elegante*". As sub-rotinas eram colocadas na memória em qualquer endereço disponível, otimizando o uso da memória. Em 1951, o grupo de Cambridge escreveu um livro texto "A Preparação de Programas para um Computador Digital Eletrônico" publicado nos Estados Unidos para alcançar um público maior. A partir de 1953, o centro de programação se muda para os Estados Unidos. Com computadores maiores e memórias maiores, era anti-econômica a programação artesanal. Começa-se a experimentar a programação automática.

Interface homem-máquina: Entrada e saída de dados

Os cartões perfurados e listas impressas. Usuário não tinha nenhum contato com o computador. Digitadores transcreviam programas e/ou dados em cartões perfurados.

Aplicação

Os primeiros computadores eram usados em aplicações científicas e de engenharia.

Curiosidades:

1 - **John von Neumann** and **Kurt Godel** se naturalizaram como americanos pouco antes do início da II Guerra Mundial.

2 – **Alan Turing** foi aluno de pós-graduação no Departamento de Matemática, na Universidade de Princeton, de 1936 a 1938, onde conheceu **John von Neumann** que o convidou para ser seu assistente. **Turing** preferiu voltar a Cambridge onde se envolveu com a criação de decodificadores de mensagens durante a II Guerra Mundial.

1.1.3 - Segunda Geração - Transistores (1955-1965)

O **transistor** foi inventado no Bell Labs em 1948 por **John Bardeen**, **Walter Brattain** e **William Shockley**, pelo qual foram agraciados com o prêmio Nobel de Física de 1956.

Por ser um componente baseado na tecnologia de semicondutores - elementos com propriedades físicas especiais, tal como o germânio e o silício - o transistor é considerado um "componente do estado sólido" e possui a grande vantagem de não se aquecer como as válvulas nem muito menos quebrar por choque físico, além de ser fisicamente muito menor.

Esta invenção podia substituir a válvula no trabalho de chaveamento com inúmeras e grandes vantagens:

- *tamanho*: Os transistores são muito menores do que as válvulas e, em consequência, os computadores construídos com eles podem ser menores;
- *rapidez*: os transistores trabalhavam mais rápido que qualquer outro tipo de chave inventada até então, inclusive as válvulas;
- *temperatura*: os transistores se aquecem muito pouco. Por isso eles podem ser colocados uns próximos aos outros.
- *durabilidade*: a durabilidade dos transistores é muito maior do que das válvulas. Os computadores construídos com transistores podiam trabalhar mais tempo do que os de válvula, sem parar para a pesquisa de defeitos;
- *consumo de energia*: os transistores eram fabricados com cristais de germânio (hoje usa-se cristais de silício) e consumiam muito menos energia elétrica do que as válvulas, pois, a disposição dos cristais era feita de tal forma que os transistores podiam trabalhar com pequenas correntes de energia.

Gradativamente as válvulas passaram a serem substituídas por transistores, fazendo com que a maioria dos equipamentos eletrônicos - e leia-se aí os computadores - passassem a ocupar um menor espaço físico, esquentando menos e consumindo menos corrente elétrica. Os primeiros computadores a se utilizarem totalmente de transistores foram o **IBM 1401** e **IBM 7094** que juntos, venderam mais de 10.000 unidades, reafirmando mais uma vez a demanda por uma indústria mundial de computadores. Outros computadores como os da **DEC** (*Digital Equipment Corporation*) foram de muitíssima importância. A série de computadores da **DEC** recebia o nome **PDP**, sendo o **PDP-1** lançado em 1959. E em 1963 a **DEC** criou o primeiro **minicomputador** comercial, o **PDP-5**. Seu preço podia chegar a U\$ 18.000,00, dependendo da configuração escolhida.

Em 1957 o matemático Von Neumann colaborou para a construção de um computador avançado, o qual, por brincadeira, recebeu o nome de **MANIAC** (Mathematical Analyser Numerator Integrator and Computer).

A partir da criação da técnica de **circuito impresso**, em 1957, os computadores puderam diminuir um pouco mais de tamanho. As placas de circuito impresso são utilizadas na ligação elétrica entre os diversos componentes existentes em um circuito eletrônico. Antes, todas estas ligações eram feitas através de suportes e fios, o que acarretava mau-contato e instabilidade. Com o circuito impresso estas ligações são feitas em uma placa rígida, bastante estável e apresentando muito menos problemas de contato, sem contar que os componentes ficam melhor fixados. Nesse mesmo ano é desenvolvida a linguagem **FORTRAN** (*Formula Translator*), a primeira linguagem de alto nível para computadores.

Nos 10 anos seguintes o transistor revolucionou os computadores, e no final dos anos 50 os computadores a válvulas estavam obsoletos. O primeiro computador transistorizado foi construído no **Lincoln Laboratory** do **MIT**, uma máquina de 16 bits baseada no **Whirlwind I**. Foi denominada **TX-0** (Transistorized eXperimental computer **0**, ou

seja, computador transistorizado experimental 0), que visava meramente a ser um protótipo para testar o **TX-2**, uma versão melhorada.

O **TX-2** não significou muito, mas um dos seus engenheiros que trabalhava no Lincoln Laboratory, Kenneth Olsen, criou uma firma, a **DEC (Digital Equipment Corporation)**, em 1957, para fabricar uma máquina comercial muito parecida com o **TX-0**. Apenas quatro anos depois é que o **PDP-1 (Processador de Dados Programável)** apareceu, e este atraso aconteceu principalmente porque os investidores fundadores da **DEC** acreditavam firmemente que não havia mercado para computadores. Ao invés disso, a **DEC** vendia principalmente pequenas placas de circuitos.

Quando o **PDP-1** finalmente apareceu em 1961, ele possuía 4 K (4×1.024) células de 18 bits e um tempo de ciclo de 5 microssegundos. Este desempenho era a metade daquele do **IBM 7090**, a máquina transistorizada sucessora do 709, e o mais rápido computador do mundo naquele tempo. O **PDP-1** custava US\$ 120.000, e o **IBM 7090** custava milhões. A **DEC** vendeu dezenas de **PDP-1**, e a indústria de minicomputadores nascia.

Um dos primeiros **PDP-1** foi doado ao **MIT**, onde rapidamente atraiu a atenção de alguns desses jovens gênios tão comuns nesse instituto. Uma das muitas inovações que o **PDP-1** trazia era um display visual (**CRT** - Tubo de Raios Catódicos) e a capacidade de se plotar pontos em qualquer posição de uma tela. Em pouco tempo, os estudantes já tinham programado o **PDP-1** para jogar guerra nas estrelas, e o mundo tinha assim seu primeiro videogame. Os alunos jogavam Spacewar! e Rato-no-labirinto, através de um joystick e uma caneta óptica.

Em 1957 o matemático Von Neumann colaborou para a construção de um computador avançado, o qual, por brincadeira, recebeu o nome de **MANIAC (Mathematical Analyser Numerator Integrator and Computer)**.

O primeiro modelo de computador 100% transistorizado foi o **TRADIC**, da Bell Laboratories. Outro modelo dessa época era o **IBM 1401**. A instalação de um **IBM 1401** ocupava uma sala e o tamanho dos computadores ainda era bastante grande. Existiam também outros modelos, como o sofisticado **IBM 7094**.

Poucos anos mais tarde, a **DEC** lançou o **PDP-8** (minicomputador comercial e com preço competitivo), que era uma máquina de 12 bits, muito mais barata que o **PDP-1** (US\$ 16.000). O **PDP-8** trouxe uma grande inovação: um **barramento** único, o *omnibus*, como mostrado na **Figura 1.3**. Um barramento é um conjunto de fios paralelos utilizados para conectar os componentes de um computador. Esta arquitetura divergiu, em muito, da máquina IAS. Desde então, foi adotada por quase todos os computadores de pequeno porte. A **DEC** vendeu 50.000 **PDP-8**, o que a tornou líder no mercado de minicomputadores.

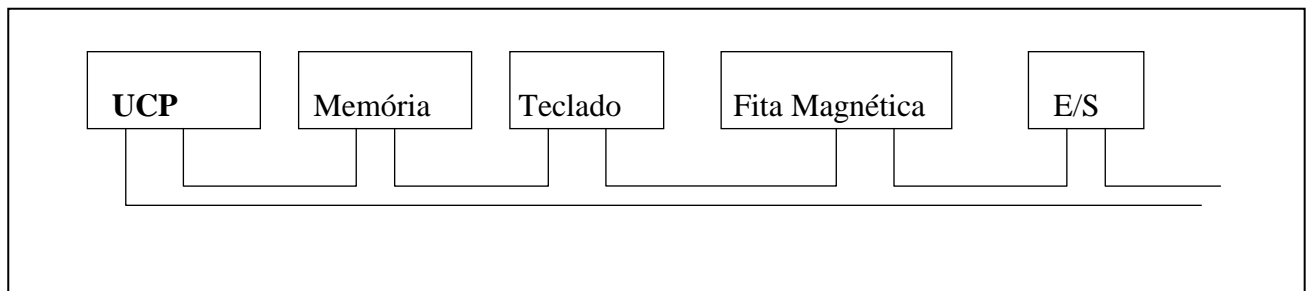


Figura 1.3 - O *omnibus* do PDP-8

barramento (bus) – é uma conexão comum entre os dispositivos de *hardware* dentro dos computadores. Um barramento de computador conecta a **UCP** à sua memória principal e aos bancos de memória que residem nas unidades de controle dos dispositivos periféricos. É composto de duas partes. Os endereços são colocados no barramento de endereçamento para indicar uma posição de memória e os dados são transferidos pelo barramento de dados para aquela posição. Os barramentos de computadores comumente usados são **ISA**, **EISA**, **NuBus**, **Micro Channel**, **TURBOchannel**, **VMEbus**, **MULTIBUS**, barramento **STD** e barramento **PCI**. Um barramento de rede é um cabo em comum que conecta todos os dispositivos da rede; por exemplo, Ethernet usa uma arquitetura em barramento. Um sinal é enviado a todos os nós ao mesmo tempo e a estação solicitada responde.

O primeiro modelo de computador 100% transistorizado foi o **TRADIC**, da Bell Laboratories. Outro modelo dessa época era o **IBM 1401**, com uma capacidade memória base de 4.096 bytes operando em ciclos de memória de 12 microssegundos. A instalação de um **IBM 1401** ocupava uma sala e o tamanho dos computadores ainda era bastante grande.

A reação da **IBM** ao transistor foi construir uma versão transistorizada do **IBM 709**, o **IBM 7090**, como já dissemos antes, e mais tarde o **IBM 7094**. O **IBM 7094** tinha um tempo de ciclo de 2 microssegundos e 32 K (32×1.024) células de 36 bits de memória. O **IBM 7090** e o **IBM 7094** marcaram o fim das máquinas do tipo **ENIAC**, e dominaram a computação científica durante vários anos na década de 60.

Ao mesmo tempo em que a **IBM** tornou-se uma importante força na **computação científica** com o **7094**, ela ganhou muito dinheiro vendendo uma pequena máquina de orientação comercial, denominada **IBM 1401**. Esta máquina podia ler e escrever em fitas magnéticas, ler e perfurar cartões, e imprimir quase tão rapidamente quanto o **IBM 7094**, por uma fração do preço. Não era boa para aplicações científicas, mas perfeita para manter registros comerciais. O **IBM 1401** era incomum no fato de não possuir registradores. Possuía memória de 4 K células de 8 bits.

Em 1962 foram usados pela primeira vez discos magnéticos para o armazenamento de informações, no computador **Atlas**. Na época, além de serem gigantescos, os computadores usavam imensas unidades de fita magnética para o armazenamento de informações para uso posterior, além de sistemas de cartões perfurados, onde as informações que você queria passar para o computador eram marcadas através de perfurações feitas em cartões para a posterior leitura pelos computadores - processo extremamente demorado. Obviamente tais discos magnéticos ainda estavam longe de serem parecidos com os discos magnéticos como conhecemos hoje em dia.

Em 1963 a DEC criou o primeiro **minicomputador**, o **PDP-5**.

Em 1964, uma nova companhia iniciante, **CDC** (Control Data Corporation), lançou o **CDC 6600**, uma máquina que era quase uma ordem de grandeza mais rápida que o poderoso **IBM 7094**. Foi amor à primeira vista entre os trituradores de números, e o **CDC 6600** foi lançado assim para o sucesso. O segredo de sua velocidade, e a razão de ser muito mais rápido do que o **IBM 7094**, era que dentro do processador havia uma máquina altamente paralela. Ela possuía diversas unidades funcionais para fazer adições, outras para fazer multiplicações, e ainda uma outra para divisão, e todas elas podiam executar em paralelo.

Houve muitos outros computadores nesta geração, mas um sobressaiu-se por uma razão muito diferente, e vale mencionar: o **Burroughs B5000**. Os projetistas de máquinas como o **PDP-1**, o **IBM 7094** e o **CDC 6600** estavam todos completamente preocupados com o *hardware*, ou fazendo-o barato (**DEC**) ou rápido (**IBM** e **CDC**). O *software* era quase completamente irrelevante. Os projetistas do **B5000** tomaram uma direção diferente. Eles construíram uma máquina com a intenção específica de programá-la em **Algol 60**, uma linguagem de programação precursora do **Pascal**, e incluíram muitos aspectos no *hardware* para facilitar a tarefa do compilador. A idéia de que o *software* também importava nascia. Infelizmente, ela foi esquecida quase que imediatamente.

Seguindo o caminho da DEC, outras companhias lançaram seus modelos, fazendo com que no final da década já existissem cerca de 100.000 computadores espalhados pelo mundo.

Em 1965 chega ao Brasil (para o IBGE) um **UNIVAC 1105** (ainda com válvulas). .

Alguns exemplares dessa geração: **IBM 1401**, **Sperry Rand 1107** e **CDC 6600**.

Tecnologia: diodo discreto e transistor; núcleos magnéticos de memória.

Os primeiros Supercomputadores foram o LARC (Livermore Atomic Research Computer) e o **IBM 7030** (aka Stretch) formas primitivas de processamento paralelo.

Linguagens de programação:

FORTRAN: John Backus, 1954-1957

ALGOL: 1960 (American Association for Computing Machinery e organizações européias similares), and

COBOL: Grace Hopper, 1959 (governo americano patrocinando o CODASYL, Committee on Data Systems and Languages).

Software

Programação automática se refere a sistemas que permitem que o programador escreva um programa em códigos de programação de alto nível e que o computador converta em linguagem de máquina binária.

1.1.4 - Terceira Geração - Circuitos Integrados (1965-1980)

O projeto espacial americano tinha como um dos objetivos colocar um homem na lua na década de 60. Para aliviar o peso dos foguetes e tornar os equipamentos de bordo mais confiáveis era preciso construir engenhos eletrônicos menores e que dispensassem serviços de soldas ao máximo possível.

A solução foi dada no final da década de 50, quando os cientistas conseguiram criar circuitos eletrônicos de dimensões microscópicas. Para tanto, foram utilizadas técnicas de microfotografia para construir num único fragmento de silício não só diversos transistores, mas também todas as ligações necessárias entre eles. O produto final foi chamado de **CIRCUITO INTEGRADO**, ou CI.

Considerados uma evolução quase natural da tecnologia dos transistores, os circuitos integrados surgiram da necessidade cada vez maior de miniaturização e economia de custo dos circuitos eletrônicos.

Sua idéia fora proposta pela primeira vez por **G. W. A. Dummer** em 1952, um inglês especialista em radar. A idéia de **Dummer** era juntar em um único bloco de material semicondutor todos os componentes de um circuito

completo. Infelizmente, a visão de **Dummer** fora um tanto adiantada para o seu tempo, e a tentativa de pôr em prática sua proposta fracassou.

