



Interativa

Organização de Computadores

Autores: Prof. Roberto Nunes

Profa. Adriane Paulieli Colossetti

Colaboradores: Profa. Elisangela Monaco de Moraes

Prof. Roberto Macias

Profa. Elaine Cristina Machtans Deppman

Prof. Antonio Palmeira de Araújo Neto

Professora conteudista: Roberto Nunes / Adriane Paulieli Colossetti

Roberto Nunes: Possui pós-graduação MBA - Engenharia de Qualidade - Gestão e Tecnologias da Qualidade (Escola Politécnica da USP) e cursa pós-graduação em Formação de Professores para o Ensino Superior (UNIP - Universidade Paulista). Possui graduação em Administração pela Faculdade Radial (2001). Atualmente é Professor da Universidade Paulista e profissional da área de informática na Universidade de São Paulo.

Adriane Paulieli Colossetti: Mestre em Inteligência Artificial Aplicada à Automação pelo Centro Universitário da FEI (2009). Graduada em Ciência da Computação pelo Centro Universitário Assunção - UNIFAI (2004) e Engenharia da Computação pela mesma Instituição (2005). Atualmente é coordenadora e professora dos cursos de Tecnologia da Informação na UNIP e do curso de bacharelado em informática na Universidade São Judas Tadeu; Coordenadora de desenvolvimento e projetos em TI e profissional atuante no planejamento, na organização, no desenvolvimento e no controle de projetos em Tecnologia da Informação. Certificada ITIL Foundation V3 e COBIT V4.1, possui conhecimentos em PMBOK e experiência na área de gestão e implementação de projetos em TI em empresa de grande porte.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N972o Nunes, Roberto

Organização de Computadores. / Roberto Nunes; Adriane Paulieli Colossetti - São Paulo: Editora Sol, 2019.
148 p. il.

Notas: este volume está publicado nos Cadernos de Estudos e Pesquisas da UNIP, Série Didática, ano XXV, n. 2-073/19, ISSN 1517-9230.

1.Computadores 2.Arquitetura 3.Hardware I.Título

CDU 681.3

U501.44 - 19

Prof. Dr. João Carlos Di Genio
Reitor

Prof. Fábio Romeu de Carvalho
Vice-Reitor de Planejamento, Administração e Finanças

Profa. Melânia Dalla Torre
Vice-Reitora de Unidades Universitárias

Prof. Dr. Yugo Okida
Vice-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

Profa. Dra. Marília Ancona-Lopez
Vice-Reitora de Graduação

Unip Interativa – EaD

Profa. Elisabete Brihy
Prof. Marcelo Souza
Prof. Dr. Luiz Felipe Scabar
Prof. Ivan Daliberto Frugoli

Material Didático – EaD

Comissão editorial:

Dra. Angélica L. Carlini (UNIP)
Dra. Divane Alves da Silva (UNIP)
Dr. Ivan Dias da Motta (CESUMAR)
Dra. Kátia Mosorov Alonso (UFMT)
Dra. Valéria de Carvalho (UNIP)

Apoio:

Profa. Cláudia Regina Baptista – EaD
Profa. Betisa Malaman – Comissão de Qualificação e Avaliação de Cursos

Projeto gráfico:

Prof. Alexandre Ponzetto

Revisão:

Aileen Nakamura
Leandro Freitas
Elaine Fares
Amanda Casale

Sumário

Organização de Computadores

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	7

Unidade I

1 O QUE É UM COMPUTADOR?	9
2 HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DOS COMPUTADORES	12
2.1 A geração zero de computadores – computadores mecânicos e eletromecânicos (1642 – 1945)	14
2.2 Primeira geração – válvulas (1945 – 1955)	18
2.3 A segunda geração – transistores (1955-1965)	20
2.4 A terceira geração – circuitos integrados (1965-1980)	24
2.5 A quarta geração – integração em escala muito grande (1980-?)	26
2.6 A quinta geração – computadores invisíveis	29
2.7 Mas, afinal, quem inventou o computador?	29
2.7.1 Barateamento	30
2.7.2 Facilidade de uso	30

Unidade II

3 ORGANIZAÇÃO DO COMPUTADOR	35
3.1 Processadores	35
3.1.1 Instruções de máquina	38
3.1.2 <i>Clock</i> interno	41
3.2 RISC <i>versus</i> CISC	42
3.3 Princípios de projeto para computadores modernos	43
3.3.1 Todas as instruções são executadas diretamente pelo <i>hardware</i>	43
3.3.2 Maximize a taxa de execução de instruções	43
3.3.3 As instruções devem ser fáceis de decodificar	43
3.3.4 Somente <i>Load</i> e <i>Store</i> devem referenciar a memória	43
3.3.5 Providencie muitos registradores	43
4 PARALELISMO (<i>PIPELINE</i>)	43
4.1 Paralelismo no nível de instrução	43
4.2 Arquiteturas superescalares	44
4.3 Paralelismo no nível do processador	45
4.3.1 Computadores matriciais	46
4.4 Multiprocessadores	46
4.5 Multicomputadores	46

Unidade III

5 MEMÓRIAS.....	51
5.1 Memória primária	51
5.2 Memória principal.....	52
5.3 Memória <i>cache</i>	55
5.4 Outras memórias	56
5.5 Memória secundária	57
5.6 Discos magnéticos.....	57
5.7 Sistema RAID.....	59
5.8 Entrada e saída.....	61
5.8.1 Teclado	63
5.8.2 <i>Mouse</i>	64
5.8.3 Monitor	64
5.8.4 Impressora	66
5.9 Outros dispositivos de E/S.....	69
5.10 Código de caracteres.....	69
6 SISTEMA DE NUMERAÇÃO	71
6.1 Conversão para binário	75
6.1.1 Octal para binário	76
6.1.2 Hexadecimal para binário.....	77
6.1.3 Binário para octal	79
6.1.4 Conversão para hexadecimal	81
6.1.5 Binário para hexadecimal.....	82
6.1.6 Octal para hexadecimal.....	85
6.2 Cálculo binário	85
6.2.1 Soma binário.....	85
6.2.2 Subtração binário	86

Unidade IV

7 PORTAS LÓGICAS.....	91
7.1 Porta AND.....	91
7.1.1 Porta OR.....	95
7.1.2 Porta NOT	98
7.1.3 Portas NAND.....	100
7.1.4 Porta NOR	101
7.1.5 XOR	103
8 MEMÓRIA, INTERFACES E PROCESSADORES	112
8.1 Memória.....	112
8.2 Registrador Serial.....	113
8.3 Barramentos.....	115
8.4 <i>Chips</i> de processadores.....	124
8.5 Nível de microarquitetura.....	125

APRESENTAÇÃO

O objetivo desta disciplina é oferecer ao aluno conhecimentos essenciais à compreensão do funcionamento dos computadores. A evolução dos computadores, apesar de todas as inovações, ainda mantém a mesma estrutura de decisão, daí a importância de conhecer essa trajetória.

O livro-texto foi dividido em quatro unidades. Na Unidade I, serão abordados, além dos conceitos sobre a história e a evolução dos computadores, os principais mecanismos que compõem sua arquitetura.

Na Unidade II, conheceremos o funcionamento dos processadores, as instruções realizadas pelo *hardware*, como codificar instruções e a necessidade de vários registradores. Ainda nessa unidade, conheceremos alguns tipos de computadores: matriciais, multiprocessadores e multicomputadores.

