

P A R T E I

**METODOLOGÍA
DE LA PROGRAMACIÓN**

Introducción a las computadoras y los lenguajes de programación

Contenido

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1.1. ¿Qué es una computadora? | 1.5. Redes e Internet |
| 1.2. Organización física de una computadora | 1.6. El software (los programas) |
| 1.3. Dispositivos de almacenamiento secundario (almacenamiento masivo) | 1.7. Lenguajes de programación |
| 1.4. Conectores de dispositivos de E/S | 1.8. Historia de Pascal |
| | RESUMEN |

INTRODUCCIÓN

Las computadoras (ordenadores) electrónicas modernas son uno de los productos más importantes del siglo XXI ya que se han convertido en un dispositivo esencial en la vida diaria de las personas, como un electrodoméstico más del hogar o de la oficina y han cambiado el modo de vivir y de hacer negocios. Constituyen una herramienta esencial en muchas áreas: empresa, industria, gobierno, ciencia, educación..., en realidad en casi todos los campos de nuestras vidas. Son infinitas las aplicaciones que se pueden realizar con ellas: consultar el saldo de una cuenta corriente, retirar dinero de un banco, enviar o recibir mensajes por teléfonos celulares (móviles) que a su vez están conectados a potentes computadoras, escribir documentos, navegar por Internet, enviar y recibir correos electrónicos (e-mail), etc.

El papel de los programas de computadoras es fundamental; sin una lista de instrucciones a seguir,

la computadora es virtualmente inútil. Los lenguajes de programación nos permiten escribir esos programas y por consiguiente comunicarnos con las computadoras. La principal razón para que las personas aprendan lenguajes y técnicas de programación es *utilizar la computadora como una herramienta para resolver problemas*.

En el capítulo se introducen conceptos importantes tales como la organización de una computadora, el *hardware*, el *software* y sus componentes, y se introduce los lenguajes de programación más populares y, en particular, Pascal. En esta obra, usted comenzará a estudiar la ciencia de las computación, la ingeniería informática o la ingeniería de sistemas a través de uno de los lenguajes de programación más versátiles disponibles hoy día, el lenguaje Pascal, y aprenderá la metodología a seguir para la resolución de problemas con computadoras.

1.1. ¿QUÉ ES UNA COMPUTADORA?

Las computadoras se construyen y se incluyen en todo tipo de dispositivos: automóviles (coches/carros), aviones, trenes, relojes, televisiones... A su vez estas máquinas pueden enviar, recibir, almacenar, procesar y visualizar información de todo tipo: números, texto, imágenes, gráficos, sonidos, etc. Estas potentes máquinas son dispositivos que realizan cálculos a velocidades increíbles (millones de operaciones de las computadoras personales hasta cientos de millones de operaciones de las supercomputadoras). La ejecución de una tarea determinada requiere una lista de instrucciones o un programa. Los programas se escriben normalmente en un lenguaje de programación específico, tal como C, para que pueda ser comprendido por la computadora.

Una **computadora**¹ es un dispositivo electrónico, utilizado para procesar información y obtener resultados, capaz de ejecutar cálculos y tomar decisiones a velocidades millones o cientos de millones más rápidas que puedan hacerlo los seres humanos. En el sentido más simple una computadora es “un dispositivo” para realizar cálculos o computar. El término sistema de computadora o simplemente computadora se utiliza para enfatizar que, en realidad, son dos partes distintas: *hardware* y *software*. El *hardware* es la computadora en sí misma. El *software* es el conjunto de programas que indican a la computadora las tareas que debe realizar. Las computadoras procesan datos bajo el control de un conjunto de instrucciones denominadas programas de computadora. Estos programas controlan y dirigen a la computadora para que realice un conjunto de acciones (instrucciones) especificadas por personas especializadas, llamadas *programadores de computadoras*.