O primeiro protótipo real do que viria a ser um circuito integrado foi desenvolvido por **Jack Kilby**, em 1958, enquanto trabalhava para a **Texas Instruments**. Tal dispositivo foi projetado como uma alternativa a um esquema de miniaturização proposto para o exército americano. Este proto-chip media um centímetro de comprimento e continha apenas cinco componentes interligados uns aos outros por fios. O grande mérito de **Kilby** foi ter provado que era possível construir componentes, como resistores e capacitores, com o mesmo material semicondutor dos transistores. Deste modo era possível integrá-los em uma única placa.

Este modelo inicial foi logo substituído por outro, de fabricação mais fácil, desenvolvido pela empresa de **William Shockley**, que já havia sido o criador do transistor de junção. Entretanto, oito de seus melhores funcionários, cansados de suas excentricidades, resolveram fundar uma empresa própria: a **Fairchild Semiconductor**, responsável, juntamente com empresas dissidentes como a **INTEL**, pelos maiores avanços nesse ramo de pesquisa, entre eles a criação da primeira memória **ROM** em um chip (256 bits).

Em 1959, **Robert Noyce**, aproveitando os estudos de **Jean Hoerni** (processo planar) e **Kurt Lohovec** (junções p-n), criou um novo dispositivo, bem mais eficiente que o de **Kilby**. Sua principal vantagem era que a ligação entre os diversos componentes era gravada no próprio material semicondutor - abandonando o método anterior de inserir manualmente pequenos fios, com a ajuda de um microscópio. Este circuito foi tão mais prático que o de **Kilby** que a própria **Texas Instruments** o adotou.

No terreno das memórias, a Intel foi a pioneira, companhia fundada por **Noyce** e outros ex-integrantes da Fairchild. Foi dela a criação da primeira memória **RAM** em um chip, capaz de armazenar 1 Kbit de informação. Um outro marco fundamental fincado pela Intel foi a criação do primeiro chip programável, o **4004**, criado por **Marcian Ted Hoff** em 1971.

O último grande avanço desta tecnologia foi o aproveitamento do transistor **MOS**, inventado pela **RCA** na década de 60. O transistor **MOS** tornou possível "espremer" um número ainda maior de componentes em uma pastilha, a custos cada vez menores. Também possibilitou a criação de microprocessadores com capacidade igual ou até superior a de máquinas contemporâneas de grande porte.

A invenção do circuito integrado possibilitou que dezenas de transistores fossem colocados em uma única pastilha. Este encapsulamento tornou possível construir computadores menores, mais rápidos e mais baratos que seus predecessores transistorizados. Alguns dos mais significativos computadores desta geração são descritos abaixo.

Chip - designação coloquial de circuito integrado. Feitos de material semicondutor, são em geral quadrados ou retangulares, medindo entre pouco menos de 2mm a pouco mais de 15mm, dependendo de sua complexidade. Têm cerca de 0,85 mm de espessura, mas os circuitos estão normalmente contidos na estreita faixa de 0,03 mm na parte superior do chip. Contêm desde algumas dezenas a milhões de componentes eletrônicos (transistores, resistores, etc.). Um microprocessador é um processador completo em um único chip. O primeiro circuito integrado foi criado no final dos anos 50 por **Jack Kilby** da **Texas Instruments** e **Robert Noyce** da **Fairchild Semiconductor**, alguns anos após a invenção do transistor em fins de 1947. Desde então, o número de transistores que têm sido integrados em um chip cresceu exponencialmente, atingindo milhões já no final dos anos 80. Atualmente, um milhão de transistores não ocupam mais espaço que o primeiro transistor. [SOS96]

O **BURROUGHS B2500** foi um dos primeiros. Enquanto o **ENIAC** podia armazenar vinte números de dez dígitos, estes podem armazenar milhões de números. Surgem conceitos como memória virtual, multiprogramação e sistemas operacionais complexos. Exemplos desta época são o **IBM 360** e o **BURROUGHS B3500**.

Em 1960 existiam cerca de 5.000 computadores nos EUA. É desta época o termo software. Em 1964, a **CSC**, **Computer Sciences Corporation**, criada em 1959 com um capital de 100 dólares, se tornou a primeira companhia de software com ações negociadas em bolsa.

Por volta de 1964, a **IBM** era o fabricante líder de computadores, e tinha um grande problema com suas máquinas de grande sucesso, o **IBM 7094** e o **IBM 1401**: eram totalmente incompatíveis entre si. Uma era uma processadora de números altamente veloz (*number cruncher*), e a outra era uma excelente processadora de Entrada/Saída. Muitos clientes possuíam ambos, e não gostavam da idéia de ter dois departamentos de programação com nada em comum.

Quando chegou o momento de substituir estas duas séries, a **IBM** deu um passo radical. Lançou uma única linha de produtos, o **System/360**, baseada em circuitos integrados, projetada tanto para computação científica quanto comercial. O **System/360** continha muitas inovações, a mais importante delas era que esta família, de cerca de meia dúzia de máquinas, possuía a mesma linguagem de montagem. Um cliente poderia substituir seu **IBM 1401** por um **IBM 360 Modelo 30**, e seu **IBM 7094** por um **IBM 360 Modelo 75**. O modelo 75 era maior e mais rápido (e mais caro), mas o *software* escrito para um deles poderia, em princípio, ser executado no outro. Na prática, o *software* escrito para o modelo pequeno executaria em um modelo maior sem problemas, mas, quando mudássemos para uma máquina

menor, o programa poderia não caber na memória. Todavia, este foi um grande avanço em relação à situação existente com o **IBM 7094** e o **IBM 1401**. A idéia de família de máquinas foi aceita imediatamente, e poucos anos depois a maioria dos fabricantes de computadores possuía uma família de máquinas comuns apresentando uma grande variação de preços e desempenho.

Um dos primeiros computadores a utilizar circuitos integrados foi o **IBM 360**, lançado em 1964. Avançadíssimo para a época, fez com que todos os outros computadores fossem considerados totalmente obsoletos, fazendo com que a **IBM** vendesse mais de 30.000 computadores deste.

Uma outra importante inovação do **IBM 360** foi a **multiprogramação**, com vários programas presentes na memória simultaneamente, de forma que quando um estiver esperando pela Entrada/Saída ser completada, um outro poderia estar sendo executado.

Um conceito fundamental em sistemas operacionais é o conceito de processo. Um *processo* é basicamente um programa em execução. Ele consiste de um programa executável, os seus dados e pilha, o seu *stack pointer* e registradores, enfim todas as informações necessárias para executar o programa.

Periodicamente o sistema operacional decide se a execução de um processo deve ser interrompida e a execução de um outro processo deve ser iniciada - pela razão do primeiro já ter tido mais do que a sua "fatia" de tempo de **UCP**. Em um sistema de **multiprogramação** a **UCP** fica se alternando entre a execução de vários processos, cada um por dezenas ou centenas de milissegundos.

O **IBM 360** também foi a primeira máquina que podia emular (simular) outros computadores. Os modelos menores podiam emular o **IBM 1401**, e os maiores podiam emular o **IBM 7094**, de forma que os clientes podiam continuar a executar seus antigos programas binários sem modificações, enquanto eram convertidos para o **IBM 360**. Alguns modelos executavam os programas do **IBM 1401** tão mais rapidamente que o próprio, que muitos clientes nunca os converteram.

Uma outra característica importante do **IBM 360** era um enorme (para época) espaço de endereçamento de 2^{24} Bytes (16 MegaBytes). Com o custo de memória da ordem de vários dólares por byte naquela época, 16 MegaBytes parecia uma infinidade. Infelizmente, a série 360 foi seguida posteriormente pela série 370, série 4300, série 3080 e série 3090, todas utilizando exatamente a mesma arquitetura. Por volta da metade dos anos 80, o limite de 16 Megabytes tornou-se um sério problema, e a **IBM** teve que abandonar parcialmente a compatibilidade quando adotou os endereços de 32 bits necessários para endereçar a nova memória de 2^{32} Bytes.

Em 1965 é lançado o primeiro minicomputador comercial o **PDP-5**, pela DEC - Digital Equipment Corporation. Seu preço podia chegar à U\$ 18.000,00, dependendo da configuração escolhida.

Seguiu-se o **PDP-8**, de preço ainda mais competitivo. Seguindo seu caminho outras companhias lançaram seus modelos, fazendo com que no final da década já existissem cerca de 100.000 computadores espalhados pelo mundo.

O mundo do minicomputador deu um enorme passo à frente na terceira geração com o lançamento, pela DEC, do **PDP-11**, um sucessor de 16 bits do **PDP-8**. Tanto o **IBM 360** e o **PDP-11** possuíam registradores orientados para palavras e memória orientada para Bytes (8 bits). O **PDP-11** obteve um enorme sucesso, especialmente nas universidades, e manteve a liderança da DEC em relação aos outros fabricantes de minicomputadores.

Em 1971, **Ted Hoff**, planeja o microprocessador **Intel 4004**, que era um único chip com todas as partes básicas de um processador central. Esse processador era a **UCP** de um computador de 4 bits. Já em 1974, **Ed Roberts**, do **MITS** (Micro Instrumentation and Telemetry Systems) em Albuquerque - Novo México, constrói um microcomputador chamado **ALTAIR 8800** (o nome "Altair" se deve a uma estrela, pois consideravam o lançamento da máquina um "evento estelar"), cuja máquina foi construída com base no processador **INTEL 8080**, que já era um descendente do processador Intel **8008**. O **ALTAIR** tornou-se o maior sucesso, marcando o início de uma indústria multibilionária, pois Roberts esperava vender oitocentas unidades do **ALTAIR** por ano e acabou tendo dificuldades para satisfazer 4.000 pedidos!

O **ALTAIR** foi primeiro kit de microcomputador. Derveria ser montador pelo usuário comprador.

Em 1972 Bushnell lança o vídeo game Atari. Kildall lança o CP/M em 1974.

A grande inovação é o uso de circuitos integrados (CI), semicondutores com muitos transistores construídos em um só componente. Os circuitos **SSI** (*small scale integration*) que tinham cerca de 10 transistores por circuito (ou "chip") evoluíram para os **MSI** (*medium scale integration*) que tinha 100 transistores por circuito. As memórias *cache* passam a ser memórias de estado sólido e feitas de semicondutores, ao invés de núcleos magnéticos. São muito mais rápidas. Os computadores dessa época são supercomputadores e minicomputadores. Processamento Vetorial: **IBM 360/91**, **Solomon** da Westinghouse Corporation, CDC 7600, STAR-100 e TI-ASC. Supercomputador, Processamento Paralelo: ILLIAC IV, desenvolvido pela Burroughs, Departamento de Defesa Americano e a Universidade de Illinois.

O Grupo de Cambridge desenvolve a **CPL** (Combined Programming Language, 1963).

Micro-programação para processadores complexos: processamento paralelo, sistemas de operação e compartilhamento de tempo.

Entre as empresas que criaram seus próprios microprocessadores estavam a *National Semiconductor*, a *Signetics*, a *Advanced Micro Devices* e a *MOS Technology*. A *MOS Technology* desenvolveu o microprocessador 6500, mas ele era tão parecido com o **MOTOROLA 6800** que ele sofreu uma revisão e foi relançado como 6502.

Logo após, em 1975, os estudantes **William** (Bill) **Gates** e **Paul Allen** criam o primeiro *software* para microcomputador, o qual era uma adaptação do **BASIC** (*Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code*, ou "Código de Instruções Simbólicas para todos os Propósitos dos Principiantes") para o **ALTAIR**. Anos mais tarde, Gates e Allen fundaram a **Microsoft**, uma das mais bem sucedidas companhias de *software* para microcomputadores.

Em 1976 Kildall estabelece a Digital Research Incorporation, para vender o sistema operacional CP/M.

No ano de 1977, surge no mercado de produção em série, três microcomputadores: o **Apple II**, o **TRS-80** da Radio Shack e o PET da Commodore. Em 1979, é lançado pela Software Arts o "VisiCalc", o qual foi o primeiro programa comercial para microcomputadores.

Intel 4004 – 1971	Intel 8080 – 1974	MOS Technology 6502 – 1975
<ul style="list-style-type: none">• primeiro microprocessador• 2.250 componentes• soma 2 números de 4 bits em 11 milionésimos de segundo	<ul style="list-style-type: none">• tornou-se padrão para a indústria dos microcomputadores• 4.500 componentes• soma 2 números de 8 bits em 2,5 milionésimos de segundo	<ul style="list-style-type: none">• bastante usado em computadores domésticos• 4.300 componentes• soma 2 números de 8 bits em 1 milionésimos de Segundo

Durante este período os microcomputadores eram desenvolvidos basicamente por hobbystas e para hobbystas - pessoas fanáticas por eletrônica - como forma de "brincarem" com os novos componentes que estavam sendo lançados no mercado pelos fabricantes, como por exemplo, o já citado **Altair 8800**. Mas o presidente da canadense **Commodore**, **Jack Tramiel**, acreditava na potencialidade comercial destas máquinas e de seu uso como hobby também por pessoas não intimamente tão ligadas à eletrônica. Em 1976 a **Commodore** fabricava somente máquinas de calcular e outros utensílios para escritório e estava à beira da falência. Mas a crença de **Jack Tramiel**, principalmente no microprocessador 6502, era maior. Ele chamou **Chuck Peddle**, que já havia trabalhado anteriormente na **MOS Technology** e na **Motorola** (portanto ele era um dos "pais" do **MOTOROLA 6800** e do 6502) para trabalhar num projeto de microcomputador pessoal comercial para a **Commodore**. Assim foi criado e lançado o primeiro microcomputador pessoal do mundo, o **PET 2001** (*Personal Electronic Transactor*), que justamente visava um público não-hobbista. Logicamente, a **Commodore** saiu do buraco.

Um dos clubes de hobbistas que existia na época era o **Homebrew Computer Club**, do qual faziam parte **Steve Wozniak**, que trabalhava na **HP** e **Steve Jobs**, que trabalhava na **Atari**. Eles desenvolveram um microcomputador baseado no microprocessador **6502**, não pela sua versatilidade, mas sim pelo preço. Em 1976 os microprocessadores mais versáteis, como o próprio **6800** e o **8080**, custavam centenas de dólares, enquanto o **6502** custava "somente" 20 dólares. Eles levaram o projeto à **HP**, que não se interessou. Decididos, resolveram produzir eles mesmos o tal microcomputador, batizado de **Apple**. O **Apple** foi criado para ser utilizado e vendido para hobbistas e cerca de 175 foram vendidos, com um enorme sucesso no meio. Logo em seguida, vendo que o caminho era este, eles projetaram o **Apple II**, desta vez com uma visão real de mercado. O projeto estava pronto, eles só precisavam do dinheiro. Eles venderam tudo que tinham, se juntaram a **Mike Markkula**, que entrou na sociedade porque tinha o dinheiro que eles precisavam, e assim começou a grande história dos microcomputadores pessoais. O **Apple II** foi o primeiro microcomputador pessoal com unidade de disco flexível e projetado para atender tanto ao mercado pessoal como profissional.