Na Unidade III, estudaremos a hierarquia de memórias, os dispositivos de entrada e saída, bem como as *interfaces* que regulam o funcionamento desses dispositivos. Aprenderemos sobre os sistemas de numeração, como realizar cálculos dentro desses sistemas, assim como as conversões.

Na Unidade IV, será a vez de verificar a importância das portas lógicas e seu funcionamento como *interface* entre o *hardware* e o *software* de baixo nível. Ainda nessa unidade, veremos a importância do barramento e a evolução constante dos *chips* de processadores.

O objetivo é compreendermos as principais estruturas de *hardware* de um sistema computacional e desenvolvermos uma visão crítica sobre os requisitos de desempenho associados a um sistema computacional.

Boa leitura.

INTRODUÇÃO

Os computadores tornaram-se parte indissociável na sociedade moderna. A tecnologia da informação, os sistemas computacionais e a internet estão presentes nos lares, nas empresas e em dispositivos móveis, ou seja, fazem parte de nosso cotidiano. Os computadores representam o ícone principal da era da informação. Analisar e estudar sua organização é o que propomos neste livro. Mesmo que existam grandes diferenças comparativamente aos primeiros computadores, seus princípios básicos permanecem os mesmos, não importando tamanho, marca, modelo ou se é um equipamento novo ou antigo. Por meio do entendimento da organização dos computadores e dos vários módulos que os compõem, pode-se compreender melhor seu funcionamento, conhecimento indispensável para quem busca formação no eixo da tecnologia da informação, permitindo o desenvolvimento de uma visão acerca dos requisitos associados a um sistema computacional.

Muitas pessoas ainda desconhecem a composição e organização dos componentes que integram um instrumento vital para o seu trabalho: o computador. Hoje em dia, um bom profissional da área de informática deve possuir sólidos conceitos sobre os componentes e a organização dos computadores.

Mesmo o profissional que irá dedicar 100% de seu tempo a projetar, construir, testar, validar, instalar, treinar ou qualquer outra tarefa no tocante a *software*, deve, pelo menos, informar-se sobre o *hardware*, já que o trabalho no campo de *software* pode ser profundamente influenciado pelo *hardware*, quer na produtividade, quer em seu planejamento. É por isso que os componentes físicos de um sistema computacional não podem ser desconhecidos a um profissional da área de informática.

Saber usar um computador, reconhecer e estar apto a utilizar seus principais periféricos de entrada e saída pode ser suficiente para futuros profissionais, mas você estará subestimando seu potencial e a si próprio, além de tornar-se limitado. O desconhecimento sobre a organização e o funcionamento de seus principais componentes não permitirá que se saiba de maneira precisa, por exemplo, se se adquiriu ou se indicou um computador mais adequado a determinada função ou um equipamento caro incapaz de realizar tarefas para as quais modelos mais simples se sobressaem.

Unidade I

1 O QUE É UM COMPUTADOR?

Antes de começarmos a "dissecar" o computador para entendermos com mais profundidade seu funcionamento, é importante questionarmos se realmente sabemos o que esse incrível aparelho é capaz de fazer, ou seja, se nosso conhecimento sobre esse dispositivo não é exagerado ou falacioso. É comum ouvirmos comentários do tipo "os computadores dominarão o mundo", ou melhor, "os robôs dominarão o mundo" (por meio da implementação de novas tecnologias) ou coisas assim.

Exageros à parte, afinal o que é um computador e o que ele pode fazer?



Observação

Segundo Colossetti (2009), a A.I (*Artificial Intelligence*) é a área da ciência da computação que visa propiciar uma evolução em arquitetura (*hardware*) e programas (*softwares*) e que tem por objetivo criar máquinas e programas cada vez mais poderosos no intuito de simular o comportamento humano.



Lembrete

Segundo o Dicionário Houaiss, a definição de computador é:

Substantivo masculino, 1. O que computa; calculador, calculista;
2. Rubrica: informática. Máquina destinada ao processamento de dados; dispositivo capaz de obedecer a instruções que visam produzir certas transformações nos dados, com o objetivo de alcançar um fim determinado.

Basicamente, trata-se de um **sistema** com objetivo de processar informações, recebidas (entradas) de algum periférico, tais como mouse, teclado, scanner, máquina fotográfica, câmera, entre outros, e devolver uma resposta para algum periférico de saída, tais como monitores e impressoras.

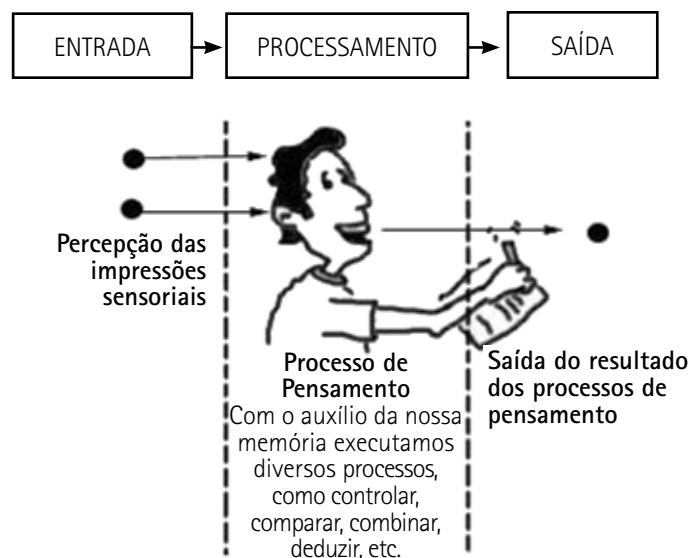


Figura 1 - Analogia com o homem



Lembrete

Sistema: combinação de peças componentes ou partes reunidas com funções específicas que concorrem para um determinado objetivo. Exemplo: sistema de arrefecimento de veículos, composto por radiador, ventoinha, reservatório, fluido, mangueiras etc.

Entretanto, o computador não “enxerga” a realidade. Todos os processamentos são baseados em informações pré-instaladas que irão tratar as entradas e remeter às saídas.

De acordo com Tanenbaum, somar e comparar números, copiar dados de uma parte da memória para outra, e não muito mais do que isso, é o que o computador realmente consegue fazer, independentemente do quão extraordinário ele nos pareça. O computador consegue realizar estas operações por meio de instruções primitivas, denominadas **linguagem de máquina**. A linguagem de máquina remete ao primeiro nível de uma estrutura de computador. É no mínimo curioso que um equipamento limitado como este ofereça suporte para tantas aplicações. O que ocorre é que, posteriormente, foram incorporadas outras estruturas com uma série de abstrações, permitindo maior complexidade; ou seja, no nível de máquina, as instruções são simples, de modo que os programas que foram sendo incorporados é que conseguem tornar aquilo que é simples em algo cada vez mais complexo. Sendo assim, uma estrutura ou um nível de programa depende do outro.

Os usuários de computadores utilizam programas com linguagem de alto nível, ou seja, aquela que podemos compreender sem maiores problemas. Entretanto, o computador sempre realiza o processamento por meio de um nível mais baixo de linguagem, a já mencionada linguagem de máquina. Para ser possível aos usuários executar as funções de que necessitam, é necessário que haja processos de **tradução e interpretação**.

Tradução e interpretação são processos semelhantes.

Interpretação é a conversão do código do programa em linguagem de máquina e vice-versa em tempo de execução, ou seja, o programa é convertido à medida que vai sendo executado. Na tradução o código é primeiramente convertido na sua totalidade para depois ser executado.

Na figura 2, podemos compreender melhor o que chamamos de níveis.