Los datos y la información se pueden introducir en la computadora por una **entrada** (*input*) y a continuación se procesan para producir una **salida** (*output*, resultados), como se observa en la Figura 1.1. La computadora se puede considerar como una unidad en la que se colocan ciertos datos (*entrada de datos*), se procesan y se produce un resultado (*datos de salida o información*). Los datos de entrada y los datos de salida pueden ser, realmente, de cualquier tipo: texto, dibujos, sonido, imágenes... El sistema más sencillo para comunicarse una persona con la computadora es mediante un teclado, una pantalla (monitor) y un ratón (*mouse*). Hoy día existen otros dispositivos muy populares tales como escáneres, micrófonos, altavoces, cámaras de vídeo, etc.; de igual manera, a través de *módems*, es posible conectar su computadora con otras computadoras a través de la red **Internet**.

Como se ha dicho antes, los componentes físicos que constituyen la computadora, junto con los dispositivos que realizan las tareas de entrada y salida, se conocen con el término *hardware* o sistema físico. El programa se encuentra almacenado en su memoria; a la persona que escribe programas se llama *programador* y al conjunto de programas escritos para una computadora se llama *software*. Este libro se dedicará casi exclusivamente al *software*, pero se hará una breve revisión del *hardware* como recordatorio o introducción según sean los conocimientos del lector en esta materia.

Una computadora consta de varios dispositivos (tales como teclado, pantalla, “ratón”, discos, memorias, escáner, DVD, CD, memorias flash, unidades de proceso, impresoras, etc.) que son conocidos como *hardware*. Los programas de computadora que se ejecutan o “corren” (*run*) sobre una máquina se conocen como *software*. El coste del *hardware* se ha reducido drásticamente en los últimos años y sigue reduciéndose al menos en términos de relación precio/prestaciones, ya que por el mismo precio es posible encontrar equipos de computadoras con unas prestaciones casi el doble de las que se conseguían hace

¹ En España está muy extendido el término ordenador para referirse a la traducción de la palabra inglesa *computer*. El DRAE (Diccionario de la Real Academia Española, realizado por la Academia Española y todas las Academias de la Lengua de Latinoamérica, África y Asia) acepta, indistintamente, los términos sinónimos: computador, computadora y ordenador. Entre las diferentes acepciones define la computadora electrónica como: “máquina electrónica, analógica o digital, dotada de una memoria de gran capacidad y de métodos de tratamiento de la información capaz de resolver problemas matemáticos y lógicos mediante la utilización automática de programas informáticos”.

tan sólo dos o tres años por un coste similar². Afortunadamente, el precio del *software* estándar también se ha reducido drásticamente, pero por suerte cada día se requieren más aplicaciones específicas y los programadores profesionales cada día tienen ante sí grandes retos y oportunidades, de modo que los esfuerzos y costes que requieren los desarrollos modernos suelen tener compensaciones económicas para sus autores.

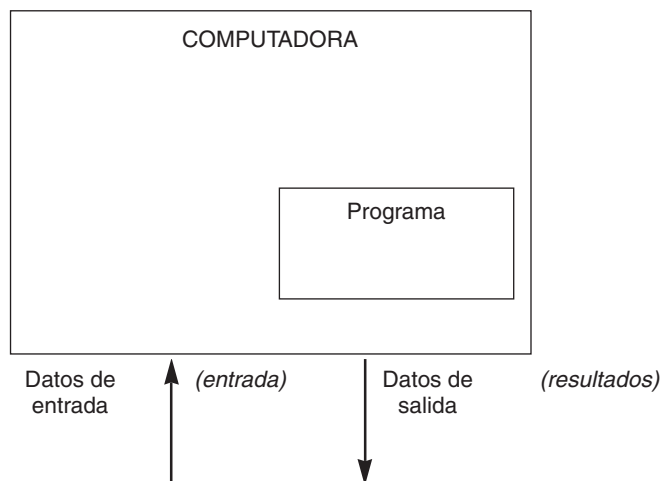


Figura 1.1. Proceso de información en una computadora.

1.1.1. Origen de las computadoras

La primera computadora digital que reseña la historia de la informática, se puede considerar, fue diseñada a finales de la década de los treinta por el Dr. John Atanasof y el estudiante de postgrado Clifford Berry³ en la Universidad de Iowa (Iowa State University). Diseñaron la computadora para realizar cálculos matemáticos en física nuclear.