A **Tandy**, uma das grandes empresas norte-americanas do ramo da eletrônica, também não queria ficar de fora. Vendo que a **Apple** e a **Commodore** cresciam assustadoramente, começou a desenvolver o seu **TRS-80** (*Tandy Radio Shack*). A **Tandy** iria comercializar o seu **TRS-80** pela sua cadeia de lojas de produtos eletrônicos, a Radio Shack, se não a maior, uma das maiores redes de lojas de produtos eletro-eletrônicos nos Estados Unidos até hoje. O **TRS-80** era baseado em um novo microprocessador: o **Z-80**. O **Z-80** é um microprocessador desenvolvido pela **Zilog**, baseado no 8080 da Intel.

E foi criado, logicamente, o primeiro sistema operacional, um programa que permitiria o acesso a unidades de disco magnético por parte dos microcomputadores. Este sistema operacional, o **CP/M** (*Control Program/Microcomputers*), criado por **Gary Kildall** através de sua empresa, a **Digital Research Incorporation**, foi escrito somente para microcomputadores baseados nos microprocessadores **INTEL 8080** e **INTEL 8085** - além de anunciar para breve o **CP/M-86**, para microcomputadores baseados no microprocessador 8086 - todos da Intel; e no microprocessador **Z-80**, da **Zilog**. A consequência direta disto foi a adoção desta linha de microprocessadores por todos os fabricantes de microcomputadores que queriam ter unidades de disco flexível em suas máquinas. A **Apple** teve que, então, criar seu próprio sistema operacional para o **Apple II**. Além de operar sistemas, os microcomputadores precisavam de uma linguagem na qual as pessoas pudessem escrever seus programas. A escolha mais lógica foi a linguagem BASIC. Bill Gates criou a **Microsoft**, e desenvolveu um interpretador de **BASIC** em ROM para ser colocado em microcomputadores.

A **Sinclair**, empresa do gênio inglês Sir **Clive Sinclair**, resolve entrar no mercado dos microcomputadores e em 1980 lança o primeiro microcomputador barato: o **ZX-80**. Ele custava menos de 150 dólares, barato até mesmo para os padrões de hoje (comparativamente, um sistema **Apple II** "completo" custava na época algo em torno de 2.000 dólares). O **ZX-80**, baseado no **Z-80**, no ano seguinte foi melhorado e lançado o **ZX-81**, que possuía apenas 4 circuitos integrados (um **Z-80**, uma **EPROM**, uma memória **RAM** e um *Custom Chip*, que reunia todos os circuitos integrados "convencionais" que eram utilizados no **ZX-80**)! Isto é que é integração de componentes! A CPU compreendia um processador Zilog Z80A de 8 bit a 3,25 MHz, uma memória que compreendia uma ROM de 8 KBytes e uma memória RAM de 1 KByte, extensível até 16 KBytes. Possuía um interpretador BASIC e usava um gravador cassete comum para gravar e ler os programas em fita magnética. Logo depois foi lançado o **ZX-Spectrum**, com cores e sons, com mais memória e possibilidade de conexão a micro-disk-drives. Por esta e por outras (como, por exemplo, a invenção da TV de bolso), **Clive Sinclair** ganhou o título de *Sir* da Coroa Britânica.

Neste meio tempo em que a **IBM** ainda não havia se decidido a entrar no mercado dos microcomputadores pessoais, a **Apple** lança diversos periféricos para seu **Apple II**, como pranchetas gráficas, impressoras e outras centenas de produtos. E o mercado de software cresce assustadoramente, tornando o **Apple II** um dos microcomputadores com mais Softwares produzidos até hoje. Foi lançado também a **SoftCard**, placa com um co-processador **Z-80**, para que o **Apple II** pudesse ter acesso a todos os programas escritos sob o sistema operacional CP/M. E o **Apple II** tornou-se um dos microcomputadores mais vendidos em todo o mundo. A **Apple** lança também o **Apple III**, que não teve o menor sucesso, mas lançou a unidade de disco rígido (HD) para microcomputadores pessoais. Os modelos "campeões de venda" da Commodore foram lançados: O **VIC-20** e o **Commodore 64**, e a **Tandy** lançou os modelos II e III do seu **TRS-80**, além do **TRS-80 Color**, que tinha cores e o Pocket, que era portátil. A Atari resolveu entrar também no mercado dos microcomputadores pessoais com o seu **Atari 400** e depois o **Atari 800**.

Neste mesmo período começou a ocorrer um fato interessante, responsável pela popularização dos microcomputadores por todo o mundo: os Tigres Asiáticos. O surgimento de clones, principalmente de **Apple** e **TRS-80**, produzidos no extremo oriente (Taiwan, Singapura, Macao, Hong-Kong, etc.), popularizou a venda mundial destes microcomputadores. Ainda não existia uma lei de patentes internacional e tanto a **Apple** como a **Tandy**, no caso, divulgavam todos os detalhes técnicos de suas máquinas. Por terem uma metodologia de fazer máquinas "abertas", com componentes "baratos" que eram fabricados no próprio extremo oriente, para uso nos Estados Unidos, pois a mão de obra nos países do terceiro mundo é muito mais barata, tal fato acabava influenciando diretamente no preço. Além disso, os Tigres Asiáticos não cobravam por toda a pesquisa e desenvolvimento tecnológicos que consumiu muito dinheiro ao longo dos anos dos fabricantes originais americanos, nem pagavam *royalties* às empresas que criaram tais microcomputadores. Mas não só os Tigres Asiáticos foram responsáveis por isto. Aqui mesmo no Brasil tivemos um exemplo típico disto, em uma época de reserva de mercado e falsa produção tecnológica nacional. Em 1984 existia no mercado cerca de 20 "similares" do **Apple II**: nomes como **Craft II**, **AP-II**, **Elppa II**, **Maxxi**, **Spectrum**, **Exato**, etc. eram muito comuns.

Em 1982, o jornalista especializado em microcomputadores Adam Osborne fundou sua empresa e lançou o Osborne I, o primeiro computador portátil do mundo. A CPU compreendia uma memória com 64KB, uma UAL e um Processador Zilog Z80A de 8 bit a 4 MHz. Possuía 2 unidades de disquete de 5" 1/4 com 204 KB ou 408 KB de capacidade, uma tela de 5" (24 linhas por 54 colunas) em preto e branco e um teclado com dois blocos de teclas, um alfanumérico com os caracteres ASCII e outro numérico. Dispunha ainda de conectores para um monitor externo, porta serial RS-232C e paralela IEEE-488 ou Centronics. O sistema operacional era o CP/M desenvolvido pela **Digital Corporation**. O software fornecido incluía um Interpretador M-BASIC desenvolvido pela **Microsoft**, um Compilador BASIC desenvolvido pela **Compyler Systems**, uma folha de cálculo SUPERCALC (derivada do Visicalc) e um processador de texto denominado WORDSTAR. Podia ser programado em BASIC, FORTRAN, COBOL, PASCAL, PL 1, ALGOL, C, FORTH, ADA, ASSEMBLER e CROSS-ASSEMBLER

A invenção do IBM PC

Em meados dos anos 70, não existiam microcomputadores. O que havia eram computadores de grande porte e um público ansioso pela informática ao alcance de todos, principalmente pelas especulações que filmes de ficção científica apresentavam – tais como Jornada nas Estrelas, 2001 e Guerra nas Estrelas.

No entanto, diversos aficcionados da eletrônica começaram a desenvolver protótipos de circuitos que poderiam ser microcomputadores, algo que não existia na época. Entre estes, sobressaem as figuras de **Steve Wozniak** e **Steve Jobs**, que juntos desenvolveram o projeto de um microcomputador pessoal para uso caseiro e também profissional. A esse protótipo deram o nome de **Apple**. Como esse projeto fez um grande sucesso junto aos aficcionados amigos da dupla, eles decidiram montar uma empresa para a construção de um microcomputador melhor com esse objetivo: uso caseiro e profissional. Esse microcomputador foi chamado **Apple II** e assim surgiu a **Apple Computer**.

Nessa época, é válido ressaltar que nenhuma grande empresa (como **IBM**, **Xerox**, **HP** e **Atari**) quis se aventurar no campo da microinformática, alegando basicamente que microcomputadores eram equipamento criados por aficcionados para aficcionados e não haveria um público interessado. Computador de verdade, para essas empresas, eram computadores de grande porte – os Mainframes.

Só que as grandes empresas estavam redondamente enganadas. A **Apple Computer**, criada em 1977, fechou a década como uma das maiores e mais prosperas empresas norte-americanas. Diversas outras empresas surgiram para criar computadores, e outras maiores destinaram uma parte de sua produção para fabricá-los. Em 1980, a **IBM** decide entrar também no mercado e corria contra o tempo: queria competir com o **Apple II** da **Apple**, seu maior inimigo, porém não fazia idéia do que era exatamente um microcomputador. E, quanto mais tempo o microcomputador da **IBM** demorava para entrar no mercado, mais mercado ia ganhando o **Apple II**.

A **IBM** criou o *hardware* do microcomputador – os circuitos lógicos em si. Porém, deveria haver um sistema operacional para que o mesmo funcionasse. Havia duas possibilidades para a **IBM**: utilizar o sistema operacional **CP/M** (Control Program for Microcomputers) que existia na época ou criar o seu próprio sistema operacional. Como o **CP/M** não funcionava no projeto da **IBM**, esta contratou uma outra empresa – a **Microsoft** – para criar um sistema operacional para seu projeto. Obviamente, tanto o Sistema Operacional quanto o Microcomputador deveriam ser lançados simultaneamente. E, como dissemos, era uma corrida contra o tempo.

Para criar o Sistema Operacional para o microcomputador da **IBM**, **Bill Gates**, da **Microsoft**, não perdeu muito tempo: comprou os direitos de um sistema operacional semi-pronto desenvolvido por outros universitários e relançou o mesmo com o nome de **MS-DOS** (*Microsoft Disk Operating System*). Importante notar que o microcomputador da **IBM** não tinha muito poder de processamento nem muita memória disponível, logo, tal sistema operacional deveria ser pequeno – e, portanto, rudimentar.

Em 1981 foi lançado o microcomputador da **IBM**: o **IBM PC** (Personal Computer). No entanto, a estratégia de marketing da **IBM** era um pouco estranha: na verdade, o que a **IBM** queria não era vender o **IBM PC** ou torná-lo um padrão de mercado, mas vender computadores de grande porte.

Se todos os computadores fossem fáceis de usar, muito mais pessoas teriam computadores, com certeza. Tendo isso em vista, o pessoal da **Apple** pensou em construir microcomputadores que tivessem interface gráfica (**Windows**). Dois projetos paralelos foram iniciados: o **Lisa**, um microcomputador mais poderoso destinado ao ambiente profissional e corporativo, e o **Macintosh**, menos poderoso (na época) do que o **Lisa**, para o uso caseiro.

Enquanto a **IBM** corria contra o tempo criando um microcomputador e depois seu sistema operacional, a **Apple** partia do extremo oposto. Primeiro criou um sistema operacional e depois um microcomputador que fosse capaz de executá-lo. O **Lisa** foi lançado em 1983 e o **Macintosh** em 1984. O primeiro não obteve um grande sucesso, principalmente pelo seu preço. No entanto, o **Macintosh** foi um estouro. Enquanto todos estavam acostumados com microcomputadores difíceis de operar (**IBM PC** com o seu sistema operacional **MS-DOS**), a **Apple** lançou um microcomputador que não exigia que se entendesse “computês” para trabalhar. Qualquer pessoa poderia manipular um **Macintosh** corretamente.

Em 1983, a **IBM** lançou uma revisão de seu **IBM PC**, batizado de **IBM PC XT** (*Extended Technology*) e, em 1984, um novo microcomputador, O **IBM PC AT** (*Advanced Technology*), que utilizava um microprocessador mais poderoso (o **80286**).

Por um lado, nada disso chegava aos pés do **Macintosh**. Por outro, a **IBM** tinha uma vantagem sobre a **Apple**. Enquanto o **Macintosh** tinha **arquitetura fechada** e **proprietária**, isto é, somente a **Apple** poderia construir computadores **Macintosh**, os microcomputadores **IBM PC**, **IBM XT** e **IBM AT** tinham uma arquitetura aberta, ou seja, qualquer fabricante poderia criar interfaces, dispositivos e até mesmo computadores similares, porém não iguais ao **IBM**. Essa diferença definiu o mercado que existe até hoje: por ter uma arquitetura fechada e exclusiva, os computadores **Macintosh** são bem mais caros. Os que seguem o padrão **IBM PC** são bem mais baratos, sobretudo por haver concorrência.

Na verdade, microcomputadores mais avançados que o AT, produzidos por fabricantes independentes passaram a serem reconhecidos pelo microprocessador em que o mesmo era baseado, pois não adiantava mais falar simplesmente que você tinha um microcomputador do padrão **IBM PC**. Assim, um microcomputador construído com

arquitetura aberta e com o processador **80386** passou a ser conhecido como “AT-386”, deixando claro que se tratava de uma arquitetura aberta (como o AT da **IBM**) com o microprocessador **80386** (“386”).

Apple - a **Apple Computer, Inc.**, sediada em Cupertino, Califórnia, EUA, é uma empresa fabricante de computadores pessoais cuja história é a mais curiosa. Fundada em uma garagem por **Steve Wozniak** e **Steve Jobs** e dirigida por **Mike Markkula**, a **Apple** engrandeceu a indústria de computadores pessoais. A **Apple** foi formada em abril de 1976 e depois de apresentar o **Apple I**, já havia dez lojas vendendo o produto ao final do ano. Em 1977, foi introduzido o **Apple II**, um computador totalmente montado com 4Kb de **RAM** por US\$ 1.298. Sua arquitetura aberta incentivou outros fabricantes a construírem placas com aperfeiçoamentos para serem conectadas a ele. Esta característica, adicionada ao som e aos gráficos em cores, fez com que o **Apple II** se tornasse o computador mais amplamente utilizado em casa e nas classes de aula. Eles também foram usados em empresas principalmente devido ao inovador programa VisiCalc que foi lançado com ele. Em 1983 a **Apple** lançou o **Lisa**, o precursor do **Macintosh**. O **Lisa** era voltado ao mercado corporativo, mas logo deixou seu lugar em favor do **Mac**. Sendo um equipamento baseado em imagens, o **Mac** foi um sucesso como um sistema de editoração eletrônica de baixo custo. Embora agradável de se usar, sua baixa velocidade, pequena tela e arquitetura fechada não incentivaram os compradores corporativos. Desde o advento do **Mac II** em 1987, tudo mudou. Os **Macs** oferecem telas amplas, arquitetura aberta e cores. Numerosos modelos desde os mais simples aos de alta velocidade foram incluídos e amplamente aceitos. Em 1991, a **Apple** surpreendeu a indústria ao anunciar uma aliança com a **IBM** para (1) integrar totalmente os **Macs** nas redes **IBM**, (2) desenvolver o PowerPC, uma versão em um único chip da arquitetura RS/6000 da **IBM**, em conjunto com a **Motorola**, (3) desenvolver o PowerOpen, um padrão de sistema operacional que executa aplicativos AIX e Mac no PowerPC, (4) desenvolver e licenciar um sistema operacional orientado a objetos para o PowerPC, **Motorola** 68xxx e as famílias Intel **x86** com compatibilidade com AIX, entre outros objetivos.