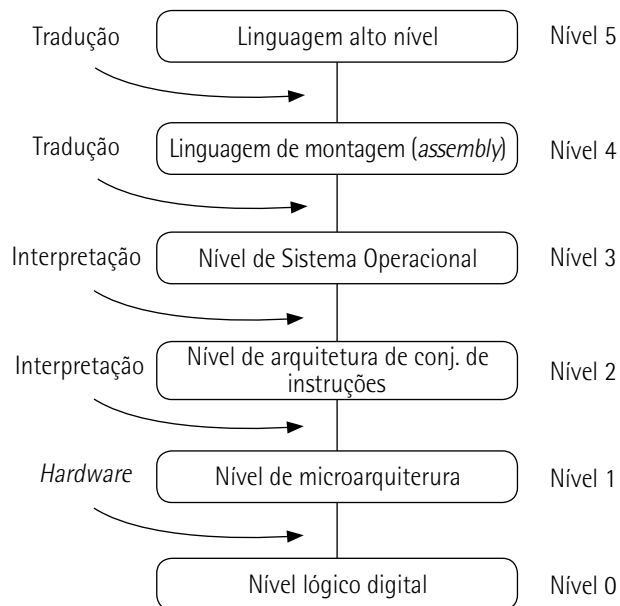


Figura 2 - Máquina multinível (computador de 6 níveis)

Fonte: TANENBAUM, 2007a.

De acordo com Tanenbaum (2007a), a maioria dos computadores modernos possui dois ou mais níveis.

Os três primeiros níveis não são projetados para o programador de aplicações, que utiliza as linguagens C e Java (linguagem de alto nível), por exemplo. Esses níveis são projetados pelo fabricante, e seus interpretadores são desenvolvidos por programadores de sistemas. Naturalmente, os níveis mais baixos apresentam limitações, ou seja, dependem do que foi desenvolvido pelo fabricante.

- O nível 0 representa os circuitos eletrônicos que realizam o processamento de informações na forma de impulsos elétricos dentro do processador. É neste nível que encontram-se as portas lógicas, que são os componentes elementares dos circuitos digitais.
- O nível 1 corresponde à microarquitetura do processador (seus elementos internos), como veremos na Unidade II. É neste nível que encontramos a Unidade Lógica e Aritmética (ULA) e o seu caminho de dados.
- O nível 2 corresponde ao conjunto de instruções suportado pelo processador. O conjunto de instruções corresponde aos comandos que o processador pode receber de fontes externas e é determinado pelo projeto do processador. Normalmente não pode ser alterado. Este nível

é conhecido como nível híbrido, porque algumas instruções são interpretadas pelo Sistema Operacional ou pelo microprograma.

- O nível 3 corresponde ao sistema operacional (S.O.). O S.O., também chamado de plataforma, promove uma *interface* amigável para os usuários, ou seja, realiza a ligação entre o homem e a máquina de forma mais intuitiva. O S.O. também gerencia as estruturas computacionais e oferece recursos para os demais aplicativos, tais como editores de texto, por exemplo.
- O nível 4 corresponde à linguagem de montagem. A linguagem de montagem, ou *Assembly*, fornece um método de programação para os níveis 1, 2 e 3 em uma forma mais agradável que a linguagem de máquina. Um programa escrito em linguagem de montagem só pode ser usado em uma determinada plataforma ou família de processadores. Alguns exemplos de linguagens deste nível são C, C++, Java, Perl, Python.
- O nível 5 corresponde à linguagem orientada à solução de problemas, ou linguagem de alto nível. Esse tipo de linguagem independe da plataforma em que for usada; ela deve ser traduzida (compilada) para um formato que o sistema operacional consiga interpretar e enviar para os níveis mais baixos da máquina.



Lembrete

- Um **compilador** é um programa que traduz uma linguagem de alto nível em uma linguagem compreensível para o sistema operacional.

- Linguagem de máquina é representada pelos binários 0 e 1.

A apresentação prévia que fizemos do computador moderno ou máquina multinível é resultado de um longo e constante processo evolutivo que começou no século XVII e ainda está longe de acabar.

No próximo capítulo vamos estudar como surgiu o computador e como ele vem progredindo no decorrer dos tempos.

2 HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DOS COMPUTADORES

Para entender o funcionamento de um computador, precisamos conhecer sua evolução. Como salientamos, os computadores que usamos hoje incorporam em sua estrutura decisões que foram tomadas tempos atrás. Explicamos ainda que o computador moderno ou digital possui níveis, e que o nível mais simples utiliza um conjunto de instruções denominado linguagem de máquina. Entretanto, mesmo esse nível mais simples não nasceu pronto. Ele é fruto de uma evolução, pois um dispositivo sempre incorpora ao menos parte da tecnologia de seus predecessores.

Como diversos dispositivos influenciaram a criação do computador moderno, seria impraticável tratarmos de todos, motivo pelo qual escolhemos os mais relevantes.



Figura 3 – Ábaco

O ábaco (figura 3) é um instrumento de cálculo, utilizado nas operações de somar e subtrair. A imagem mostra um ábaco formado por uma moldura com bastões paralelos, que correspondem, da direita para a esquerda, as unidades, dezenas, centenas etc. e nos quais estão os elementos de contagem, normalmente fichas ou bolas.



Lembrete

Estima-se que o ábaco, um dos dispositivos mais antigos da humanidade, apareceu milênios atrás e se desenvolveu independentemente em diferentes culturas, tais como Egito, China, Arábia, Roma, Japão etc.

Além do ábaco, outro dispositivo que influenciou na elaboração de computadores foi a régua de cálculo (figura 4). Segundo a Infopedia, este dispositivo foi inventado em 1622 pelo inglês William Oughtred. Originalmente circular, o instrumento continha escalas em que a posição dos números era proporcional ao seu logaritmo. Utilizada até os dias atuais, a régua de cálculo permite fazer as operações básicas com uma precisão de quatro dígitos.

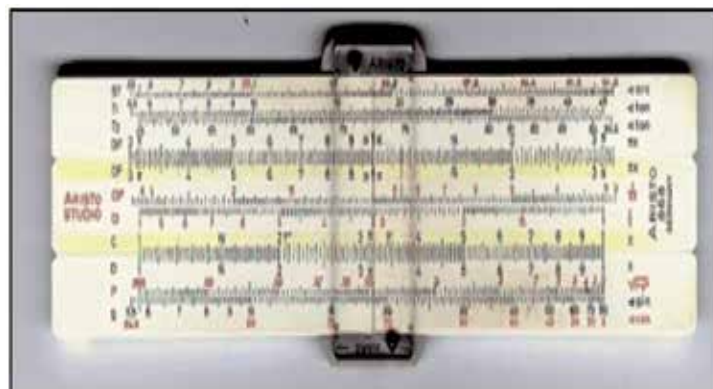


Figura 4 – Régua de cálculo



Figura 5 – Régua de cálculo



Lembrete

Esses dispositivos representam os esforços mais primitivos de se facilitar os processos manuais de cálculo, mas eles se limitavam a isso.

Na tentativa de se **automatizar** os processos de cálculo, surgem na Europa, no século XVII, máquinas com esse objetivo. É o que podemos chamar de **a geração zero de computadores**.

2.1 A geração zero de computadores – computadores mecânicos e eletromecânicos (1642 – 1945)

De acordo com Rossellini (2009), em 1642 na França, Blaise Pascal constrói uma máquina de calcular, a Pascalina (figura 6), no intuito de auxiliar seu pai que era coletor de impostos. A máquina era totalmente mecânica, mas representa uma automatização dos processos de cálculo. Realizava soma e subtração, apenas.