Sin embargo, la primera computadora electrónica digital de aplicaciones o propósito general se llamaba ENIAC y se terminó en 1946 en la Universidad de Pennsylvania, fue financiada por el Ejército de EE.UU (U.S. Army). La ENIAC pesaba 30 toneladas y ocupaba un espacio de 30 por 50 pies. Se utilizaba esencialmente para predicciones de tiempo, cálculos de tablas balísticas, cálculos de energía atómica. Sus diseñadores fueron J. Prespert Eckert y John Mauchley.

En el mismo año de 1946, el Dr. John Von Neumann de Princeton University propuso el concepto de *computadora con programa almacenado* que consistía en un programa cuyas instrucciones se almacenaban en la memoria de la computadora.

Von Neumann descubrió que era posible que los programas se almacenaran en la memoria de la computadora y que se podrían cambiar más fácilmente que las complejas conexiones de cables y fijaciones de interruptores del ENIAC. Von Neumann diseñó una computadora basada en esta idea. Su diseño ha constituido el nacimiento de la computación moderna y ha dado origen a la denominada **arquitectura de Von Neumann** que es la base de las computadoras digitales actuales.

² A título meramente comparativo resaltar que el primer PC que tuvo el autor de esta obra, comprado en la segunda mitad de los ochenta, costó unos 5-6.000\$ y sólo contemplaba una unidad central de 512 KB, disco duro de 10 MB y una impresora matricial.

³ En su honor se conoce como computadora de Atanasoff-Berry.

Estas computadoras primitivas utilizaban tubos de vacío como componentes electrónicos básicos. No sólo eran muy voluminosas, sino lentas y difíciles de manipular a la par que requerían usos y cuidados especiales. Los avances tecnológicos en semiconductores, transistores y circuitos integrados concluyeron en diseñar y fabricar las nuevas generaciones de computadoras que conducían a máquinas más pequeñas, más rápidas y más económicas que sus predecesoras.

En la década de los setenta, los fabricantes Altair (suele considerarse la primera microcomputadora de la historia) y Apple fabrican la primera microcomputadora de la historia. Steve Jobs y Stephen Wozniak construyen el Apple, la primera computadora doméstica de la historia. Por aquella época otras compañías que fabricaron microcomputadoras fueron Commodore, Radio Shack, Heathkit y en Europa, Sinclair que fabricó el mítico ZX Spectrum con el que aprendieron a programar y a jugar con videojuegos muchos de los grandes ingenieros, catedráticos, etc., de esta década. Eran computadoras que en aquella época no eran aceptadas por la comunidad profesional, las empresas y las industrias.

El 12 de agosto de 1981 IBM presentó en Nueva York y en otras ciudades norteamericanas, la primera computadora de escritorio de la historia, denominada por su inventor, IBM PC (Personal Computer, computadora personal de IBM), cuyo *software* fundamental fue desarrollado por una joven compañía conocida como Microsoft. El PC se convirtió en un éxito instantáneo hasta llegar a convertirse en un aparato o dispositivo electrónico⁴ de uso general, al estilo de una TV o un equipo de música. Sin embargo, conviene recordar que el PC, tal como se le conoce en la actualidad, no fue la primera computadora personal ya que le precedieron otras máquinas con microprocesadores de 8 bits, muy populares en su tiempo, tales como *Apple II*, *Pet CBM*, *Atari*, *TRS-80*, etc., y el mítico *ZX Spectrum*, de los diferentes fabricantes citados en el párrafo anterior.

El término PC se utiliza indistintamente con el término genérico de *computadora de escritorio* o *computadora portátil* (*desktop*) o (*laptop*)⁵.

1.1.2. Clasificación de las computadoras

Las computadoras modernas se pueden clasificar en *computadoras personales*, *servidores*, *minicomputadoras*, *grandes computadoras (mainframes)* y *supercomputadoras*.