Computador Pessoal (PC) - sinônimo de microcomputador, é um computador que serve a apenas um usuário. É usado em casa e nos escritórios para praticamente todas as aplicações realizadas por computadores maiores. Com a adição de um modem, torna-se um terminal capaz de recuperar informações de outros computadores e de serviços on-line em todo o mundo. Há uma variedade de computadores pessoais, mas no Brasil temos praticamente o **IBM PC** (e seus compatíveis) e o **Macintosh**. O computador pessoal apareceu em 1977 quando a **Apple**, Radio Shack e Commodore introduziram os primeiros computadores como produtos de consumo. Máquinas como o **Apple II**, Atari 500 e Commodore 64 tornaram-se computadores domésticos populares (nos EUA). Em 1981, a **IBM** lançou o PC, um pouco mais rápido que os demais, mas com dez vezes a capacidade de memória e o sistema operacional **MS-DOS**, da **Microsoft**. Em 1986, a Compaq introduziu o primeiro PC baseado no Intel 80386, em 1987 a **IBM** lançou o PS/2, sua nova geração de computadores pessoais. Em 1990 chegou o Windows 3.0 da **Microsoft**, que rapidamente se tornou a interface gráfica mais utilizada.

Macintosh - série de computadores pessoais de 32 bits da **Apple**, introduzida em janeiro de 1984. Emprega UCP da família **Motorola** 68000 e um sistema operacional que simula na tela uma mesa de trabalho. A interface gráfica do Mac oferecia um grau de consistência e facilidade de usos incomparáveis. A família **Macintosh** é a série de computadores pessoais não compatíveis com **IBM PC** de maior utilização.

Bytes e bits

Toda informação introduzida em um computador precisa ser entendida pela máquina, para que possa interpretá-la e processá-la. O computador, sendo um equipamento eletrônico, armazena e movimenta as informações internamente sob forma eletrônica; esta pode ser um valor de voltagem ou de corrente. Em uma memória secundária as informações são armazenadas sob a forma magnética ou ótica.

Para que esta máquina pudesse representar eletricamente todos os símbolos utilizados na linguagem humana, seriam necessários mais de 100 diferentes valores de voltagem. Tal máquina certamente seria difícil de ser construída para fins comerciais e, possivelmente, teria baixa confiabilidade.

Considerando que é muito mais simples e confiável projetar um circuito capaz de gerar e manipular o menor número de valores distintos, optou-se por uma máquina binária, isto é, capaz de entender apenas dois valores diferentes: 0 e 1.

Toda a informação introduzida em um computador é convertida para a forma binária. **A menor unidade de informação armazenável em um computador é o algarismo binário ou dígito binário**, conhecido como **bit** (contração das palavras inglesas **binary digit**). O bit pode ter, então, somente dois valores: 0 ou 1.

Evidentemente, com possibilidades tão limitadas, o bit pouco pode representar isoladamente; por essa razão, as informações manipuladas por um computador são codificadas em grupos ordenados de bits, de modo a terem um significado útil.

O menor grupo ordenado de bits representando uma informação útil para o ser humano é o caractere. Qualquer caractere a ser armazenado em um sistema de computação é convertido em um conjunto de bits previamente definido para o referido sistema. Cada sistema poderá definir como cada conjunto de bits irá representar um determinado caractere. Poderão, por exemplo, ser 5 bits por caractere (nesse caso, serão codificados 32 caracteres diferentes), 6 bits por caractere (codificando 64 caracteres diferentes).

A primeira definição formal atribuída a um grupo ordenado de bits, para efeito de manipulação interna mais eficiente, foi instituída pela **IBM** e é, atualmente, utilizada por praticamente todos os fabricantes de computadores. Trata-se do **byte**, definido como um grupo ordenado de **8 bits**, tratados de forma individual, como unidade de armazenamento e transferência.

Como os principais códigos de representação de caracteres utilizam grupos de 8 bits por caractere, os conceitos de byte e caractere tornam-se semelhantes e as palavras, quase sinônimas. É costume, no mercado, construírem memórias cujo acesso, armazenamento e recuperação de informações são efetuadas byte a byte. Por essa razão, em anúncios de vendas de computadores, menciona-se que ele possui “64 KBytes de memória” ou 12 MBytes de memória”

O **K** e o **M**, referidos no exemplo, são letras indicativas de um valor numérico fixo, utilizado para reduzir a quantidade de algarismos representativos de um número. Como os computadores são binários, todas as indicações numéricas referem-se a potências de 2, e, por essa razão, o **K** (Kilo) representa **1.024** unidades (décima potência de 2 ou $2^{10} = 1.024$) e o **M** (abreviatura de Mega) representa 1.048.576 unidades ($1.024 \times 1.024 = 2^{20}$).

Em conseqüência, no exemplo anterior, o valor 64 KBytes (pronuncia-se “Sessenta e quatro KBytes”) corresponde a um valor de $64 \times 1.024 = 65.536$ Bytes, enquanto que 2 MBytes representa $2 \times 1.024 \times 1.024$ caracteres.

Com o progressivo aumento da capacidade dos dispositivos de armazenamento dos computadores, criou-se um terceiro termo para abreviar valores mais elevados: trata-se do **Giga**, representado pelo caractere **G** e que indica um valor igual a **1.024 MBytes** ou 1.048.576 KBytes ou $2^{30} = 2^{10} \times 2^{10} \times 2^{10} = 1.073.741.824$ Bytes.

Kilobyte ou KByte ou KB - um KByte corresponde a 2^{10} Bytes, ou seja, 1.024 Bytes.

Ex.: um microcomputador antigo tipo PC-XT possuía 640 KBytes de memória convencional, ou seja, 655.360 Bytes de memória, porque: $640 \times 1.024 \text{ Bytes} = 655.360 \text{ Bytes}$. Isto quer dizer que ele poderia ter na sua memória até 655.360 caracteres.

Megabyte ou MByte ou MB - um MByte corresponde a 1.024 KBytes, 1.048.576 Bytes.

Gigabyte ou GByte ou Gb - um GByte corresponde a 1.024 MBytes.

Terabyte ou TByte ou Tb - um TByte corresponde a 1.024 GBytes.

A Miniaturização

Com o advento do circuito integrado, a principal preocupação dos projetistas passou a ser a diminuição do espaço físico dos circuitos. Isto permitiria baixar o preço dos componentes além de introduzir ganhos significativos de desempenho. As diferentes fases da evolução dessas tecnologias, que permitiram reduzir cada vez mais os circuitos, foram classificadas de acordo com a quantidade média de transistores contida em um circuito integrado. Veja a tabela abaixo:

Sigla	Significado	Quantidade de Transistores
SSI	Small Scale Integration	1 a 10 transistores
MSI	Medium Scale Integration	10 a 100 transistores
LSI	Large Scale Integration	Centenas a milhares de transistores
VLSI	Very Large Scale Integration	Mais de um milhão de transistores

Devido ao seu custo ser menor, o computador passou a ser popular. Isto possibilitou a sua aquisição pelas empresas de grande e médio porte.

Alguns computadores desse período: **UNIVAC 1108, IBM 360, General Eletric 600.**

1.1.5 - Quarta Geração - Computadores Pessoais e VLSI (1980-1990)

Nos anos 80, a **VLSI** (Very Large Scale Integration, ou seja, Integração em Escala Muito Grande) tornou possível colocar dezenas de milhares, depois centenas de milhares, e finalmente milhões de transistores em uma única pastilha. Este desenvolvimento levou a computadores menores e mais rápidos. Antes do **PDP-1**, os computadores eram tão grandes e caros que as companhias e universidades tinham que ter departamentos especiais, denominados **centros de computação**, para operá-los. Com o advento do minicomputador, um departamento podia comprar seu próprio computador. Por volta de 1980, os preços tinham caído tanto que era possível a uma pessoa física possuir seu próprio computador. A era do computador pessoal tinha começado.

Nesta geração passam a serem utilizados circuitos com grau maior de integração, isto é, um circuito integrado de Quarta geração é equivalente a várias dezenas de integrados usados na terceira geração.

Os computadores pessoais foram utilizados de uma maneira bastante diferente daquela dos grandes computadores. Eles eram usados para processamento de texto, planilhas e inúmeras aplicações altamente interativas que os computadores maiores não realizavam bem.

Nesse período surgiu também o processamento distribuído, o disco ótico e o a grande difusão do microcomputador, que passou a ser utilizado para processamento de texto, cálculos, etc.

Em 1981 estréia o **IBM PC**. Em 1982 surgem os microcomputadores baseados nos processadores INTEL 80286 usando memória de 30 pinos e slots ISA de 16 bits, já vinha equipado com memória cache, para auxiliar o processador em suas funções. Utilizava ainda monitores CGA em alguns raros modelos estes monitores eram coloridos mas a grande maioria era verde, laranja ou cinza.

Em 1983, o computador pessoal "portátil" da Compaq torna o PC um padrão independente da IBM. A IBM apresenta o PC/XT. Pela primeira vez, um computador pessoal vem com uma unidade de disco rígido como equipamento padrão.

Em 1984 chega o Macintosh da Apple, que causou estranheza aos fiéis usuários do PC, que zombam do mouse e da interface gráfica, mas os futuros PCs ficam cada vez mais parecidos com o Mac.

Em 1985 os microcomputadores baseados nos processadores INTEL 80386 ainda usava memória de 30 pinos, porém devido à sua velocidade de processamento já era possível rodar softwares gráficos mais avançados como era o caso do Windows 3.1, seu antecessor podia rodar apenas a versão 3.0 devido à baixa qualidade dos monitores CGA, o 80386 já contava com placas VGA que podiam atingir até 256 cores desde que o monitor também suportasse essa configuração.

Em 1989 os microcomputadores baseados nos processadores INTEL 80486 DX já tinham um co-processador matemático embutido no próprio processador, houve também uma melhora sensível na velocidade devido o advento da memória de 72 pinos, muito mais rápida que sua antepassada de 30 pinos e das placas PCI de 32 bits duas vezes mais velozes que as placas ISA. Os equipamentos já tinham capacidade para as placas SVGA que poderiam atingir até 16 milhões de cores, porém este artifício seria usado comercialmente mais para frente com o advento do Windows 95. Neste momento iniciava uma grande debandada para as pequenas redes como, a Novel e a Lantastic que rodariam perfeitamente nestes equipamentos, substituindo os "micrões" que rodavam em sua grande maioria os sistema UNIX (Exemplo o HP-UX da Hewlett Packard e o AIX da IBM). Esta substituição era extremamente viável devido à diferença brutal de preço entre estas máquinas.

Atualmente, os computadores podem ser divididos grosseiramente em cinco categorias, como mostrado na **Figura 1.4**. Elas se baseiam em tamanho físico, desempenho e áreas de aplicação.

Tipo	MIPs Típicos	Megabytes Típicos	Máquina	Uso
Computador Pessoal	1	1	IBM PS/2	Processamento de texto, Planilhas
Minicomputador	2	4	PDP-11/84	Controle de tempo real, Automação industrial
Supermini	10	32	SUN-4	Servidora de arquivos (rede), Sistemas de tempo compartilhado
Mainframe	30	128	IBM-3090/300	Bancos, Reservas de passagens aéreas
Supercomputador	125	1024	Cray-2	Previsão do tempo

Figura 1.4 - Cinco tipos comuns de computadores

Computador Pessoal

Na categoria de cima, temos os computadores pessoais, máquinas de mesa (*desktop*) que utilizam um único processador, geralmente dedicado a um único usuário. Eles são amplamente usados em escritórios, em ensino e para uso doméstico.

Minicomputador

Os **Minicomputadores** são amplamente utilizados em aplicações de tempo real, por exemplo, para controle de tráfego aéreo ou automação industrial. Dizer precisamente em que consiste um minicomputador é difícil, pois muitas companhias fabricam produtos que consistem em um microprocessador de 16 ou 32 bits, uma certa quantidade de memória e algumas pastilhas de Entrada/Saída, tudo em uma única placa.

De tamanho moderado, atendem pequenas empresas ou divisões. Competem diretamente com alguns **Mainframes**.

Ex: Vax-Station, AS-400, etc.

Supermini

O **Supermini** é essencialmente um minicomputador muito grande, quase sempre baseado em um processador de 32 bits, e geralmente equipado com dezenas de *Gigabytes* de memória. Tais máquinas são usadas como sistemas departamentais de tempo compartilhado, como servidoras de arquivos (em rede), e muitas outras aplicações. Estas máquinas modernas são muito mais poderosas do que o **IBM 360** modelo 75, o *Mainframe* mais poderoso do mundo quando foi lançado em 1964.

Mainframes

Os **Mainframes** tradicionais descendem de máquinas do tipo **IBM 360** e **CDC 6600**. As diferenças reais entre um *Mainframe* e um supermini estão na capacidade de Entrada/Saída e nas aplicações para as quais são usados. Um supermini típico pode ter um ou dois discos de 1 gigabyte, um *Mainframe* pode ter 100 deles. Os superminis são utilizados normalmente para aplicações interativas, enquanto que a maioria dos *Mainframes* é usado para grandes *jobs* em lote (*batch*) ou para processamento de transações, tais como bancos ou reservas de passagens aéreas, onde grandes bancos de dados são necessários.

Computadores de grande porte, visam atender um grande número de usuários processando grandes bases de dados. Possuem alta velocidade de processamento – centenas de milhões de instruções por segundo (MIPS)

A utilização do Mainframe continua em larga escala, principalmente em atividades que exijam processamentos complexos. Como exemplo, os maiores bancos internacionais, companhias aéreas, companhias petrolíferas e outras grandes empresas, processam diariamente milhões de transações de vendas e pesquisa de clientes com a ajuda de grandes sistemas de *Mainframes*.

Ex: IBM-4381, Unisys A10, etc.

Supercomputadores

Na extremidade superior do espectro estão os **supercomputadores**. Estas máquinas são especialmente projetadas para maximizar o número de **FLOPS** (Floating-point Operations Per Second, ou seja, operações de ponto-flutuante por segundo). Qualquer coisa abaixo de 1 gigaflop/s não é considerado um supercomputador. Os supercomputadores possuem arquiteturas singulares altamente paralelas, a fim de atingir estas velocidades, e são apenas eficazes em uma pequena faixa de problemas. Os supercomputadores são os mais rápidos, maiores e mais caros computadores disponíveis. Normalmente são muito caros e muito grandes para aplicações comerciais típicas.

Eles tendem a serem usados basicamente em aplicações científicas pesadas, tais como o monitoramento de condições climáticas, projetos de aeronaves, pesquisa nuclear, etc. São tipicamente usados em simulações na exploração e produção de petróleo, análise estrutural, dinâmica computacional dos fluidos, física e química, projetos eletrônicos, pesquisas em energia nuclear e meteorologia. Também são empregados para geração de imagens animadas de computação gráfica em tempo real.

No total, existem poucas centenas destes computadores em uso nos EUA. Apenas os maiores fabricantes, como **IBM**, Control Data, Amdahl e Burroughs constroem estes computadores.

Durante anos, os nomes supercomputador e **Seymour Cray** foram quase sinônimos. Cray projetou o **CDC 6600** e seu sucessor, o **CDC 7600**. Depois ele criou sua própria companhia, a **Cray Research**, para construir o **Cray-1** e o **Cray-2**. Em 1989, **Cray** deixou-a para formar uma outra companhia para construir o **Cray-3**.

Exemplos de computadores dessa geração: **Radio Shack TRS** (CP-500 no Brasil), **IBM-PC**, **Apple II** e **Sinclair ZX**

O aumento da capacidade de agrupamento de transistores num único chip sempre foi um dos grandes objetivos das empresas produtoras de semicondutores já que este aumento deve estar diretamente relacionado a potencialidade de um microprocessador e consequentemente a computadores mais avançados.