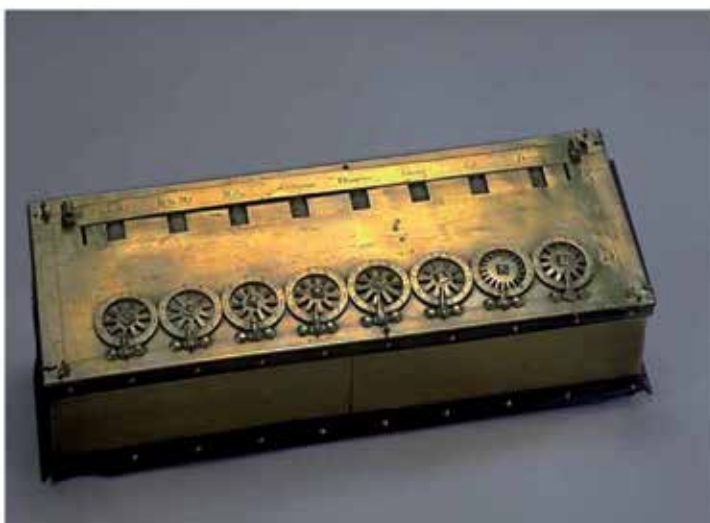


Figura 6 – Pascalina

Trinta anos depois, Gottfried Wilhelm von Leibniz criou um dispositivo que podia executar as quatro operações básicas: o Staffelwalze (figura 7).



Figura 7 - Staffelwalze

Segundo Tanenbaum (2007a), somente cerca de 150 anos depois é que um professor da Universidade de Cambridge, Charles Babbage (1792-1871), consegue projetar um dispositivo mecânico batizado de máquina diferencial, capaz de executar um algoritmo. Um algoritmo é uma sequência de instruções, tais como uma receita. A máquina diferencial foi uma inovação para a época, pois os demais instrumentos existentes apenas realizavam operações simples. O objetivo dessa máquina era produzir tabelas úteis para a navegação marítima, entretanto, a máquina diferencial podia executar apenas esse único algoritmo. Uma das características mais interessantes da máquina: sua saída (ou resultado) era representada por uma chapa de cobre perfurada, técnica que foi posteriormente adaptada aos cartões perfurados e mais recentemente à gravação de CD-ROMs.

Como a máquina diferencial apresentava limitações, Babbage vislumbrou um dispositivo programável, observando a revolução produzida pelos teares de Jacquard. Esta nova máquina foi batizada de máquina analítica (figura 8).

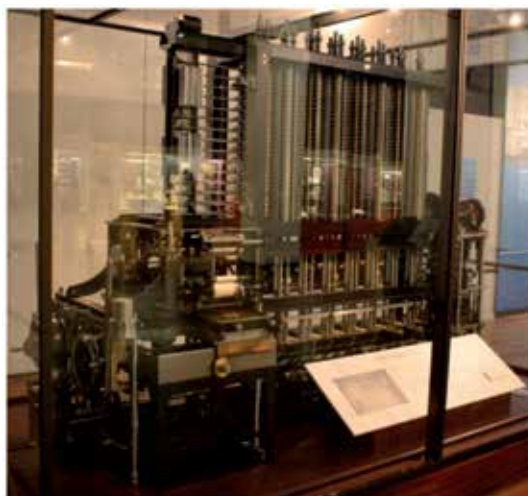


Figura 8



Figura 9 - Máquina Analítica construída pelo Museu de Londres a partir de notas de Babbage

Joseph-Marie Jacquard (1752-1834) produziu uma máquina que automatizava os processos de tecelagem para obter determinados padrões de desenho.



Figura 10 - Tear de Jacquard

Fonseca (2007) esclarece que para executar um determinado trançado, a fiandeira deveria ter um plano ou programa que lhe dissesse que fios deveriam passar por cima ou por baixo, quando repetir o processo etc. O ponto chave da máquina de Jacquard [figura 2.6] era o uso de uma série de cartões cujos buracos estavam configurados para descrever o modelo a ser produzido. O sucesso foi total e em 1812 havia na França cerca de 11.000 teares de Jacquard.

A máquina analítica de Babbage processava padrões algébricos da mesma maneira que o tear processava padrões de desenhos. Babbage descreveu a máquina pela primeira vez em 1837, entretanto sua época apresentava limitações tecnológicas e ele nunca conseguiu depurar completamente o aparelho, pois necessitava de mecânica de precisão.

O dispositivo continha diversas estruturas presentes ainda hoje nos computadores modernos, tais como: unidade de armazenagem (memória para 1000 palavras de 50 algarismos), unidade de cálculo (moinho), seção de entrada (leitora de cartões perfurados) e seção de saída (saída perfurada e impressa), explica Tanenbaum (2007a).



Observação

A máquina de Babbage lia instruções de cartões perfurados e as executava. Algumas instruções mandavam a máquina buscar dois números na armazenagem, trazê-los até o moinho, efetuar uma operação com eles e enviar o resultado de volta para a armazenagem." (2007a)

Como a máquina era programável, ela precisava de um *software*. Babbage contratou uma jovem chamada Ada Augusta Lovelace (considerada a primeira programadora do mundo). A linguagem de programação Ada tem esse nome em sua homenagem.



Lembrete

Devemos lembrar que o programa desenvolvido por Ada nada tem a ver com os programas eletrônicos atuais. Tratava-se apenas de um conjunto de instruções, ou melhor, configurações de uma máquina totalmente mecânica e movida a vapor.

De acordo com Tanenbaum (2007a) e Fonseca (2007), o próximo passo no desenvolvimento do computador ocorreria na década de 1930, quando em várias localidades começaram a aparecer dispositivos calculadores com relés eletromagnéticos. Konrad Zuse, na Alemanha, construiu uma série de equipamentos para executar cálculos com relés, entretanto, seus equipamentos foram destruídos durante a Segunda Guerra Mundial. Pouco tempo depois, John Atanasoff, nos Estados Unidos, projetou um equipamento para fazer cálculos que utilizava capacitores como memória de armazenamento, porém, o projeto não era viável. Em 1940, também nos Estados Unidos, George Stibbitz construiu um equipamento menos sofisticado que o de Atanasoff, mas que realmente funcionava. Zuse, Stibbitz e Atanasoff estavam tentando criar máquinas calculadoras automáticas, entretanto o objetivo era apenas o cálculo e nenhum destes projetos almejava fazer o que Babbage tinha concebido em 1837, um equipamento programável.



Observação

Por mais incrível que pareça, a máquina analítica antecipou o computador moderno em cem anos, por isso Babbage é considerado o avô do computador.

Em 1944, nos Estados Unidos, Howard Aiken vislumbrou o projeto de Babbage com relés, dando origem ao Harvard Mark I, o primeiro computador digital da história. Apesar de ter sido bem-sucedido, o sucessor do Mark I (figura 11), o Mark II, já estava obsoleto ao ser concluído.



Figura 11 - Mark I



Observação

A era dos computadores eletromecânicos havia chegado ao fim.

Começava a era dos computadores eletrônicos.

2.2 Primeira geração – válvulas (1945 – 1955)

O estímulo para construção de computadores eletrônicos foi a Segunda Guerra Mundial.