Las **computadoras personales (PC)** son los más populares y abarcan desde computadoras portátiles (*laptops* o *notebooks*, en inglés) hasta computadoras de escritorio (*desktop*) que se suelen utilizar como herramientas en los puestos de trabajo, en oficinas, laboratorios de enseñanza e investigación, empresas, etc. Los **servidores** son computadoras personales profesionales y de gran potencia que se utilizan para gestionar y administrar las redes internas de las empresas o departamentos y muy especialmente para administrar sitios Web de Internet. Las computadoras tipo servidor son optimizadas específicamente para soportar una red de computadoras, facilitar a los usuarios la compartición de archivos, de *software* o de periféricos como impresoras y otros recursos de red. Los servidores tienen memorias grandes, altas capacidades de memoria en disco e incluso unidades de almacenamiento masivo como unidades de cinta magnética u ópticas, así como capacidades de comunicaciones de alta velocidad y potentes CPUS, normalmente específicas para sus cometidos.

Estaciones de trabajo (Workstation) son computadoras de escritorio muy potentes destinadas a los usuarios pero con capacidades matemáticas y gráficas superiores a un PC y que pueden realizar tareas más complicadas que un PC en la misma o menor cantidad de tiempo. Tienen capacidad para ejecutar programas técnicos y cálculos científicos, y suelen utilizar UNIX o Windows NT como sistema operativo.

⁴ *Coomodity*, el término por el que se conoce en inglés un dispositivo electrónico de consumo que se puede comprar en un gran almacén.

⁵ En muchos países de Latinoamérica, el término **computadora portátil**, es más conocido popularmente por su nombre en inglés, **laptop**.

Las **minicomputadoras**, hoy día muchas veces confundidas con los servidores, son computadoras de rango medio, que se utilizan en centros de investigación, departamentos científicos, fábricas, etc., y que poseen una gran capacidad de proceso numérico y tratamiento de gráficos, fundamentalmente, aunque también son muy utilizadas en el mundo de la gestión, como es el caso de los conocidos AS/400 de IBM.

Las **grandes computadoras** (*mainframes*) son máquinas de gran potencia de proceso y extremadamente rápidas y además disponen de una gran capacidad de almacenamiento masivo. Son las grandes computadoras de los bancos, universidades, industrias, etc. Las **supercomputadoras**⁶ son los más potentes y sofisticados que existen en la actualidad; se utilizan para tareas que requieren cálculos complejos y extremadamente rápidos. Estas computadoras utilizan numerosos procesadores en paralelo y tradicionalmente se han utilizado y utilizan para fines científicos y militares en aplicaciones tales como meteorología, previsión de desastres naturales, balística, industria aeroespacial, satélites, aviónica, biotecnología, nanotecnología, etc. Estas computadoras emplean numerosos procesadores en paralelo y se están comenzando a utilizar en negocios para manipulación masiva de datos. Una supercomputadora, ya popular es el *Blue Gene* de IBM o el *Mare Nostrum* de la Universidad Politécnica de Cataluña.

Además de esta clasificación de computadoras, existen actualmente otras microcomputadoras que se incorporan en un gran número de dispositivos electrónicos y que constituyen el corazón y brazos de los mismos, por su gran capacidad de proceso. Este es el caso de los **PDA** (Asistentes Personales Digitales) que en muchos casos vienen con versiones específicas para estos dispositivos de los sistemas operativos populares, como es el caso de Windows Mobile, y en otros casos utilizan sistemas operativos exclusivos como es el caso de Symbian y Palm OS. También es cada vez más frecuente que otros dispositivos de mano, tales como los **teléfonos inteligentes**, **cámaras de fotos**, **cámaras digitales**, **videocámaras**, etc., incorporen tarjetas de memoria de 128 Mb hasta 4 GB, con tendencia a aumentar.

1.2. ORGANIZACIÓN FÍSICA DE UNA COMPUTADORA

Los dos componentes principales de una computadora son: *hardware* y *software*. **Hardware** es el equipo físico o los dispositivos asociados con una computadora. Sin embargo, para ser útil una computadora necesita además del equipo físico, un conjunto de instrucciones dadas. El conjunto de instrucciones que indican a la computadora aquello que deben hacer se denomina **software** o **programas** y se escriben por **programadores**. Este libro se centra en la enseñanza y aprendizaje de la programación o proceso de escribir programas.

Una **red** consta de un número de computadoras conectadas entre sí directamente o a través de otra computadora central (llamada *servidor*), de modo que puedan compartir recursos tales como impresoras, unidades de almacenamiento, etc., y que pueden compartir información. Una red puede contener un núcleo de PC, estaciones de trabajo y una o más computadoras grandes, así como dispositivos compartidos como impresora.