Uma das frases mais conhecidas neste meio deve-se a **Gordon Moore** quando presidente da Intel em 1965. Moore disse o que ficou conhecido como a Lei de Moore: "O poder de procesamento dos *chips* dobra a cada dezoito meses". Hoje ninguém ignora esta lei e veja porque:

1947	Criação do primeiro transistor pela Bell Labs
1958	Primeiro circuito integrado (2 transistores).
1971	Intel 4004, primeiro microprocessador. 2.300 transistores.
1972	Intel 8008, 3500 transistores.
1974	Intel 8080 com 6.000 transistores.
1976	Intel 8085 com 6.500 transistores.
1978	Intel 80286 com 134.000 transistores.
1985	Intel 80386-DX com 275.000 transistores.
1993	Intel Pentium com 3,1 milhões de transistores.
1995	Pentium Pro com 5,5 milhões de transistores.
1997	Pentium II com 7,5 milhões de transistores.

Fonte: Info Exame, Ano 12, no. 141, dez.1997, pg.20 e 21.

Tecnologia

Uso de circuitos de larga escala (LSI – 1000 transistores por "chip") e larguíssima escala (VLSI - 100.000 transistores por "chip") na construção dos processadores. Todas as memórias passam a ser de semicondutores. Micro-processadores

Computadores

Processamento Vetorial: CRAY 1, CRAY X-MP, CRAY 2 e CYBER 205 que chegava a executar "800 milhões de operações por segundo" (Breton, 1991:200); com muita memória para a época, trabalhando com 64 algarismos binários. **Processamento Paralelo:** natureza experimental. **Personal Minicomputer:** 1974: Mark 8, construído por Johnnatan Titus e vendidos por correspondência (desenvolvimento da indústria eletrônica) **PC (Personal Computer):** Micro processadores 8008 e 8080 1975 (janeiro) - Altair 8800 (construído c/ o microprocessador Intel 8080) 1977 - **Apple II** 1981 - PC IBM

Periféricos: 1973 - invenção do floppy disk (disco flexível)

Software

PROLOG (Programming in Logic), **FP** (Functional Programming) - Estilo de programação declarativo, isto é, o programador dá uma especificação matemática do que deve ser desenvolvido e deixa os detalhes de como deve ser feito para o compilador ou para o sistema. Início do desenvolvimento da linguagem C (1972) e o sistema operacional **UNIX** nos Laboratórios Bell (1972).

Centros de Desenvolvimento:

Iniciativas sistematizadas no Japão; nos EUA, não há sistematização nas Universidades, de acordo com o relatório LAX em 1982 que resulta na criação dos centros de supercomputadores da NSF (National Science Foundation) - Fase um, treinamento e acesso aos 3 supercomputadores existentes; Fase dois (1984-1986): financiamento de 5 novos supercomputadores San Diego (San Diego Supercomputing Center); Illinois (National Center for Supercomputing Applications); Pittsburgh (Pittsburgh Supercomputing Center); Cornell (Cornell Theory Center); e Princeton (John von Neumann Center).

1.1.6 - Quinta Geração - Computadores UVLSI (1991-20??)

A quinta geração de computadores (1991- 20??) trouxe a simplificação e diminuição do tamanho do computador, melhor desempenho, uma capacidade cada vez maior de armazenamento de dados e velocidade de processamento. Surge a tecnologia do UVLSI (*Ultra Very Large Scale Integration*). As máquinas passam a processar muitas operações simultaneamente. Houve maior redução nos custos de produção. O Pentium da Intel é um exemplo de UVLSI.

São computadores que estão sendo pesquisados hoje. As máquinas atuais, com programa e dados armazenados em memória, uma unidade central de processamento e processamento seqüencial são conhecidas como máquinas que seguem o modelo de **Von Newmann**, os computadores da quinta geração com processamento paralelo quebram esta arquitetura.

Basicamente são os computadores modernos. Ampliou-se drasticamente a capacidade de processamento de dados, armazenamento e taxas de transferência. Também é nessa época que os processos de miniaturização são iniciados, diminuindo o tamanho e aumentando a velocidade dos agora "populares" PC. O conceito de processamento está partindo para os processadores paralelos, ou seja, a execução de muitas operações simultaneamente pelas máquinas. Surge o primeiro processador Pentium em 1993, dotado de memórias de 108 pinos, ou DIMM. Depois vem o Pentium II, o Pentium III e mais recentemente o Pentium 4 (sem contar os modelos similares da concorrente AMD). Nesse meio tempo iam surgindo o **slot AGP** de 64 bits, memórias com mais pinos e maior velocidade, **HD** cada vez mais rápidos e com maior capacidade, etc. Na realidade, as maiores novidades dessa época são os novos processadores, cada vez mais velozes.

Enfim, a informática evolui cada vez mais rapidamente e as velocidades de processamento dobram em períodos cada vez mais curtos. Para se ter uma noção disso, basta observar que entre os modelos de computador mais antigos, os espaçamentos entre uma novidade e outra eram de dezenas de anos, sendo que hoje não chega a durar nem um mês. Isso nos leva a concluir que o avanço científico e do poder de cálculo avança de maneira que não se encontra paralelo da história humana, barateando os custos e tornando acessíveis os computadores às pessoas de baixa renda.

Quem sabe uma nova geração de computadores não está por vir? Alguns falam em processadores quânticos quando os limites da miniaturização do silício foram atingidos, enquanto outros falam em moléculas de água armazenando informações - mas o fato é que coisas novas vão surgir e novas gerações deixarão a atual tão longe e ultrapassada como está a segunda para nós. Mesmo rompendo recentemente a barreira dos terabytes, a evolução dos computadores ainda está longe de terminar.

Tipos de Computadores

Na verdade, existem dois tipos bastante diferentes de computadores:

1. *Computador Digital*
2. *Computador Analógico*

Computador Digital - assim chamado porque todas as instruções e dados inseridos então representados sob a forma binária: 0 ou 1; furo ou ausência de furo num cartão do tipo **Hollerith**; uma chave ligada ou desligada, como é o caso dos computadores eletrônicos.

São computadores que realizam suas operações utilizando elementos representados por grandezas matemáticas (números), ou seja, operam dígito a dígito. São computadores destinados a aplicações múltiplas, podendo ser utilizados em diversas tarefas. Por utilizar valores numéricos, os resultados obtidos com esse tipo de computador são exatos, como por exemplo: os cálculos de engenharia.

Computador Analógico - Os velocímetros são exemplos de computadores analógicos; este nome é derivado da relação análoga da velocidade do carro à posição do ponteiro no mostrador.

São computadores que executam trabalhos usando elementos representados por grandezas físicas, como por exemplo, a intensidade de uma corrente elétrica ou o ângulo de giro de uma engrenagem. São computadores criados para uma finalidade específica, isto é, só se aplicam a um determinado trabalho. Os resultados obtidos com o uso de computadores analógicos são aproximados e servem ao próprio sistema onde é utilizado, como por exemplo: controle de temperatura de uma caldeira utilizando sensores, medidor de água ou de energia elétrica.

Os modernos computadores analógicos desempenham muitas tarefas e são baseados nos componentes comumente utilizados em mecanismos eletrodomésticos – transistores, capacitores, resistores e indutores magnéticos. Assim sendo, os atuais computadores analógicos também são computadores eletrônicos.

No computador analógico as variações de voltagem ou de corrente são usadas para representar quantidades físicas, como força ou velocidade. E “valores” dos componentes elétricos, símbolos de elementos como a massa de um carro ou a força de duas molas. Mas no computador digital, todos os dados são representados por séries de apenas dois impulsos: 5 volt para o binário 1 e 2 volt para o binário 0. Aqui se verifica uma importante diferença: no analógico, a informação pode ser armazenada de modo a corresponder a intensidade de impulso que continuamente variam, enquanto, no digital, os dados são armazenados com apenas dois tipos de impulsos elétricos.

(O computador analógico "mede" e o computador digital "conta")

A grande vantagem dos sistemas digitais está em que a informação é processada ou transmitida sem perda de qualidade. Um impulso de 5 volt fornecido pelo circuito elétrico pode ser afetado por distorção inerente a qualquer circuito e se apresentar, por exemplo como 4,9 volt. No sistema analógico, em que as variações de voltagem representam alterações na informação, isto poderá significar dados diferentes: um de 5 volt e outro de 4,9 volt. Em contrapartida, num sistema digital, só existem 2 volt e 5 volt, sendo que o sinal de 4,9 volt seria reconhecido e restaurado como um sinal de 5 volt. Assim as falhas são corrigidas imediatamente e não se acumulam, enquanto que no computador analógico ocorre o acúmulo de falhas ou erros à medida que o sinal passa por sucessivos circuitos.

Todavia, o computador analógico obtém uma vantagem na representação de quantidade, como valores variáveis de uma corrente ou voltagem. Essa vantagem está no fato de que uma condição de entrada pode mudar subitamente e o sistema corresponderá às alterações de modo imediato. Não é preciso tempo algum para codificar os dados em impulsos binários, processá-los e finalmente decodificá-los para a saída. Essa característica é muito importante em operações em que respostas rápidas são fundamentais.

Assim sendo, os computadores analógicos são utilizados em muitas áreas de controle industrial, onde equipamentos complexos devem ser manejados com precisão em ajustes minuciosos e contínuos, como numa fábrica de produtos químicos.

Existem ainda os chamados computadores híbridos, isto é, meio analógico e meio digital.

Nestes computadores a entrada de dados costuma ser controlada por um conversor analógico/digital; a informação é processada por um computador digital, e a saída é canalizada através de um conversor digital/analógico.

Atualmente, os computadores analógicos sempre terão sua utilidade, mas o mercado será dominado pelos computadores digitais, que estão se tornando a cada dia mais poderosos e rápidos.

Computadores Científicos

Possuem uma pequena entrada de dados; um processamento complexo, com grandes rotinas de cálculos e uma pequena saída de resultados.

Na área científica encontramos computadores que possuem grande capacidade de processamento interno, e pouca capacidade de transferência (entrada/saída) de dados. Eles são capazes de processar uma grande quantidade de números, executando algoritmos com alto grau de complexidade sem, no entanto, possibilitarem a entrada e a saída de grande volume de dados.

Como computadores científicos temos, por exemplo:

Os supercomputadores: CRAY; HITACHI.

As estações de trabalho RISC, também conhecidas como *Workstations*: HP-APOLO; SUN; SILICON GRAPHICS.

Os computadores científicos são utilizados principalmente em algum tipo de simulação:

- previsão meteorológica;
- voo de um avião ou espaçonave;
- reação molecular ou atômica de uma substância.

Computadores Comerciais

possuem uma grande capacidade de entrada de dados; um processamento relativamente simples e uma grande capacidade de saída de resultados.

Na área comercial destacam-se os computadores que possuem pouca capacidade de processamento interno, mas uma grande capacidade de receber e enviar dados.

Seu processamento é muito simples, onde geralmente os cálculos resumem-se às quatro operações aritméticas básicas. Porém, eles podem receber um grande volume de dados.

Um computador de grande porte, ou *Mainframe*, é o mais comum dos computadores comerciais. Esses equipamentos são utilizados no processamento de dados comerciais em geral como, por exemplo:

- folha de pagamento de uma empresa;
- serviços de contabilidade;
- e manutenção de cadastros.

Computadores Domésticos

Caracterizavam-se pela limitação de recursos de periféricos, pela não conexão com outros equipamentos e pela baixa velocidade de transmissão de dados.

Ao contrário do que possa parecer, o termo doméstico indica apenas que os computadores são utilizados em aplicações que exigem um volume de processamento ou de transferência de dados muito pequeno, se comparado com os computadores comerciais e científicos.

Atualmente, uma aplicação doméstica é dita uma aplicação SOHO, que é a sigla de *Small Office-Home Office*, que quer dizer, em português, pequeno escritório – escritório doméstico.

São aplicações SOHO:

- elaboração de textos e documentos;
- editoração eletrônica;
- cálculo através de planilha eletrônica;
- serviço de agenda eletrônica.

Os exemplos mais comuns de computadores domésticos são os microcomputadores pessoais, como a família PC (**IBM PC, 80386, 80486, PENTIUM**) e os microcomputadores da linha **Apple Macintosh**.

É importante observar, porém, que atualmente os computadores são utilizados em aplicações que vão além daquelas a que se destinam. Nisto, podemos encontrar microcomputadores sendo utilizados em pesquisa científica, ou ainda, workstation sendo utilizadas em aplicações comerciais, a um custo menor.

Assim sendo, é possível encontrar, numa empresa informatizada, *Mainframes*, workstations e computadores pessoais executando uma gama variada de aplicações, de acordo com o custo e o benefício proporcionado por cada tipo de computador.

1.2 - Fabricantes de Processadores

1.2.1 - A família Intel

Em 1968, a Intel Corporation foi criada para fabricar pastilhas de memória. Logo depois, ela foi contactada por um fabricante de calculadoras que queria uma única pastilha para sua calculadora, e por um fabricante de terminais que queria um controlador em uma única pastilha para o seu terminal. A Intel produziu ambas as pastilhas, o **4004**, um processador de 4 bits, e o **8008**, um processador de 8 bits. Estas foram as primeiras UCP numa única pastilha do mundo.

A Intel não esperava outros interessados além dos clientes originais, de maneira que estabeleceu uma linha de produção de baixo volume. Estavam errados. Houve um interesse tremendo, por isto começaram a projetar uma pastilha de UCP de uso geral, que resolvesse o problema do limite de 16 KBytes de memória do 8008 (imposto pelo tamanho do barramento de endereços de 14 bits). Este projeto resultou no **8080**, uma pequena UCP de uso geral. Similarmente ao **PDP-8**, este projeto tomou a indústria de assalto, e instantaneamente tornou-se um item de venda de massa. Porém, ao invés de vender milhares, como a **DEC**, a Intel vendeu milhões.

Dois anos mais tarde, em 1976, a Intel lançou o **8085**, um 8080 encapsulado com alguns detalhes extras de Entrada/Saída. Depois surgiu o 8086, uma verdadeira UCP de 16 bits numa única pastilha. O 8086 foi seguido pelo 8088, que possuía um barramento de dados de 8 bits, ao invés de um barramento de dados de 16 bits, que o tornava mais lento, porém mais barato que o **8086**. Quando a **IBM** escolheu o **8088** para a UCP do **IBM PC** original, esta pastilha tornou-se rapidamente o padrão da indústria de computadores pessoais.

Nos anos seguintes, a Intel lançou o **80186** e o **80188**, essencialmente novas versões do 8086 e 8088, respectivamente, mas contendo também uma grande quantidade de circuitaria de Entrada/Saída. Nunca foram amplamente utilizados.

Nem o **8088** nem o **8086** podiam endereçar mais de 1 megabyte de memória. No início dos anos 80, isto se tornou um problema cada vez mais sério, por isso a Intel projetou o **80286**, uma versão superior, compatível com o 8086. O **80286** foi utilizado no **IBM PC AT** e nos modelos intermediários do **IBM PS/2**. Do mesmo jeito que o 8088, obteve um grande sucesso.

O próximo passo lógico foi um processador verdadeiramente de 32 bits numa pastilha, o **80386**. Como o **80286**, este microprocessador era mais ou menos compatível com todos os anteriores, até 8088, o que era uma grande ajuda para aqueles em que executar *software* antigo era importante. Como o **80286**, esta pastilha foi amplamente utilizada. O **80386SX** é uma versão especial do **80386**, com um barramento de dados de 16 bits, projetado para ser compatível com o soquete do **80286** para prover um melhoramento parcial às máquinas **80286** existentes.

O **80486** é uma versão superior, compatível com o **80386**. Todos os programas para o **80386** serão executados no **80486** sem modificações. A diferença básica entre **80486** e o **80386** é a presença de um co-processador de ponto-flutuante, controlador de memória e 8 KBytes de memória *cache* na pastilha. Além disso, o **80486** é tipicamente duas a quatro vezes mais rápido que o **80386**. Um sumário da família de pastilhas INTEL é mostrado na **Figura 1.5**.