No auge da Segunda Guerra, a Alemanha nazista utilizava um equipamento eletromecânico chamado Enigma. A máquina codificava mensagens de forma mais eficiente do que os métodos manuais. Objetivando quebrar os códigos gerados pelo Enigma, o governo britânico patrocinou a construção do primeiro computador eletrônico, batizado Colossus, que entrou em operação em 1943, com a

participação do famoso matemático Alan Turing, criador de muitos dos conceitos utilizados atualmente na Inteligência Artificial. Infelizmente, todo o projeto foi mantido em segredo pelo governo britânico, não pôde ser compartilhado e não teve influência nas gerações posteriores de computadores. O Colossus foi revelado décadas após o término da guerra, quando já era extremamente obsoleto.

Entretanto, na mesma época John Mauchley nos Estados Unidos elaborou a proposta de um computador eletrônico e a remeteu ao exército americano. A proposta foi aceita e, sendo financiados ele e seu aluno de pós-graduação, J. Presper Eckert, passaram a construir o computador ao qual deram o nome de ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer* – Integrador e computador numérico eletrônico).

O dispositivo contava com 18.000 válvulas e 1500 relés e pesava 30 toneladas e consumia 140 *quilowatts* de energia.



Observação

O ENIAC era programado com até 6.000 interruptores, uma imensa quantidade de soquetes, cabos e *jumpers*. Quando o ENIAC (figura 12) ficou pronto em 1946 a guerra havia acabado, entretanto, seus criadores deram continuidade ao aperfeiçoamento do aparelho, elucida Tanenbaum (2007a).



Figura 12 - ENIAC

Um dos colaboradores na construção do ENIAC, John Von Neumann, um verdadeiro gênio, percebeu que a ideia de programar um computador através de muitos interruptores cabos e soquetes não era muito viável e que o programa poderia ser armazenado na memória da máquina junto com outros dados. O projeto básico dessa arquitetura é denominado máquina de Von Neumann (figura 13) e é a base de quase todos os computadores digitais da atualidade, elucida Tanenbaum (2007a).

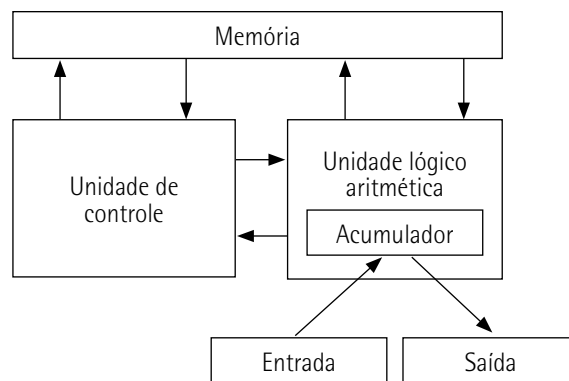


Figura 13 - Máquina de Von Neumann

Fonte: TANENBAUM, 2007a

A máquina de Von Neumann tinha cinco partes básicas: a memória, a unidade de lógica e aritmética, a unidade de controle e o equipamento de entrada e saída. A memória consistia de 4.096 palavras, uma palavra contendo 40 *bits*, cada *bit* um 0 ou um 1. Cada palavra ou tinha duas instruções de 20 *bits* ou um inteiro de 40 *bits* com sinal. As instruções tinham 8 *bits* dedicados a identificar o tipo da instrução e 12 *bits* para especificar uma das 4096 palavras de memória. Juntas, a unidade de lógica e aritmética e a unidade de controle formavam o "cérebro" do computador. Em computadores modernos elas são combinadas em um único *chip* denominado CPU (*Central Processing Unit* - unidade central de processamento) (TANENBAUM, 2007a).

Enquanto tudo isso acontecia, a IBM (International Business Machines) lentamente despertava para o mercado de computadores comerciais. Apesar de ter parcialmente financiado o projeto de Howard Aiken, a IBM não estava muito interessada em computadores até que lançou o IBM 701, em 1953. Ele era um computador voltado para aplicações científicas, e em cerca de dez anos esse mercado seria dominado pela IBM.

A seguir, estudaremos a segunda geração que é marcada por avanços tecnológicos, principalmente pela criação do transistor que permitiu maior desenvolvimento do computador.



Saiba mais

Para saber mais sobre a história do computador e da internet, acesse:
<<http://www.cultura.ufpa.br/dicas/net1/int-h190.htm>>

2.3 A segunda geração – transistores (1955-1965)

O transistor foi inventado por John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley no Bell Labs (Alcatel-Lucent) em 1948. O transistor substituiu a válvula, que em pouco tempo mudou a face da computação, pois apresentava grandes vantagens: era menor e tinha vida útil infinitamente maior. O

primeiro computador com *transistor* foi desenvolvido na década de 1950 no Lincoln Laboratory do MIT (Massachusetts Institute of Technology), uma máquina de 16 *bits* que recebeu o nome de TX-0 (figura 16).

Dez anos após a invenção do transistor (figura 15), os computadores com válvulas (figura 14) estavam obsoletos.

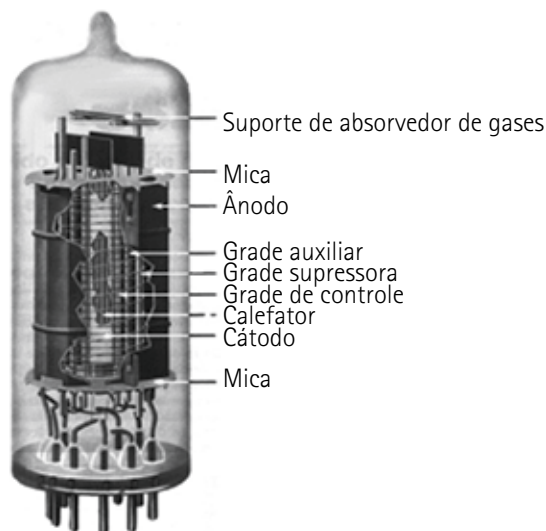


Figura 14 - Válvula

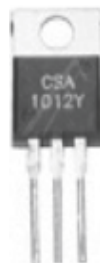


Figura 15 - Transistor moderno



Figura 16 - TX-0

Em 1961 a DEC (*Digital Equipment Corporation*) lançou o PDP-1, versão comercial do computador com a metade da capacidade de processamento do IBM 7090, o computador científico mais rápido do mundo na época, mas que custava 120 mil dólares, enquanto o 7090 custava milhões. A DEC vendeu dezenas de PDP-1 (figura 17) e criou o mercado de minicomputadores.



Figura 17 - PDP-1

Alguns anos mais tarde, a DEC lançou uma nova máquina, o PDP-8 (figura 18). Além de ser mais barata que o PDP-1 (16 mil dólares), ela trouxe uma inovação importante: o uso de um barramento, o Omnibus (figura 19).



Figura 18 - PDP-8

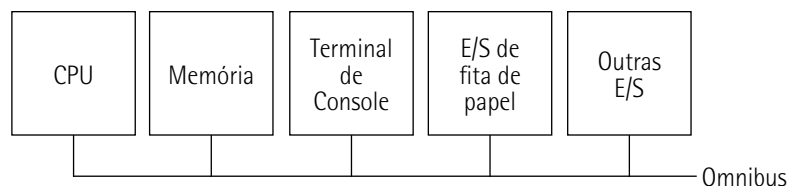


Figura 19 – Exemplo de Barramento Omnibus



Lembrete

Um barramento é um conjunto de fios paralelos usados para conectar os componentes de um computador. Essa arquitetura representa uma ruptura importante em relação ao modelo de Neumann.



Observação

A DEC vendeu milhares de computadores, consolidando-se no mercado.