La mayoría de las computadoras, grandes o pequeñas, están organizadas como se muestra en la Figura 1.2. Una computadora consta fundamentalmente de cinco componentes principales: *dispositivo(s) de entrada*; *dispositivos de salida*; *unidad central de proceso (UCP)* o *procesador* (compuesto de la **UAL**, Unidad Aritmética y Lógica y la **UC**, Unidad de Control); la *memoria principal* o *central*; *memoria secundaria* o *externa* y el *programa*.

⁶ En España existen varias supercomputadoras. A destacar, las existentes en el Centro de Supercomputación de Galicia, la de la Universidad Politécnica de Valencia y la de la Universidad Politécnica de Madrid. En agosto de 2004 se puso en funcionamiento en Barcelona, en la sede de la Universidad Politécnica de Cataluña, otra gran supercomputadora, en este caso de IBM que ha elegido España y, en particular Barcelona, como sede de esta gran supercomputadora que a la fecha de la inauguración se prevé esté entre las cinco más potentes del mundo. Esta supercomputadora denominada *Mare Nostrum* es una de las más potentes del mundo y está ubicada en el Centro de Supercomputación de Barcelona y dirigido por el profesor Mateo Valero, catedrático de Arquitectura de Computadoras de la Universidad Politécnica de Cataluña.

Si a la organización física de la Figura 1.2 se le añaden los dispositivos para comunicación exterior con la computadora, aparece la estructura típica de un sistema de computadora que, generalmente, consta de los siguientes dispositivos de *hardware*:

- Unidad Central de Proceso, **UCP (CPU, Central Processing Unit)**.
- Memoria principal.
- Memoria secundaria (incluye medios de almacenamiento masivo como disquetes, memorias USB, discos duros, discos CD-ROM, DVD...).
- Dispositivos de entrada tales como teclado y ratón.
- Dispositivos de salida tales como monitores o impresoras.
- Conexiones de redes de comunicaciones, tales como módems, conexión *Ethernet*, conexiones **USB**, conexiones serie y paralelo, conexión *Firewire*, etc.

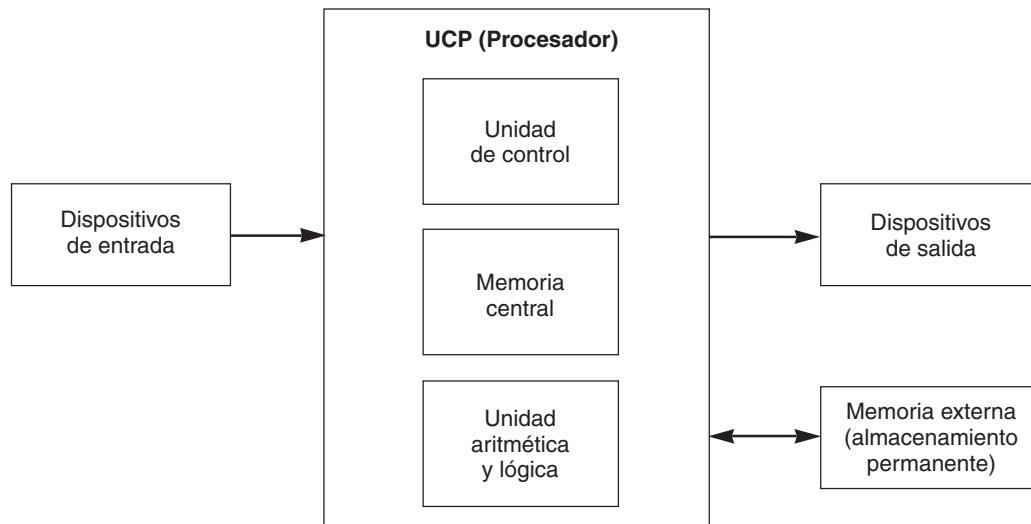


Figura 1.2. Organización física de una computadora.