Em 1993 foram lançados os primeiros chips **Pentium™** da Intel, representantes da sua quinta geração de microprocessadores para a linha PC. O processador, que sucede ao 486DX2 concentra a força de um *Mainframe* num pequeno quadrado de 5,5 centímetros de lado. Ele integra 3,1 milhões de transistores - praticamente o triplo de seu antecessor - tem velocidade inicial de clock de 60 e 66 MHz (podendo chegar a 100 MHz) e executa 112 milhões de

instruções por segundo. O **barramento** de dados (bus), isto é, por onde os dados trafegam da memória para o processador, é de **64 bits**, contra os 32 bits do **80486**. Isso significa que, no mesmo período de tempo, o Pentium é capaz de buscar o dobro de dados na memória, o que resulta em ganho de desempenho.

Nome	Ano	Largura dos Registradores	Largura do barramento de dados	Largura do Barramento de endereços	Espaço de Endereçamento	Comentários
4004	1971	4 bits	4 bits	10 bits	1 KByte	Primeiro microprocessador em uma pastilha
8008	1972	8 bits	8 bits	14 bits	16 KBytes	Primeiro microprocessador de 8 bits
8080	1974	8 bits	8 bits	16 bits	64KBytes	Primeira UCP de uso geral em uma pastilha
8085	1976	8 bits	8 bits	16 bits	64 KBytes	8080 reencapsulado
8086	1978	16 bits	16 bits	20 bits	1 MBytes	Primeira UCP de 16 bits em uma pastilha
8088	1980	16 bits	8 bits	20 bits	1 MBytes	Processador utilizado no IBM PC
80186	1982	16 bits	16 bits	20 bits	1 MBytes	8086 + suporte de Entrada/Saída em uma pastilha
80188	1982	16 bits	16 bits	20 bits	1 MByte	8088 + suporte de Entrada/Saída em uma pastilha
80286	1982	16 bits	16 bits	24 bits	16 MBytes	Espaço de endereçamento aumentado para 16 megabytes
80386 SX		32 bits	16 bits	24 bits	16 MBytes	
80386	1985	32 bits	32 bits	32 bits	4 GBytes	Verdadeira UCP de 32 bits em uma pastilha
80486 SX		32 bits	32 bits	32 bits	4 GBytes	Sem o co-processador aritmético
80486	1989	32 bits	32 bits	32 bits	4 GBytes	Versão mais rápida do 80386
Pentium	1993	32 bits	64 bits	32 bits	4 GBytes	O barramento de dados é de 64 bits
Pentium Pro	1995	32 bits	64 bits	36 bits	2 ³⁶ =64 GBytes	Multiprocessamento
Pentium II		32 bits	64 bits	36 bits	64 GBytes	
Pentium Celeron		32 bits	64 bits	36 bits	64 GBytes	
Pentium III	1998	32 bits	64 bits	36 bits	64 GBytes	

Figura 1.5 - A Família Intel de **UCP**. Observe que K = Kilo (2^{10}), M = Mega (2^{20}) e G = Giga (2^{30})

1.2.2 - A família Motorola

Logo após a Intel ter lançado o **8080**, a **Motorola**, um fabricante de semicondutores rival, lançou o **6800**. O **6800** era uma máquina de 8 bits comparável ao **INTEL 8080**. Foi bem recebido e amplamente utilizado como controlador embutido em equipamentos industriais no início dos anos 70. Foi seguido pelo **MOTOROLA 6809**, que era compatível com o **MOTOROLA 6800**, mas possuía detalhes extras que facilitavam a aritmética de 16 bits.

Então, em 1979, a **Motorola** fez algo que poucas firmas tinham feito antes ou fizeram desde então: ela lançou uma pastilha completamente nova que não era compatível com o **MOTOROLA 6800** nem com o **MOTOROLA 6809**. A idéia era que esta pastilha, o **68000**, venceria a competição (com o 8086) e atrairia os engenheiros que desejassem um projeto limpo, em vez de um sobrecarregado pela compatibilidade com máquinas obsoletas.

O **68000** foi, na verdade, uma mudança radical em relação ao passado. Embora busque dados da memória, 16 bits de cada vez (em outras palavras, o barramento de dados possui 16 bits de largura), todos os registradores que o programador vê são de 32 bits de largura.

O **MOTOROLA 68000** foi escolhido pelos projetistas do **Macintosh**, **Atari**, **Amiga** e outros computadores populares, devido à sua ruptura limpa com o passado e seu comprimento de palavra de 32 bits. De maneira geral a pastilha fez sucesso, e deu início a uma família de pastilhas, do mesmo modo que a série Intel. São membros de uma família no sentido de que, quando uma nova instrução é acrescentada, todo o *software* existente continua sendo executado.

A segunda pastilha da família foi o **68008**, que era idêntico ao **68000**, exceto pelo uso de um barramento de dados de 8 bits para produtos simples.

Não demorou muito até aparecerem interessados em implementar sistemas operacionais sofisticados como o **UNIX** no **68000**. Muitos destes sistemas têm memória virtual, técnica que permite aos programas endereçar mais memória do que o computador realmente tem. A memória virtual funciona trocando automaticamente partes do programa da memória para o disco na medida do necessário. O **68000** quase podia suporta memória virtual, mas não completamente. Havia alguns detalhes que faltaram na pastilha.

A **Motorola** resolveu este problema lançando a pastilha **68010**, que possuía as características necessárias. Logo depois, ela lançou outra pastilha de 32 bits, o **68012**, que era o mesmo 68010, exceto que mais pinos de endereçamento, de forma que poderia endereçar 2 gigabytes de memória, ao invés de apenas 16 megabytes.

Estas pastilhas foram efetivamente eliminadas um ano mais tarde, quando a **Motorola** lançou o **68020**, uma verdadeira pastilha de 32 bits, com um barramento de 32 bits e instruções de multiplicação e divisão de 32 bits. O **68020** foi um sucesso e era o coração das principais estações de trabalho científicas e de engenharia, tais como aquelas fabricadas pela **Sun Microsystems**, **Apollo Computer** e **Hewlett-Packard**. O sucessor do 68020 foi o **68030**, que

continha não apenas um **68020** completo, mas também uma unidade completa de gerenciamento de memória na mesma pastilha.

O **68040**, como o **80486**, contém um processador, um co-processador de ponto-flutuante, uma unidade completa de gerenciamento de memória na mesma pastilha. Um sumário da família de pastilhas **Motorola** é mostrado na **Figura 1.6**.

Nome	Ano	Largura dos Registradores	Largura do barramento de dados	Espaço de Endereçamento	Comentários
68000	1979	32	16	16 KBytes	Primeiro membro da família
68008	1982	32	8	4 KByte	Pastilhas mais simples com barramento de 8 bits
68010	1983	32	16	16 KByte	Suporta memória virtual
68012	1983	32	16	2 GByte	Versão do 68010 com espaço de endereçamento maior
68020	1984	32	32	4GByte	UCP de 32 bits verdadeira
68030	1987	32	32	4GByte	Unidade de gerenciamento de memória na pastilha da UCP
68040	1989	32	32	4GByte	Versão mais rápida do 68030

Figura 1.6 - A família Motorola de Processadores

1.3 - Arquitetura Aberta

Tanto o PC original quanto o AT utilizavam uma arquitetura aberta. Isso significa que qualquer fabricante poderia desenvolver microcomputadores e periféricos desse padrão. Esse é, aliás, um dos fatores do sucesso comercial do padrão PC. A arquitetura aberta estimulou os fabricantes de *hardware* a desenvolverem não só periféricos para PCs, mas microcomputadores compatíveis com o PC original. Os microcomputadores com arquitetura aberta são marcados por sua modularidade, ou seja, a capacidade do próprio usuário abrir o microcomputador e executar um *upgrade* (atualização), seja de componentes já existentes, seja adicionando-se novos componentes.

Hoje em dia, a maioria dos fabricantes, apenas montam microcomputadores, utilizando placas de diversos outros fabricantes.

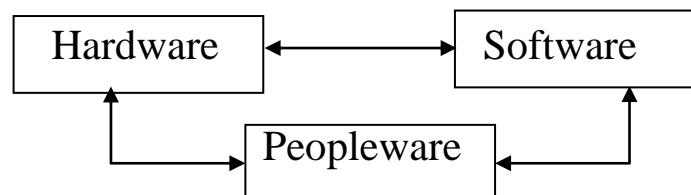
1.4 - Partes de um sistema de computação

O computador sozinho não pode fazer muita coisa. Um computador, para poder processar dados, precisa ser programado. Além disso, tanto os programas quanto os dados que ele processa precisam ser introduzidos de alguma forma. Mas ainda, os resultados do processamento dos dados precisam ser, de algum modo, retirados do computador para os usuários.

Em outras palavras, para resolver problemas concretos de processamento de dados é necessário associar o computador a outros equipamentos.

Denominamos Sistema de Computação ao conjunto formado pelos dispositivos de processamento de dados e pelos programas necessários para implementar a solução dos problemas de processamento de dados que desejamos resolver.

De um modo geral, um sistema de computação pode ser dividido em duas partes: Hardware e *software*. É preciso ficar claro que independente do modelo de computador utilizado, existem inúmeras atividades humanas necessárias para o seu funcionamento. A esse conjunto de pessoas especializadas chamamos de *Peopleware*.



- **Hardware:** é a parte física de um sistema de computação, o maquinário e os equipamentos. São os equipamentos em si. É o conjunto de componentes físicos, ou seja, dispositivos mecânicos, magnéticos, elétricos ou eletrônicos. **Hard** (duro, sólido, difícil, tangível) e **Ware** (equipamento). Ex.: computadores, monitores de vídeo, impressoras, fios elétricos, etc.
- **Software:** é a parte lógica de um sistema de computação. Parte intangível. São os programas que controlam os equipamentos. Trata-se dos dados e dos programas nele armazenados. É o *software* que determina como as operações serão executadas pelo *hardware*. É o nome dado aos programas de um computador, ou seja, o conjunto ordenado de instruções, expresso em linguagens especiais e compreensíveis para a máquina, para que ela possa executar as operações que desejamos. **Soft** (macio, leve, fácil, intangível) e **Ware** (equipamento).

- **Peopleware:** são as pessoas, profissionais de informática ou não, que têm acesso ao sistema e podem alterar suas características de forma a manter sua coerência.

O **Peopleware** pode ser dividido em:

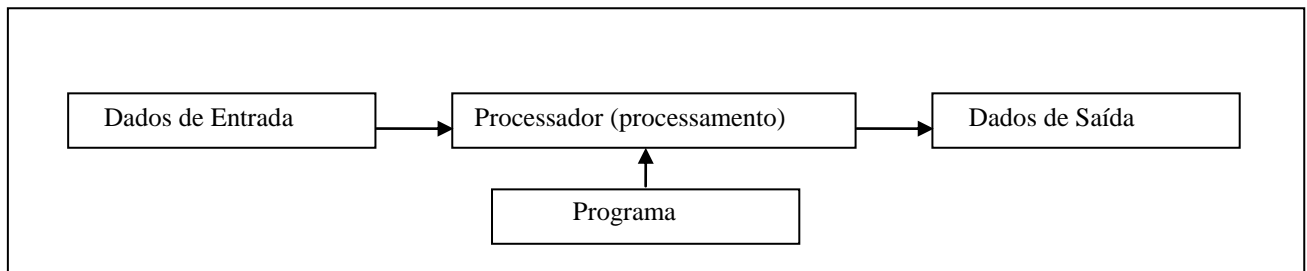
- **Diretor:** O diretor de informática, também chamado gerente de CPD (Centro de Processamento de Dados), dependendo da nomenclatura utilizada, é hierarquicamente o responsável máximo; entre suas atribuições estão o planejamento, a organização, o controle e a liderança do setor de informática dentro de uma empresa ou instituição que utilize o computador de forma abrangente. Dependendo do tamanho desse departamento, ou do CPD, o diretor geral pode ser auxiliado por outros especialistas, como: gerente de desenvolvimento de sistemas, gerente de operações, de suporte técnico, de assessoria aos usuários, e de administração do centro.
- **Gerente de operações** - normalmente é o encarregado de supervisionar o funcionamento do *hardware* e do *software* em produção e de organizar as suas funções, processamento, entrada, saída, etc., assim como se responsabilizar pelo controle de qualidade da operação.
- **Cientistas da Computação:** profissionais de nível superior em computação que trabalham com pesquisa de novas tecnologias.
- **Analistas de Sistemas:** profissionais que têm como função coordenar o desenvolvimento, atualização e manutenção dos sistemas de informação. Deve possuir nível superior com alguma especialização em informática. É responsável pelo projeto e desenvolvimento de novas aplicações. Nesse setor, podemos encontrar dois tipos de analistas: o analista de sistemas e o analista de aplicações. Em geral, a diferença entre eles reside na dimensão da área de atuação quanto ao desenvolvimento do *software*. - Os analistas de sistemas e de aplicações são os responsáveis pela revisão dos métodos existentes, pela identificação de problemas e pela avaliação de alternativas de soluções, desenho de formulários e impressos, etc. - Existe ainda o projetista de sistemas que é pessoa que estuda como se deve chegar a soluções que possam ser programadas e que sejam compatíveis com o *hardware* e o *software* disponível, a partir da análise que identifica e isola um determinado problema.
- **Programadores:** são técnicos altamente qualificados que têm como função codificar ordens em uma linguagem que pode ser interpretada pelo computador. Devem possuir no mínimo o curso secundário. Têm como função preparar os programas e manter a documentação que diga respeito a eles. Em muitos centros existem também os programadores de sistemas.
- **Operadores:** são os responsáveis por manter o funcionamento do sistema de computação. São eles que executam os programas, controlam impressoras e unidades de disco e monitoram os sistemas.
- **Digitadores:** são os profissionais que introduzem os dados no sistema através do teclado.
- **Usuário:** pode ser um profissional da área ou um cliente do sistema. Qualquer pessoa que se utilize dos dados gerados ou armazenados no computador pode ser considerado um usuário.
- **Técnico em manutenção de hardware:** responsável pelo funcionamento do equipamento na parte eletrônica e eletromecânica.
- **Arquivista** – Controla toda a documentação de operação do computador e dos arquivos de dados.

Embora um processador sozinho não seja capaz de realizar todas as ações necessárias para processar dados automaticamente, ele é o centro do sistema de computação e todo o funcionamento deste está voltado para apoiar o trabalho do sistema.

Em linhas gerais, os problemas que um sistema de computação precisa resolver para viabilizar o funcionamento do computador são os seguintes:

- O processador só pode operar com dados e programas que estejam dentro dele e, inicialmente, os dados e os programas não estão dentro do mesmo – estão fora dele e precisam ser introduzidos;
- Uma vez realizado o processamento, os resultados precisam ser retirados do processador, porque estando no interior do mesmo, não temos como tomar conhecimento deles;
- O processador, pela forma como é construído, tem uma reduzida capacidade de armazenar dados – o que torna necessário que existam meios de armazená-los em outras partes do sistema de computação; e
- Por envolver a realização de várias funções diferentes que tem de se articular e integrar, a operação de um sistema de computação requer uma ação de coordenação e controle.

A Figura abaixo resume o que acabamos de ver:



Para dar conta de seus objetivos, um sistema de computação precisa incorporar, no mínimo, as seguintes funções:

- A entrada de dados no processador;
- O processamento dos dados;
- A saída de dados do processador;
- O armazenamento de dados; e
- O controle e coordenação da várias funções.