Segundo Tanenbaum (2007a), enquanto a DEC ganhava o mercado de minicomputadores, a IBM desenvolvia computadores de alto desempenho destinados ao uso científico, tais como o 7090, já citado, e sua evolução, o 7094. Simultaneamente, a IBM obtinha sucesso com outro tipo de computador, o 1401, um aparelho de desempenho menor que o 7094, para aplicações científicas, entretanto mais barato e bastante adequado para aplicações comerciais.

Nessa época, os computadores eram modulares e programados com cartões perfurados. O programador levava os lotes de cartões e os colocava em uma máquina leitora, que gravava os dados ou tarefas em fitas magnéticas. Posteriormente, a fita era transferida para outro módulo que processava os dados e gerava outra fita com o resultado. Esta fita era encaminhada para um terceiro módulo, que a lia e imprimia o resultado. A linguagem normalmente empregada era a Assembly e a Fortran (figura 20).

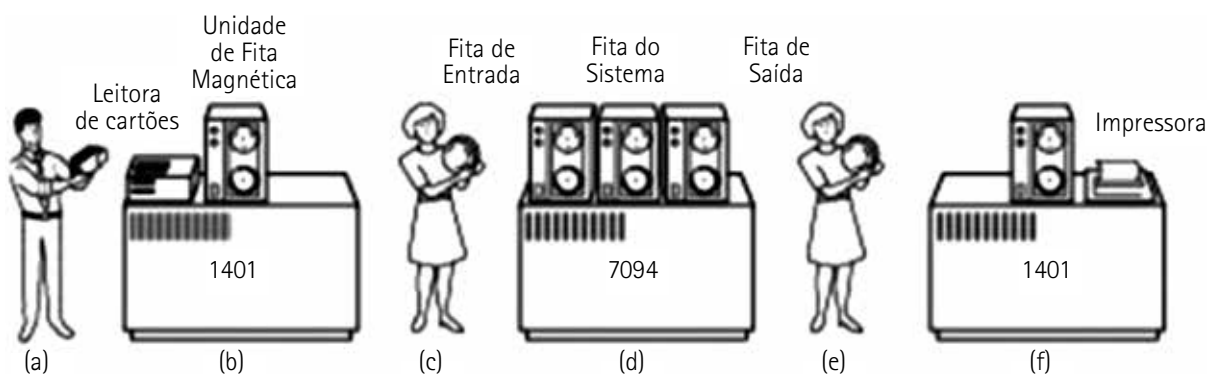


Figura 20: Modelo de computação modular programada com cartões perfurados

Entretanto, em 1964, uma pequena empresa, a CDC (*Control Data Corporation*), lançou um equipamento projetado por Seymour Cray, voltado para o uso científico e denominado CDC 6600, que era mais rápido que o IBM 7094 e qualquer outro computador da época. A grande vantagem do CDC 6600 foi conseguir introduzir paralelismo em alta escala (estudaremos o conceito de paralelismo na Unidade II), além de pequenos computadores internos para reduzir a carga de processamento da CPU principal. Muitas ideias referentes a paralelismo nos computadores modernos descendem do CDC 6600 (figura 21).



Figura 21 - CDC 6600

A partir de 1965, duas inovações importantes foram incorporadas ao computador: a criação dos circuitos integrados e a multiprogramação, como veremos a seguir.

2.4 A terceira geração – circuitos integrados (1965-1980)

A terceira geração é marcada pela criação do circuito integrado de silício criado por Robert Noyce e Jack Kilby em 1958, e representou um avanço muito grande, pois passou a permitir a miniaturização no sistema, além de maior organização dos componentes, ou seja, permitiu que muitos transistores fossem colocados em um único *chip*.

Apesar do grande sucesso do CDC 6600, em 1964 a IBM era a líder no mercado de computadores com o 7094 e o 1401. Porém, elas eram duas máquinas diferentes e incompatíveis. Quando chegou a hora de substituir essas duas máquinas, a IBM deu um passo radical, criou uma linha de um único produto já com circuito integrado, a família System/360 com diversos modelos, esclarece Tanenbaum (2007a). O IBM 360 (figura 22) foi a primeira linha de computadores a usar circuitos integrados.



Figura 22 - System 360

O grande diferencial da família System/360 era permitir que um mesmo programa pudesse ser utilizado nos vários modelos. Foi a primeira vez em que se pensou em compatibilidade, e, logo, outros fabricantes já estavam adotando a ideia. A família System/360 também permitia a emulação, ou seja, a simulação de outros computadores. Outra novidade importante do System/360 foi o conceito de **multiprogramação**. A multiprogramação permite ao computador manter vários programas na memória. Atualmente, esse conceito permite a existência da multitarefa nos sistemas operacionais modernos, permanência de diversas janelas ou programas em execução.

O mercado de minicomputadores também evoluiu, e o lançamento mais significativo foi o PDP-11 (figura 23) da DEC, que teve enorme sucesso, em especial em universidades.



Figura 23 - PDP-11



Lembrete

Devemos ressaltar que, nessa época, os computadores já utilizavam sistemas operacionais, entretanto eram rudimentares, ou seja, não desempenhavam as funções conhecidas na atualidade. O grande marco dos sistemas operacionais inicia-se na década de 1970 com Ken Thompson. Embora o sistema operacional tenha uma relação intrincada com a máquina, não entraremos em maiores detalhes, pois nosso foco é o *hardware*, ou seja, o físico da estrutura computacional. Mas não se preocupe, pois será oferecida uma disciplina à parte que trata exclusivamente de sistemas operacionais.

Para encerrarmos esse assunto, estudaremos a seguir as gerações de computadores mais contemporâneas, ou seja, a quarta e a quinta gerações.

2.5 A quarta geração – integração em escala muito grande (1980-?)

A quarta geração deu-se pelo avanço da tecnologia em relação aos eletrônicos, a capacidade de integrar milhões de transistores em um único *chip*, as placas de circuito impresso, entre outros, que favoreceram a miniaturização e o baixo custo promovendo o uso do computador pessoal.



Observação

É importante frisar que antes do computador pessoal, quem utilizava computadores eram os centros universitários, os governos e as empresas em geral. Os computadores eram grandes e demandavam departamentos específicos, chamados de centrais de computação. Não eram operados por qualquer pessoa, e sim por especialistas em computação, normalmente engenheiros.

Os primeiros microcomputadores não eram fabricados da mesma forma que os computadores comerciais da época. Usados principalmente para processar textos e montar planilhas, eram vendidos como *kits* para serem montados em casa. O *software* não era fornecido; um dos primeiros foi o Altair 8800 (figura 24).



Figura 24 - Altair

Nessa época, surgiram a Apple computadores e a Microsoft, ambas alavancando significativamente o mercado de microcomputadores. A Apple atuando no desenvolvimento de *hardware* e *software*, e a Microsoft no desenvolvimento de *software*.

A Apple foi fundada por Steve Jobs e Steve Wozniak em uma garagem. Na ocasião, Steve Jobs tinha obsessão por superar a IBM, mas, por questões ideológicas, começou a trabalhar no projeto do Apple I (figura 25), que passou a gozar de popularidade entre os usuários domésticos e escolas, fazendo da Apple Computadores um participante sério no mercado da noite para o dia.