Las computadoras sólo entienden un lenguaje compuesto únicamente por ceros y unos. Esta forma de comunicación se denomina **sistema binario** digital y en el caso concreto de las máquinas computadoras, código o **lenguaje máquina**. Este lenguaje máquina utiliza secuencias o patrones de ceros y unos para componer las instrucciones que posteriormente reciben de los diferentes dispositivos de la computadora, tales como el microprocesador, las unidades de discos duros, los teclados, etc.

La Figura 1.2 muestra la integración de los componentes que conforman una computadora cuando se ejecuta un programa; las flechas conectan los componentes y muestran la dirección del flujo de información.

El **programa** se debe transferir primero de la *memoria secundaria* a la *memoria principal* antes de que pueda ser ejecutado. Los datos se deben proporcionar por alguna fuente. La persona que utiliza un programa (**usuario** de programa) puede proporcionar datos a través de un dispositivo de entrada. Los datos pueden proceder de un **archivo (fichero)**, o pueden proceder de una máquina remota vía una conexión de red de la empresa o bien la red Internet.

Los datos se almacenan en la **memoria principal** de una computadora a la cual se puede acceder y manipular mediante la **unidad central de proceso (UCP)**. Los resultados de esta manipulación se almacenan de nuevo en la memoria principal. Por último, los resultados (la información) de la memoria

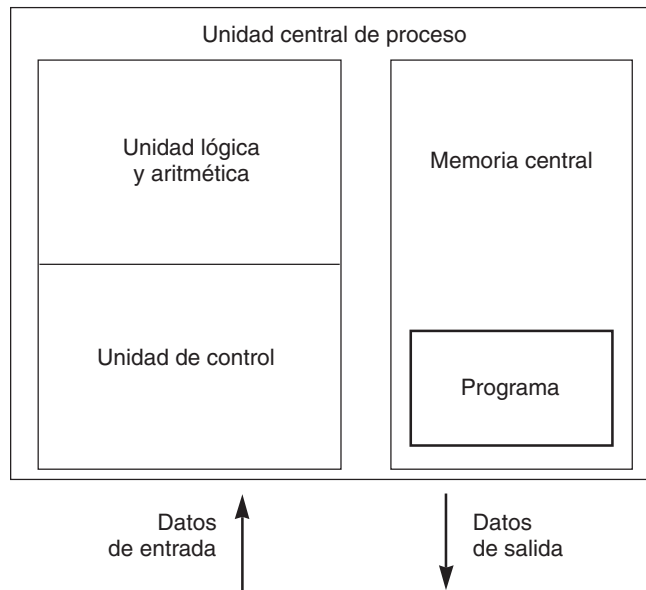


Figura 1.3. Unidad Central de Proceso⁷.

principal se pueden visualizar en un **dispositivo de salida**, guardar en un almacenamiento secundario o enviarse a otra computadora conectada con ella en red.

Uno de los componentes fundamentales de un PC es la placa base (en inglés, *motherboard* o *main-board*) que es una gran placa de circuito impreso que conecta entre sí los diferentes elementos contenidos en ella y sobre la que se conectan los elementos más importantes del PC: zócalo del microprocesador, zócalos de memoria, diferentes conectores, ranuras de expansión, puertos, etc.

Los paquetes de datos (de 8, 16, 32, 64 o más bits a la vez) se mueven continuamente entre la CPU y todos los demás componentes (memoria RAM, disco duro, etc.). Estas transferencias se realizan a través de *buses*. Los **buses** son los canales de datos que interconectan los componentes del PC; algunos están diseñados para transferencias pequeñas y otros para transferencias mayores. Existen diferentes *buses* siendo el más importante el *bus frontal* (**FSB**, *Front Side Bus*) en los sistemas actuales o *bus del sistema* (en sistemas más antiguos) y que conectan la CPU o procesador con la memoria RAM. Otros *buses* importantes son los que conectan la placa base de la computadora con los dispositivos periféricos del PC y se denominan *buses de E/S*.