1.4.1 – Entrada de dados

A função entrada de dados é responsável por transferir para o processador, dados e programas que estão inicialmente fora dele. A função entrada de dados é, por assim dizer, a função através da qual o processador “percebe” o mundo exterior.

1.4.2 – Processamento

O processamento dos dados é a designação genérica das operações a que um processador, guiado por uma especificação detalhada do que fazer (o programa), submete um grupo de dados para obter o resultado desejado.

A função processamento também é denominada processamento logico-aritmético dos dados e é a função primária de um sistema de computação.

1.4.3 – Saída de dados

Assim como a função entrada de dados, a função saída de dados tem como objetivo a comunicação do processador com o “mundo exterior”.

1.4.4 – Armazenamento de dados

O objetivo da função armazenamento de dados é tornar possível preservar dentro do sistema de computação os dados que serão processados e os programas com base nos quais eles serão processados.

O armazenamento de dados e programas nos sistemas de computação tenta atender a dois tipos principais de exigências. Em primeiro lugar há a questão da preservação pura e simples dos dados e programas. Existem informações que queremos manter por um certo período (ou mesmo por um período indefinido) e é necessário que existam meios para fazer isso. Em segundo lugar há o problema da velocidade de operação extremamente alta do processador – que impõe que os dados e programas com que ele estiver trabalhando sejam movidos para dentro e para fora dele com a mesma rapidez, e que não retarde o seu funcionamento.

Atualmente, os dispositivos capazes de armazenar grandes volumes de dados não têm ainda uma velocidade de operação comparável à do processador. Por outro lado, existem dispositivos de armazenamento de dados cuja velocidade de operação acompanha de perto a do processador, mas sua capacidade de armazenamento é relativamente limitada.

Por essas razões a função armazenamento de dados é, ainda hoje, realizada em dois locais diferentes:

- **Memoria Principal:** atende às exigências de velocidade de operação (que é comparável à velocidade do próprio processador), mas armazena apenas uma pouca quantidade de dados – sendo por essa razão usada como repositório de dados e programas que estão sendo utilizados pelo processador.

- **Memória Secundária:** atende à exigência de grande capacidade de armazenamento de dados, mas tem uma velocidade de operação significativamente menor que a do processador e frequentemente retarda a operação do mesmo – sendo por essa razão utilizada para armazenar dados e programas que não estão sendo utilizados correntemente pelo processador ou para fornecer e receber do processador blocos de dados que são grandes para a memória principal.

1.4.5 – Controle

A função controle é responsável pela integração de todas as demais funções do sistema de computação. Basicamente a função controle compreende as seguintes ações:

- Obter as instruções a serem executadas;
- Interpretar as instruções a serem executadas;
- Comandar a abertura e o fechamento dos circuitos necessários para executar as operações lógico-aritméticas; e
- Administrar a transferência de dados para dentro e para fora do processador.

1.4.6 - Hardware

As diferentes funções de um computador são executadas por quatro tipos de dispositivos:

- A Unidade Central de Processamento (processador);
- Os dispositivos de entrada de dados;
- Os dispositivos de saída de dados; e
- Os dispositivos de armazenamento de dados.

O dispositivo denominado **Unidade Central de Processamento** (UCP) corresponde aproximadamente ao que chamamos de Processador. Os dispositivos de entrada, de saída e de memória auxiliar são denominados, em conjunto, dispositivos periféricos.

Embora esses dispositivos recebam nomes semelhantes aos das funções básicas do sistema de computação, cada um deles não desempenha sozinho a função do nome correspondente, havendo sempre a participação do processador no desempenho de qualquer das funções.

1.4.7 - Software

É um programa de computador, isto é, uma série de instruções que realiza uma determinada tarefa. As duas grandes categorias de *software* são *software* básico e *software* aplicativo. O *software* básico compreende os programas de controle, incluindo os sistemas operacionais, *software* de comunicação de gerenciadores de bancos de dados. O *software* aplicativo é qualquer programa que processa dados para o usuário, como folha de pagamentos, processador de textos, planilha, etc.

Os Programas Utilitários

Os utilitários são programas geralmente fornecidos pelos fabricantes dos computadores juntamente com os sistemas operacionais e cuja função é realizar certas operações que ocorrem com muita frequência no processamento.

Os utilitários mais comuns executam as seguintes operações:

- Formatação de unidades de disquetes;
- Transferência ou cópia de arquivos;
- Remoção de arquivos.

Vírus de computador - um *software* usado para infectar um computador. Depois de ter seu código de programa escrito, é enxertado em um programa existente. Uma vez que este programa seja executado, o código do vírus é ativado e introduz cópias de si mesmo em outros programas do sistema. Os programas infectados copiam os vírus para outros programas. Os efeitos dos vírus podem ser uma simples brincadeira que faz aparecer uma mensagem na tela até a real destruição de programas e dados. Um vírus não pode ser enxertado em dados. É preciso ligar-se a um programa executável que seja carregado ou instalado em um computador. O programa que tem o vírus enxertado tem de ser executado para ativar o vírus. É recomendável ter sempre um programa de detecção e eliminação de vírus para prevenir problemas com o seu sistema.

1.5 - Evolução dos Microcomputadores PC

O **IBM PC**, ou *Personal Computer* (Computador Pessoal), surgiu em 1981 e se tornou um padrão de microcomputador, o qual passou a ter uma evolução muito rápida, e difícil de se acompanhar, pois ao adquirirmos um modelo que consideramos de último tipo, verificamos que já despontou no mercado um outro mais novo, mais moderno e poderoso!

A **IBM**, que inicialmente não teve interesse em microcomputadores pessoais - ela preferia continuar produzindo computadores de médio e grande portes - finalmente resolveu, em 1981, entrar nesse mercado, vendo que estava crescendo assustadoramente e era a única que poderia desbancar a supremacia da **Apple** - pois tinha nome, tecnologia e dinheiro. Mesmo assim o direcionamento e a estratégia de marketing continuava em torno dos computadores de grande porte. O que a **IBM** queria era colocar microcomputadores pessoais na casa das pessoas de modo que na hora da decisão da compra de um grande computador para empresas, a maioria das pessoas associasse a idéia de computador à **IBM**, por já possuir um microcomputador **IBM** em casa.

Persuadida pela **Microsoft**, a **IBM** decidiu utilizar a linha de microprocessadores da Intel, encabeçada pelo 8086, em sua linha de microcomputadores. O principal avanço do 8086 em relação ao 8080 era a manipulação de números binários não mais de 8 bits, mas sim de 16 bits, além da possibilidade de endereçamento direto a 1 MByte de memória (*Mega (M), que em binário representa 2^{20} , ou 1.048.576*). Não deu certo. Todos os circuitos periféricos de apoio ao microprocessador estavam trabalhando com o padrão de 8 bits. Imagine. Teria que ser criado todo um padrão por causa de um novo microprocessador? Isto significaria mais tempo de projeto e, principalmente, que mais caro ele se tornaria. A **IBM** chegou a usar o microprocessador 8086 depois em alguns modelos do seu **PS/2** (*Personal System 2*). A Intel acaba se convencendo do fracasso em tentar mudar o padrão de 8 bits para 16 bits e lança o microprocessador 8088, que era simplesmente o 8086 compatibilizado com o meio externo: o 8088 é exatamente um 8086, trabalhando também com 16 bits, mas só internamente - externamente ele manipula os 16 bits como dois blocos de oito bits.

Finalmente, em 1981 a **IBM** lança o seu **IBM PC**. Como o lançamento do **CP/M-86** anunciado "para breve" demorou muito, então a Seattle Computer - uma das empresas que estavam entrando no mercado na época e havia lançado um microcomputador baseado no 8086 - resolveu ela mesmo desenvolver um sistema operacional para o seu microcomputador, chamando-o de QDOS. A **Microsoft** gostou e comprou todos os direitos sobre o QDOS, rebatizando-o de **MS-DOS**, e possuiu muita semelhança com o antigo **CP/M**. Assim, o **IBM PC** é lançado junto com seu sistema operacional próprio, o **MS-DOS 1.0** da **Microsoft**. Em 1983 a **IBM** lança o seu **IBM PC XT** (*Extended Technology*), agora com disco rígido (de incríveis 5 ou 10 MBytes) e uma nova versão do seu **MS-DOS**, a 2.0.

Claro que a **IBM** não dispunha dos anos de vantagem no mercado dos microcomputadores que a **Apple** já acumulava. Quando ela começou a desenvolver um produto sobre o qual não tinha o menor conhecimento, a **Apple** já estava em outro nível. Em 1979 a **Apple** começou a desenvolver outro microcomputador, o **Lisa**, baseado em tudo aquilo que **Steve Jobs** tinha visto em sua visita ao **PARC**: a interface gráfica.

Através de uma interface gráfica, o microcomputador torna-se mais amigável. Funções antes disponíveis somente através de comandos complicados e de difícil memorização passaram a ser utilizados através de símbolos (ou ícones) disponíveis na tela. Para imprimir um documento escrito em um processador de textos, bastava apontar o símbolo que representava o texto e "arrastá-lo" e "soltá-lo" sobre o símbolo de uma impressora presente na tela.

Assim rompia-se uma barreira imposta por todos os outros microcomputadores: a dificuldade de utilização, que para o **Lisa**, era um passado remoto. Ninguém precisava ser um expert em computação para mexer no **Lisa**. Todos os comandos entrados eram em forma de ícones gráficos, e o **Lisa** vinha com um periférico estranho: o mouse, que permitia a entrada de dados em simples movimentos. Isso facilitava ainda mais o uso por quem nunca tinha visto um computador pela frente, passando a ser cada vez mais adotado. O **Lisa** utilizava-se do microprocessador 68000 da **Motorola**, que trabalha internamente com 32 bits, mas externamente com 16 bits (mais ou menos como acontece com o 8086/8088). Lançado no mercado em 1983, o único inconveniente era seu alto preço.

Paralelamente ao projeto do **Lisa** a **Apple** trabalhava em outro projeto: O **Macintosh**, criado para ser um "**Lisa** para se ter em casa". Lançado em 1984, a **Apple** obteve um sucesso estrondoso com o seu **Macintosh**, partindo em outra direção, descartando um futuro maior para a linha **Apple II**. O próprio **Steve Wozniak**, pai do **Apple II**, se afasta da **Apple** nesta época por não concordar com o fim de um futuro para a linha **Apple II**.

A **IBM** lança o seu **IBM PC AT** (*Advanced Technology*) no mesmo ano em que a **Apple** lança o seu **Macintosh** e, logicamente, a **Microsoft** lança uma nova versão de seu **MS-DOS**, a 3.0 e a 3.1. Baseado agora no microprocessador de 16 bits reais, o **80286**, a **IBM** conseguiu projetar um microcomputador que operasse com palavras de 16 bits tanto interna como externamente, sem perder a compatibilidade com os periféricos e circuitos de apoio já existentes.

E a **Apple** continuava em disparado na frente. O seu **Macintosh** era muito mais avançado - e adotado - do que o **AT** da **IBM**. O Mac tinha uma resolução gráfica muito maior, trabalhava com sons digitalizados, muito mais rápido e mais fácil de usar. A interface gráfica não necessitava de conhecimentos de "computês" por parte do usuário, permitindo, assim, que fosse amplamente adotado por pessoas que nunca tinham visto um microcomputador na vida -

o processo de aprendizado era muito mais rápido. E isto fez o sucesso do **Macintosh**: um microcomputador que qualquer um aprendia facilmente como operar por causa da sua interface gráfica com o usuário.

Após três anos de sucessivos adiamentos, a **Microsoft** lançou um "ambiente operacional" gráfico para a linha **IBM PC** - o **Windows** - teoricamente uma interface gráfica similar ao do **Macintosh**. Assim, aquelas pessoas que iriam escolher o **Macintosh** pela sua facilidade de uso podiam agora escolher entre o **Macintosh** e um microcomputador com padrão **IBM**. Na verdade o **Windows** acabou ficando muito aquém da interface gráfica da **Apple**, devido a diversas limitações de hardware e software da linha **IBM PC**.

Na verdade, a idéia principal era conseguir convencer a todos os fabricantes de software que desenvolver softwares para um ambiente gráfico era muito mais fácil e poderíamos ter em uma mesma tela vários programas diferentes compartilhando uma mesma área, com a possibilidade de intercâmbio total de dados entre eles - o que não acontecia nos pacotes integrados que existiam na época e como acontecia no **Macintosh**. Não só a **Microsoft** criou um ambiente operacional gráfico. O próprio atraso da **Microsoft** em lançar o **Windows** fez com que diversos outros fabricantes de software criassem seus próprios ambientes gráficos, tais como o DESQ (*Quaterdeck*) - que foi re-desenvolvido e lançado depois como DESQView - o VisiOn (*VisiCorp*), o TopView (*IBM*) e o GEM (*Digital Research*). Destes, o mais parecido com o que realmente era para ser um ambiente operacional gráfico era o GEM. Tão parecido com a interface gráfica do próprio **Macintosh** que a **Apple** ameaçou processar a **Digital Research**, que decidiu, então, redesenhá-lo. Diversos fabricantes de hardware decidiram incluir em seus projetos um ambiente operacional gráfico. E desses todos o que estava pronto e mais estável era o GEM. A própria Atari, por exemplo, incluiu o GEM na memória permanente (*ROM - Read Only Memory / Memória de Leitura Somente*) de seus microcomputadores Atari ST.

Toda essa história de ambiente gráfico tentando fazer com que os microcomputadores ficassem parecidos com o **Macintosh** foi - e ainda é - um grande "bum" entre os fabricantes de software. Todos apreciaram a idéia. Menos, é claro, a **Apple**. A ameaça de um processo movido pela **Apple** sobre todos estes fabricantes foi muito grande. No caso da **Digital Research**, ela mesmo tomou a iniciativa de redesenhar a interface gráfica de seu GEM. A **HP** também estava sofrendo por causa de seu recém-lançado ambiente gráfico, o New Wave. O argumento utilizado pela **HP** foi muito simples: "Baseamos nosso ambiente gráfico no **Windows**". Porém a **Microsoft** não cedeu. Não redesenharia o seu **Windows**. A **Apple** processou a **Microsoft** e, logicamente, não ganhou. Pois quem criou toda comunicação visual gráfica não foi nem a **Apple** nem a **Microsoft**. Foram os pesquisadores do **PARC**, que pertencia a **Xerox**, como já vimos.

Atualmente para a linha **IBM PC** possuímos somente duas interfaces gráficas realmente parecidas com a interface gráfica proposta pela **Apple**: a interface gráfica do sistema operacional OS/2 da **IBM** e a do sistema operacional **Windows 95** da **Microsoft**. Para se ter uma idéia, somente 11 anos depois do lançamento do **Macintosh** a **Microsoft** conseguiu lançar um produto com interface gráfica similar.