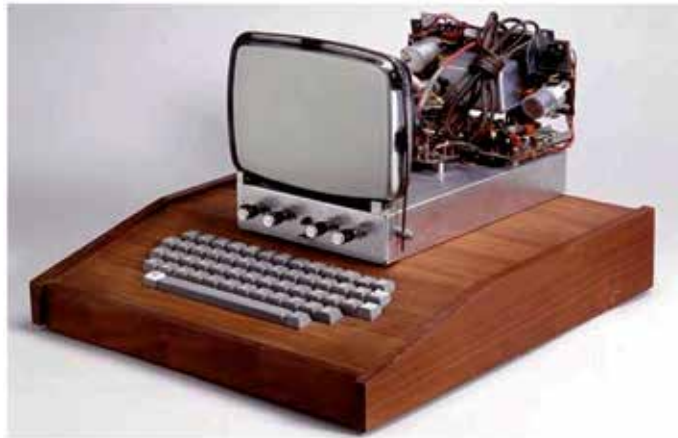


Figura 25 - Réplica do Apple I lançado em 1976

O Apple I (figura 25) era muito mais simples e intuitivo que o Altair, além de possuir um monitor e um teclado integrado. Conforme mostra a figura 24, o Altair possuía chaves e um programa que necessitava de diversas ligações sem erros para funcionar. A resposta do Altair era apresentada em forma de luzes que piscavam.

O Apple II, lançado em 1977, já apresentava melhorias significativas, conforme vemos na figura 26.



Figura 26 - Apple II

A Microsoft era uma empresa minúscula e desenvolvia o sistema operacional MS-DOS para a IBM, que concorria no mercado de microcomputadores com o IBM PC (figura 27).



Figura 27 - IBM PC

Em 1984 a Apple lança o Macintosh (figura 28), o primeiro computador com *interface* gráfica para o usuário, permitindo maior interação por meio do *mouse*.



Figura 28 - Macintosh em 1984

A Microsoft passa, então, a desenvolver para a IBM o sistema operacional OS/2, com uma *interface* gráfica parecida com a do Macintosh, e, em paralelo, desenvolvia o MS - Windows, também com *interface* gráfica. Ainda nessa geração, com o surgimento da Internet das Coisas, a ideia de computação foi cada vez mais associada a ideia de sistemas embarcados. Esses sistemas encapsulam um "computador" em um dispositivo.



Observação

O OS/2 não teve muita aceitação, a Microsoft rompeu com a IBM, que passou a focar seus negócios em computadores de grande porte. A Microsoft seguiu em frente e transformou o Windows em um enorme sucesso.

2.6 A quinta geração – computadores invisíveis

A quinta geração de computadores está relacionada ao avanço da já citada Inteligência Artificial, miniaturização e barateamento de componentes devido à produção em larga escala, à popularização da internet, à criação de redes locais cabeadas e *wireless* (sem fio), *bluetooth* etc. Esses fatores permitiram, desde o final da década de 1990, a criação de muitos dispositivos diferentes do computador tradicional, mas com capacidade de processamento, tais como: PDA (*Personal Digital Assistants*), agenda eletrônica, telefones celulares, caixas eletrônicos, além de automóveis, aviões etc., com tecnologia de processamento embarcada.



Observação

Os *notebooks* são microcomputadores com arquitetura reduzida, ou seja, não possuem o mesmo desempenho de um microcomputador tradicional, entretanto apresentam a vantagem da portabilidade.

2.7 Mas, afinal, quem inventou o computador?

Percebemos que um dispositivo mais recente pode incorporar a tecnologia de um mais primitivo, ou, ainda, determinada tecnologia não relacionada pode ser adaptada ao novo invento, como no caso da máquina analítica de Babbage, que incorporou a tecnologia do tear de Jacquard. Além disso, a criação de muitos dispositivos só foi possível com a evolução do conhecimento em outras áreas, tais como o domínio sobre a eletricidade e a criação de componentes eletrônicos.



Lembrete

Não é fácil responder à pergunta que inicia este tópico, pois, como pudemos observar, trata-se de um processo evolucionário relacionado às necessidades da humanidade no decorrer da história, desde a invenção do ábaco milênios atrás. A invenção dos dispositivos relacionados à criação do computador está diretamente relacionada às necessidades de sobrevivência, seja para produzir mais ou para defender o país em uma guerra, por exemplo.

Os primeiros computadores eletrônicos, como o ENIAC, ocupavam andares inteiros e pesavam toneladas. Hoje, a capacidade de processamento daqueles equipamentos é largamente superada por dispositivos de bolso. Na década de 1980, todas as empresas tinham um CPD (Centro de Processamento de Dados), no qual residiam todos os seus computadores e periféricos. Atualmente, uma das tarefas mais trabalhosas em uma grande empresa é localizar onde estão todos os seus computadores. A miniaturização tornou possível o minicomputador, depois o computador pessoal, a computação móvel e a eletrônica embarcada. Sem o extremo progresso que a miniaturização alcançou, o mundo seria muito diferente, pois os computadores estariam confinados nos CPDs, em vez de estarem à nossa volta em toda parte.

2.7.1 Barateamento

Os primeiros computadores comerciais custavam milhões de dólares. Hoje, um microcomputador básico é acessível à maioria das pessoas. O computador já faz parte do cotidiano da maior parte das pessoas, de uma forma muito maior do que podemos imaginar. O barateamento de microprocessadores e afins possibilitou a implantação de dispositivos com capacidade de processamento em carros, elevadores e eletrodomésticos. A eletrônica embarcada, como é chamada, é fruto direto do barateamento de computadores e dispositivos eletrônicos, pois possibilitou a substituição de funções executadas por elementos elétricos ou mecânicos por dispositivos eletrônicos e a inclusão de novas funções, que não seriam possíveis sem esses dispositivos.

2.7.2 Facilidade de uso

Os primeiros computadores só podiam ser utilizados pelos engenheiros que os construíram, pois, para obter algum resultado, era necessário conhecer detalhes precisos sobre a interconexão de seus componentes. Com a popularização da computação comercial, surgiu a necessidade de uma utilização mais diversificada dos computadores. Para atender a essa demanda, surgiram as primeiras linguagens de programação. Um programador podia extrair resultados do computador sem ter necessariamente um conhecimento detalhado de seu funcionamento. Este primeiro degrau de popularização também foi um primeiro degrau na facilidade de uso do computador. Outros degraus vieram depois, sendo que um dos mais recentes foi a introdução da *interface* gráfica, que dispensou os usuários da necessidade de conhecer ou decorar comandos para utilizar o computador.

Talvez estejamos experimentando mais um degrau nessa evolução atualmente, que é a migração de toda a interação entre o usuário e o computador para o *browser*. Dessa forma, atualmente não temos apenas todo um universo de usuários que não têm conhecimento do funcionamento interno do computador, como também eles não precisam sequer ter conhecimento de que o computador existe. Para esses usuários, a interação se dá com o navegador, independentemente de onde ele está sendo executado (computador, *smartphone* ou o que quer que seja).

A figura 29 resume uma arquitetura moderna de um sistema computacional.

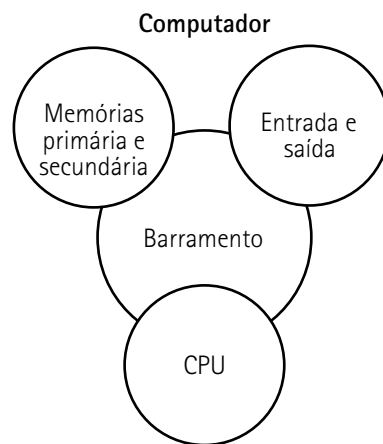


Figura 29 - Arquitetura resumida

Fonte: STALLINGS, 2002.

Agora que possuímos um conhecimento histórico sobre a criação do computador, bem como de suas principais estruturas, podemos avançar nossos estudos para entendermos melhor seu funcionamento nos dias atuais. É o que veremos na próxima unidade.