1.2.1. Dispositivos de Entrada/Salida (E/S): periféricos

Los dispositivos de *Entrada/Salida* (E/S) [*Input/Output* (**I/O**) en inglés] permiten la comunicación entre la computadora y el usuario. Los *dispositivos de entrada*, como su nombre indica, sirven para introducir datos (información) en la computadora para su proceso. Los datos se *leen* de los dispositivos de entrada y se almacenan en la memoria central o interna. Los dispositivos de entrada convierten la información de entrada en señales eléctricas que se almacenan en la memoria central. Dispositivos de entrada típicos son los **teclados**; otros son: **lectores de tarjetas** —ya en desuso—, **lápices ópticos**, **palancas de mando** (*joystick*), **lectores de códigos de barras**, **escáneres**, **micrófonos**, etc. Hoy día tal vez el dispositivo

⁷ El lector interesado en profundizar en las características de la CPU, puede descargar de la red un pequeño programa creado por el ingeniero japonés Oda que en su sitio Web H.Oda!'s (www.h-oda.com) proporciona información exhaustiva y muy interesante relativa a la CPU, frecuencia, *chipsets*, memoria..., de su computadora personal.



Figura 1.4. Dispositivo de salida (Impresora HP Color LaserJet 2600n).

de entrada más popular es el **ratón** (*mouse*) que mueve un puntero electrónico sobre la pantalla que facilita la interacción usuario-máquina⁸.

Los *dispositivos de salida* permiten representar los resultados (salida) del proceso de los datos. El dispositivo de salida típico es la **pantalla (CRT)**⁹ o **monitor**. Otros dispositivos de salida son: **impresoras** (imprimen resultados en papel), **trazadores gráficos** (*plotters*), **reconocedores de voz**, **altavoces**, etc.

El teclado y la pantalla constituyen —en muchas ocasiones— un único dispositivo, denominado **terminal**. Un teclado de terminal es similar al teclado de una máquina de escribir moderna con la diferencia de algunas teclas extras que tiene el terminal para funciones especiales. Si está utilizando una computadora personal, el teclado y el monitor son dispositivos independientes conectados a la computadora por cables. En ocasiones, la impresora se conoce como **dispositivo de copia dura** (*hard copy*), debido a que la escritura en la impresora es una copia permanente (dura) de la salida, y en contraste a la pantalla se la denomina **dispositivo de copia blanda** (*soft copy*), ya que la pantalla actual se pierde cuando se visualiza la siguiente.

Los dispositivos de entrada/salida y los dispositivos de almacenamiento secundario o auxiliar (memoria externa) se conocen también con el nombre de *dispositivos periféricos* o simplemente **periféricos** ya que, normalmente, son externos a la computadora. Estos dispositivos son unidades de discos (disquetes (ya en desuso), CD-ROM, DVD, cintas, etc.), videocámaras, teléfonos celulares (móviles), etc.

1.2.2. La memoria principal

La memoria de una computadora almacena los datos de entrada, programas que se han de ejecutar y resultados. En la mayoría de las computadoras existen dos tipos de memoria principal: **memoria de acceso aleatorio RAM** que soporta almacenamiento temporal de programas y datos y **memoria de sólo lectura ROM** que almacena datos o programas de modo permanente.

La **memoria central (RAM, Random, Access Memory)** o simplemente **memoria** se utiliza para almacenar, de modo temporal información, datos y programas. En general, la información almacenada en memoria puede ser de dos tipos: las *instrucciones* de un programa y los *datos* con los que operan las

⁸ Todas las acciones a realizar por el usuario se realizarán con el ratón con la excepción de las que requieren de la escritura de datos por teclado. El nombre de ratón parece que proviene de la similitud del cable de conexión con la cola de un ratón. Hoy día, sin embargo, este razonamiento carece de sentido ya que existen ratones inalámbricos que no usan cable y se comunican entre sí a través de rayos infrarrojos.

⁹ *Cathode Ray Tube*: Tubo de rayos catódicos.

instrucciones. Para que un programa se pueda *ejecutar* (correr, rodar, funcionar..., en inglés *run*), debe ser situado en la memoria central, en una operación denominada *carga* (*load*) del programa. Después, cuando se ejecuta (se realiza, funciona) el programa, *cualquier dato a procesar por el programa se debe llevar a la memoria* mediante las instrucciones del programa. En la memoria central, hay también datos diversos y espacio de almacenamiento temporal que necesita el programa cuando se ejecuta con él a fin de poder funcionar.

La memoria principal es la encargada de almacenar los programas y datos que se están ejecutando y su principal característica es que el acceso a los datos o instrucciones desde esta memoria es muy rápido.