A **Commodore** lança outros microcomputadores, como o **Commodore 128** e já em 1985 o **Amiga 1000**, baseado também no microprocessador **Motorola 68000** e posteriormente nos seus sucessores, **Motorola 68020**, **Motorola 68030** e **Motorola 68040** (**Amiga 2000**, **3000** e **4000**). O **Macintosh** também utiliza estes microprocessadores mais modernos em seus últimos modelos. A estrutura do **Amiga** é muito interessante: ao invés de possuir um só microprocessador, ele possui vários co-processadores para diversas tarefas. Isto significa um grande aumento de performance do microcomputador em si, pois agora o microprocessador pode se "preocupar" com outras ocupações, já que há quem se "preocupe" com diversas tarefas que antes eram função dele. E assim como o **Macintosh**, por basear-se em microprocessadores da **Motorola** - que são microprocessadores com instruções baseadas no acesso em memória, ao contrário da linha seguida pela Intel - o **Amiga** possui um grande campo de atuação nas áreas de computação gráfica, edição de vídeo e edição musical, que são campos onde o rápido e eficiente acesso à memória são fatores fundamentais, devido à grande quantidade de informações a serem processadas e que estão, logicamente, armazenadas em uma área de memória. Não só o **Amiga** e o **Macintosh**, mas todo e qualquer computador dedicado exclusivamente à esta área utiliza microprocessadores da **Motorola**, exatamente pelos motivos apresentados.

A **Microsoft** tenta criar um novo padrão de microcomputadores: o **MSX** (**MicroSoft eXtended**), na verdade um projeto para tentar compatibilizar tudo o que existia para microcomputadores - já que havia diversos microcomputadores com diversos "padrões" - com o apoio total de diversas grandes empresas de Hardware, como a Sony, a Mitsubishi, a Toshiba, a Fuji, entre outras (como você pode ver, um pool formado basicamente por empresas japonesas), permitindo que diversos periféricos de "ponta" estivessem disponíveis ao usuário comum, tais como aparelhos de CD para o armazenamento de informações. Mesmo lançando diversas implementações, como o **MSX 2**, apoiado por empresas de "peso" e disponibilizando ao público comum recursos avançados - que era exatamente o mesmo *marketing* da Commodore em relação ao **Amiga** - este projeto simplesmente não deu certo. Primeiro porque o padrão **MSX** foi imediatamente visto somente como um "brinquedo", um video-game "de luxo", já que seu marketing mostrava basicamente este lado da utilização de microcomputadores que seguiam o padrão **MSX**. E segundo, podemos

creditar isto ao surgimento de um novo padrão: o padrão **IBM**. A **Microsoft** errou ao achar que todos iriam se desfazer de seus microcomputadores para aderir a algum microcomputador que utilizasse o padrão **MSX** e que todos, a partir

daquele momento, só iriam utilizar o padrão **MSX**. A idéia de se ter um novo padrão a ser adotado torna-se um fiasco no momento em que não permite a necessária mudança gradual para ele.

A **IBM** não se importou muito, como a **Apple**, em relação aos Tigres Asiáticos, pois, na realidade, começaram a ser criadas leis internacionais de patentes. E o que aconteceu, na verdade, foi o surgimento de diversos fabricantes, agora não mais especializados em "clonar" os microcomputadores da **IBM**, mas em criar microcomputadores que utilizem o mesmo **PADRÃO**. Assim sendo, surgiram diversos periféricos e diversos microcomputadores, **CADA UM COM SUAS CARACTERÍSTICAS PARTICULARES**, criando no mercado dos microcomputadores uma disputa sadia. Desse modo houve uma enxurrada de microcomputadores compatíveis com o padrão **IBM**, tornando-se, nos nossos dias, a linha ou padrão "oficial" de microcomputadores.

Esperava-se que a **IBM** lançasse um microcomputador revolucionário para a utilização do novo microprocessador da Intel: o **80386**, um microprocessador de 32 bits que segue a linha iniciada com o **8086**. No entanto, optou ao invés de continuar com sua linha **IBM PC** - cuja principal característica era a arquitetura aberta - começar uma nova linha de microcomputadores, chamada **PS/2** (Personal System 2), que possuía arquitetura fechada e proprietária. Nesta época a Compaq começou a despontar com o novo maior fabricante mundial de microcomputadores, por liderar fabricantes à construção de microcomputadores que utilizassem arquitetura aberta e seguissem o padrão **IBM PC** original. Com isto, definiu-se claramente o que se estabilizaria nos anos seguintes: a luta pela arquitetura aberta e real padronização mundial do padrão **IBM PC**.

O mesmo ocorreu com o lançamento de novos microprocessadores da família Intel, como o **80486**, Pentium e Pentium Pro (P6). Apesar de diversos fabricantes tradicionais como a própria **IBM** construírem microcomputadores com arquitetura fechada, a maioria dos fabricantes independentes optou por seguir uma arquitetura aberta, sendo o padrão **IBM PC** nitidamente definido e estabilizado. Com isto ganhamos todos nós: apesar de contruídos por diversos fabricantes, todos os microcomputadores que seguem esta arquitetura são compatíveis entre si, não só pelo ponto de vista dos programas (softwares), mas principalmente da sua construção física (hardware).

Vejamos se conseguimos "acompanhar" um pouco desta acelerada evolução:

PC - Personal Computer:

- Permitia a inclusão de 5 placas de expansão;
- 256 KBytes de memória RAM
- 40 KBytes memória ROM
- Unidades de disquete de 5 1/4" com capacidade de gravação de 360 KBytes;
- Monitor CGA monocromático (fósforo verde, âmbar ou branco).

PC XT - Personal Computer eXtended Tecnology:

- Permitia a inclusão de 8 placas de expansão;
- 512 KBytes de memória RAM
- 40 KBytes memória ROM
- Unidades de disquete de 5 1/4" com capacidade de gravação de 360 KBytes;
- Unidades de disco rígido de 10 a 40 MBytes;
- Monitor CGA monocromático (fósforo verde, âmbar ou branco) ou colorido;
- Placas de expansão padrão ISA de 8 bits.

PC AT - Personal Computer Advanced Tecnology:

- Permitia a inclusão de 8 placas de expansão;
- 1 MByte de memória RAM
- 64 KBytes memória ROM
- Unidades de disquete de 5 1/4" com capacidade de gravação de 360 KBytes ou 1.2 MBytes;
- Unidades de disco rígido de 20 a 160 MBytes;
- Monitor CGA monocromático ou colorido ou monitor EGA;
- Placas de expansão padrão ISA de 8 e 16 bits.

PC AT 286

- Velocidade de 7 a 16 MHz;
- 1 MBytes de memória RAM;
- Drives de 5 1/4" com capacidade de gravação 360 KBytes ou 1.2 MBytes;
- Monitor CGA monocromático ou colorido ou monitor EGA ou monitor VGA;
- Unidades de disco rígido de 20 a 160 MBytes;
- Mouse;
- Placas de expansão padrão ISA de 8 e 16 bits.

PC 386 SX

- Geralmente de 16 a 20 MHz;
- 2 MBytes de memória RAM;
- Um ou mais drives de 5 1/4" com capacidade de gravação 360 KBytes ou 1.2 MBytes e/ou drive de 3 1/2"
- Com capacidade de gravação 720 KBytes ou 1.44 MBytes;
- Monitor CGA ou EGA ou VGA (monocromático ou colorido);
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 40 a 200 MBytes;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits.

PC 386 DX

- Velocidade de 33 a 40 MHz;
- 2 MBytes de memória RAM;
- Um ou mais drives de 5 1/4" com capacidade de gravação 360 KBytes ou
- 1.2 MBytes e/ou drive de 3 1/2" com capacidade de gravação 720 KBytes ou 1.44 MBytes;
- Monitor CGA ou EGA ou VGA (monocromático ou colorido);
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 40 a 200 MBytes;
- Placa fax-modem 1.200 ou 2.400 Kbps;
- Com ou sem co-processador matemático;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits.

486 SLC, DLC ou SX

- Geralmente de 25 a 40 MHz;
- 2 a 4 MBytes de memória RAM;
- Um ou mais drives de 5 1/4" com capacidade de gravação 1.2 MBytes e/ou drive de 3 1/2" com
- Capacidade de gravação 720 KBytes ou 1.44 MBytes;
- Monitor VGA ou Super VGA (monocromático ou colorido);
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 120 a 400 MBytes;
- Com ou sem co-processador matemático;
- Placa fax-modem 2.400 ou 4.800 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits.

486 DX

- Geralmente de 40 a 50 MHz;
- 4 a 16 MBytes de memória RAM;
- Um ou mais drives de 5 1/4" com capacidade de gravação 1.2 MBytes e/ou drive de 3 1/2" com
- Capacidade de gravação 720 KBytes ou 1.44 MBytes;
- Drive de CD Rom 2x (velocidades);
- Monitor Super VGA (monocromático ou colorido);
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 120 a 540 MBytes;
- Placa fax-modem 4.800 ou 9.600 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits.

486 DX2

- Geralmente de 66 MHz;

- 8 a 64 MBytes de memória RAM;
- Um ou mais drives de 5 1/4" com capacidade de gravação 1.2 MBytes e/ou drive de 3 1/2" com
- Capacidade de gravação 1.44 MBytes;
- Drive de CD Rom 4x;
- Monitor Super VGA colorido;
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 420 a 1.2 Gb;
- Placa fax-modem 14.400 ou 28.600 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits e Vesa Local Bus de 32 bits.

486 DX4

- De 80 a 100 MHz;
- 16 a 64 MBytes de memória RAM;
- Um ou mais drives de 5 1/4" com capacidade de gravação 1.2 MBytes e/ou drive de 3 1/2" com
- Capacidade de gravação 1.44 MBytes;
- Drive de CD Rom 8x;
- Monitor Super VGA colorido;
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 1.2 a 2 Gb;
- Placa fax-modem 14.400 ou 33.600 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits, Vesa Local Bus de 32 bits ou PCI.

586 (com processador Cyrix ou AMD) ou **Pentium** (processador Intel)

- De 75 a 200 MHz;
- 16 a 64 MBytes de memória RAM;
- Um drive de 3 1/2" com capacidade de gravação 1.44 MBytes;
- Drive de CD Rom 16x;
- Monitor Super VGA colorido;
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 1.2 a 2 Gb;
- Placa fax-modem 14.400 ou 33.600 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits e PCI.

686 (com processador Cyrix)

- (não teve muita aceitação);
- 16 a 64 MBytes de memória RAM;
- Um drive de 3 1/2" com capacidade de gravação 1.44 MBytes;
- Drive de CD Rom 16x;
- Monitor Super VGA colorido;
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 1.2 a 2 Gb;
- Placa fax-modem 14.400 ou 33.600 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits e PCI.

Pentium PRO

- (foi muito utilizado na área gráfica)
- de 166 a 200 MHz;
- 16 a 64 MBytes de memória RAM;
- Um drive de 3 1/2" com capacidade de gravação 1.44 MBytes;
- Drive de CD Rom 16x;
- Monitor Super VGA colorido;
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 1.2 a 3.2 Gb;
- Placa fax-modem 14.400 ou 33.600 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits e PCI.

Pentium MMX

- Com tecnologia MMX que acelera os gráficos em 3 D;

- De 166 a 233 MHz;
- 16 a 128 MBytes de memória RAM;
- Um drive de 3 1/2" com capacidade de gravação 1.44 MBytes;
- Drive de CD Rom 16x a 48x;
- Monitor Super VGA colorido de 14" ou 15";
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 2 a 8 Gb;
- Placa fax-modem 33.600 a 56.600 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits e PCI.

Pentium II

- Com tecnologia MMX que acelera os gráficos em 3 D;
- Processador slot 1;
- de 200 a 500 MHz;
- 16 a 256 MBytes de memória RAM;
- Um drive de 3 1/2" com capacidade de gravação 1.44 MBytes;
- Drive de CD Rom 16x a 48x;
- Monitor Super VGA colorido de 14" ou 15";
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 4 a 10 Gb;
- Placa fax-modem 56.600 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits e PCI.

Pentium II Celeron (Intel) ou K6 - II (AMD)

- Processador socket 7;
- De 300 a 550 MHz;
- 16 a 256 MBytes de memória RAM;
- Um drive de 3 1/2" com capacidade de gravação 1.44 MBytes;
- Drive de CD Rom 48x a 52x;
- Monitor Super VGA colorido de 14" ou 15";
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 8 a 15 Gb;
- Placa fax-modem 56.600 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits e PCI.

Pentium III (Intel) ou K-7 (AMD Duron)

- Processador slot 1;
- De 500 a 1 GHz (mais atual);
- 32 a 512 MBytes de memória RAM;
- Um drive de 3 1/2" com capacidade de gravação 1.44 MBytes;
- Drive de DVD, ou CD ROM ou CD RW;
- Monitor Super VGA colorido de 14" ou 15" ou 17";
- Uma ou duas unidades de disco rígido de 10 a 36 Gb;
- Placa fax-modem 56.600 Kbps;
- Placas de expansão padrão ISA de 16 bits e PCI.

O termo informática vem do francês “informatique”, vocábulo derivado do verbo informer (informar) em analogia a matemática e eletrônica. A palavra pode ser substituída, qualquer que seja o contexto, por tecnologia de informação ou sistemas de informação. Originalmente, a palavra informática se referia a ciência do tratamento de informações por meio de processamento de dados.

Com o desenvolvimento dos computadores e o estudo da matemática dando suporte, novos ramos de conhecimento foram sendo identificados como a ciência da informação, tecnologia da informação, ciência da computação, matemática computacional, computação gráfica; os quais eram originalmente denominados “informática”, o que tornou o significado deste termo por demais impreciso. Hoje, informática é o ramo tecnológico que trata do processamento de informações – em particular, num computador.

DRIVE x DRIVER

Drive: Trata-se de um dispositivo acionador de mídias de armazenamento, usualmente discos (disquetes, winchesters, CD-ROM, ...) ou fitas.

Driver: Esta palavra normalmente designa programas (*softwares*) que controlam dispositivos como monitores de vídeo, mouse, Scanner, impressoras e outros. Normalmente é fornecido em disquetes pelo fabricante do periférico.

Exercícios

- 1 - Qual o primeiro instrumento inventado pelo homem usado para facilitar os cálculos?
- 2 - Qual a contribuição de Joseh Marie Jacquard?
- 3 - Qual a contribuição de Blaise Pascal?
- 4 - Qual a contribuição de Gottfried Wilhelm Leibniz?
- 5 - Faça um resumo sobre o trabalho de Charles Babbage.
- 6 - Porque o projeto de Babbage não foi concluído?
- 7 - Qual a primeira programadora de máquinas?
- 8 - Escreva sobre o trabalho de Hollerith.
- 9 - Escreva sobre o trabalho de Konrad Suze.
- 10 - Quais as características dos computadores da primeira geração?
- 11 - Qual o objetivo do computador COLOSSUS, fabricado pelos Ingleses?
- 12 - Cite o nome de alguns computadores da 1ª geração.
- 13 - Qual a grande contribuição de Shannon para o desenvolvimento dos computadores?
- 14 - Qual a grande contribuição de George Boole para o desenvolvimento dos computadores?
- 15 - Qual a grande contribuição de John Von Neumann para o desenvolvimento dos computadores?
- 16 - Quais as cinco partes básicas da máquina de Von Neumann?
- 17 - Quais as características dos computadores da Segunda geração?
- 18 - Quais as características dos computadores da terceira geração?
- 19 - O que é o bit?
- 20 - O que é o byte?
- 21 - Quantos bits temos em 2 KBytes?
- 22 - Quais as características dos computadores da quarta geração?
- 23 - Cite o nome de alguns computadores da quarta geração.
- 24 - Explique o que é multiprogramação?
- 25 - Cite algumas empresas que fabricam computadores.
- 26 - O que significa o termo circuito VLSI?
- 27 - Atualmente, os computadores podem ser divididos em 5 categorias. Quais são elas?
- 28 - O que significa FLOPS?
- 29 - Cite os processadores que foram usados no IBM PC.
- 30 - Cite alguns processadores fabricados pela Motorola.
- 31 - Quais os fundadores da Apple Computer?
- 32 - Cite alguns computadores fabricados pela Apple?