Lembrete

Processador, Memória primária, Memória secundária e dispositivos de Entrada e Saída são conectados por barramentos, os quais, conforme vimos na Unidade I, são compostos por fios paralelos e responsáveis pela comunicação entre os dispositivos.



Saiba mais

Para saber mais sobre as gerações dos computadores, acesse:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Hist%C3%B3ria_do_computador#Gera.C3.A7.C3.B5es_de_computadores>



Resumo

Conhecemos um pouco mais sobre o computador e sua história. Desvendamos os níveis do computador e por qual(uais) tarefa(s) cada nível é responsável. Aprendemos e vimos a evolução dos computadores desde o ábaco, passando por todas as gerações, até os computadores da quinta geração que temos na atualidade, fazendo, inclusive, analogia com a inteligência artificial.



Exercícios

Questão 1 (Concurso Metrô, adaptada).

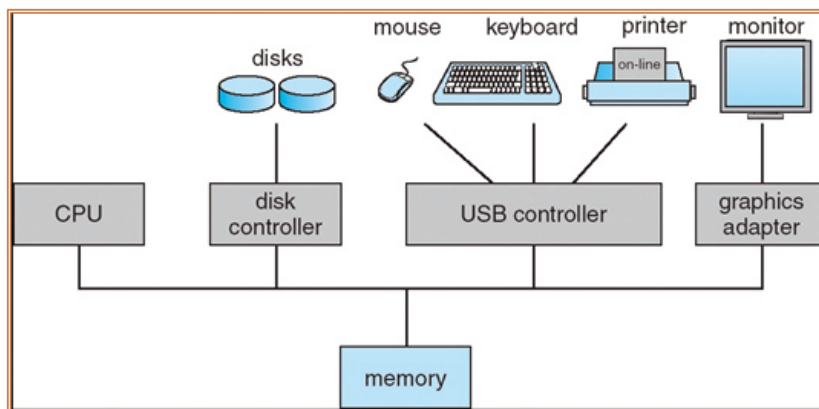
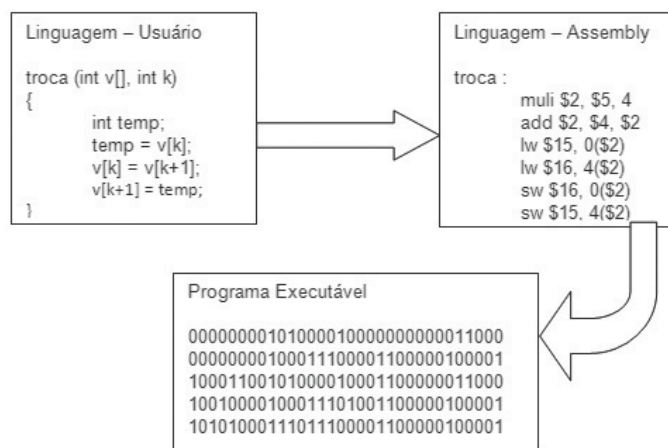


Figura – Hardware de um sistema de computação

Fonte: SILBERSCHATZ; GALVIN; GAGNE, 2008.

A figura representa um computador de uso geral constituído de uma CPU (Unidade Central de Processamento) e uma série de controles de dispositivos e adaptadores, conectados por meio de um barramento comum. O sistema de computação pode ser dividido em 4 componentes: *Hardware* (figura), Sistema Operacional, *Software* e Usuários. O *hardware* oferece recursos de computação básicos, o sistema operacional controla e coordena o uso do *hardware* entre diversas aplicações e os usuários. O computador executa um conjunto limitado de instruções: adição, subtração, deslocamento, OR e AND. Os programas/*softwares* que, devem atender as necessidades dos usuários, são convertidos nestas instruções antes de serem executados. Os usuários de computadores utilizam programas com linguagem de alto nível, ou seja, aquela que podemos compreender sem maiores problemas. Entretanto, o computador sempre realiza o processamento por meio do baixo nível ou linguagem de máquina. Para que seja possível que os usuários consigam executar as funções de que necessitam, é necessário que haja processos de tradução e interpretação.



Figura

Organize os níveis por ordem de execução em uma máquina com 6 níveis:

I) Lógica digital (dispositivos).

II) Conjunto de instruções suportado pelo processador.

III) Linguagem de alto nível.

IV) Linguagem de montagem.

V) Sistema operacional.

VI) Microarquitetura.

Nível 6 (), Nível 5 (), Nível 4 (), Nível 3 (), Nível 2 (), Nível 1 () e Nível 0 ()

Assinale a alternativa que associe os itens aos níveis:

A. VI, IV, V, II, III e I.

B. III, IV, V, II, VI e I.

C. III, IV, I, II, V e VI.

D. I, VI, II, V, IV e III.

E. II, III, VI, IV, V e I.

Resposta correta: Alternativa B

Análise das afirmativas

I) A lógica digital corresponde aos circuitos eletrônicos que realizam o processamento de informações na forma de impulsos elétricos. Corresponde ao nível 0.

II) O conjunto de instruções corresponde aos comandos que o processador pode receber de fontes externas e é determinado pelo projeto do processador. Corresponde ao nível 2.

III) A linguagem de alto nível é de fácil compreensão ao usuário, mas deve ser traduzida (compilada) para um formato que o sistema operacional consiga interpretar e enviar para os níveis mais baixos da máquina. Corresponde ao nível 5.

IV) A linguagem de montagem fornece um método para programar para os níveis 1, 2 e 3 em uma forma mais amigável que a linguagem de máquina. Corresponde ao nível 4.

V) O sistema operacional promove uma *interface* amigável para os usuários, ou seja, funciona como um intermediário entre o homem e a máquina. O sistema operacional gerencia as estruturas computacionais. Corresponde ao nível 3.

VI) A microarquitetura do processador é um conjunto de elementos internos do processador. Corresponde ao nível 1.

Questão 2

Os cursos de computação oferecem um conjunto de disciplinas que muitas vezes são tratadas de forma independente, quando na verdade estão interligadas. A evolução do *hardware* influencia o desenvolvimento de novos sistemas operacionais e novas linguagens de programação. Um exemplo são os computadores pessoais com mais de uma CPU. Os sistemas operacionais devem ser capazes de gerenciar o conjunto de CPUs e os programas que nelas serão executados. As linguagens de programação devem ser capazes de criar programas que possam utilizar todas as CPUs. A terceira geração de computadores é marcada pela criação do circuito integrado de silício criado por Robert Noyce e Jack Kilby em 1958, e representou um avanço muito grande, pois passou a permitir a miniaturização do *hardware*, além de maior organização dos componentes, ou seja, permitiu que muitos transistores fossem colocados em um único *chip*. O IBM 360 foi a primeira linha de computadores a usar circuitos integrados. O grande diferencial da família System/360 era permitir que um mesmo programa pudesse ser utilizado nos vários modelos. Foi a primeira vez que se pensou em compatibilidade, e logo outros fabricantes já estavam adotando a ideia. A família System/360 também permitia a emulação, ou seja, a simulação de outros computadores. Outra novidade importante do System/360 foi o conceito de _____, que permite ao computador manter vários programas na memória. A evolução deste conceito à _____ nos sistemas operacionais modernos permite a execução simultânea de programas por meio da utilização de *threads*.

Assinale a alternativa que corresponde ao preenchimento correto das lacunas:

- A. Multiprogramação e multitarefa.
- B. Multitarefa e multiprogramação.
- C. Execução simultânea e execução paralela.
- D. Execução paralela e execução simultânea.
- E. Execução simultânea e multitarefa.

Resolução desta questão na Plataforma.