Es un tipo de memoria volátil (su contenido se pierde cuando se apaga la computadora); esta memoria es, en realidad, la que se suele conocer como memoria principal o de trabajo; en esta memoria se pueden escribir datos y leer de ella. Esta memoria RAM puede ser *estática* (**SRAM**) o *dinámica* (**DRAM**) según sea el proceso de fabricación. Las memorias RAM actuales más utilizadas son : SDRAM en sus dos tipos: DDR (Double Data Rate) y DDR2.

Ejecución

Cuando un programa se ejecuta (realiza, funciona) en una computadora, se dice que se ejecuta¹⁰.

En la memoria principal se almacenan:

- Los datos enviados para procesarse desde los dispositivos de entrada.
- Los programas que realizarán los procesos.
- Los resultados obtenidos preparados para enviarse a un dispositivo de salida.

La memoria **ROM**, es una memoria que almacena información de modo permanente en la que no se puede escribir (viene pregrabada “grabada” por el fabricante) ya que es una *memoria de sólo lectura*. Los programas almacenados en ROM no se pierden al apagar la computadora y cuando se enciende, se lee la información almacenada en esta memoria. Al ser esta memoria de sólo lectura, los programas almacenados en los chips ROM no se pueden modificar y suelen utilizarse para almacenar los programas básicos que sirven para arrancar la computadora.

Con el objetivo de que el procesador pueda obtener los datos de la memoria central más rápidamente, la mayoría de los procesadores actuales (muy rápidos) utilizan con frecuencia una *memoria* denominada *caché* que sirva para almacenamiento intermedio de datos entre el procesador y la memoria principal. La memoria caché —en la actualidad— se incorpora casi siempre al procesador.

Los programas y los datos se almacenan en RAM. Las memorias de una computadora personal constan actualmente de 512 MB a 1 y 2, aunque ya es frecuente encontrar memorias centrales de 4 y 8 GB en computadoras personales y en cantidad mayor en computadoras profesionales y en servidores.

Normalmente una computadora contiene mucha más memoria RAM que memoria ROM interna; también la cantidad de memoria se puede aumentar hasta un máximo especificado, mientras que la cantidad de memoria ROM, normalmente es fija. Cuando en la jerga informática y en este texto se menciona la palabra memoria se suele referir a memoria RAM que normalmente es la memoria accesible al programador.

La memoria RAM es una memoria muy rápida y limitada en tamaño, sin embargo la computadora tiene otro tipo de memoria denominada *memoria secundaria o almacenamiento secundario* que puede crecer comparativamente en términos mucho mayores. La **memoria secundaria** es realmente un dispo-

¹⁰ En la jerga informática también se conoce esta operación como “correr un programa”.

sitivo de almacenamiento masivo de información y por ello, a veces se la conoce como, *memoria auxiliar*, *almacenamiento auxiliar*, *almacenamiento externo* y *memoria externa*.

1.2.3. Unidades de medida de memoria

La **memoria principal** es uno de los componentes más importantes de una computadora y sirve para almacenamiento de información (datos y programas). Existen dos tipos de memoria y de almacenamiento: Almacenamiento principal (memoria principal o memoria central) y almacenamiento secundario o almacenamiento masivo (discos, cintas, etc.).

La memoria central de una computadora es una zona de almacenamiento organizada en centenares o millares de unidades de almacenamiento individual o celdas. La memoria central consta de un conjunto de *celdas de memoria* (estas **celdas** o **posiciones de memoria** se denominan también **palabras**, aunque no “guardan” analogía con las palabras del lenguaje). Cada palabra puede ser un grupo de 8 bits, 16 bits, 32 bits o incluso 64 bits, en las computadoras más modernas y potentes. Si la palabra es de 8 bits se conoce como *byte*. El término *bit* (*dígito binario*)¹¹ se deriva de las palabras inglesas “**binary digit**” y es la unidad de información más pequeña que puede tratar una computadora. El término **byte** es muy utilizado en la jerga informática y, normalmente, las palabras de 16 bits se suelen conocer como palabras de 2 *bytes*, y las palabras de 32 bits como palabras de 4 *bytes*.

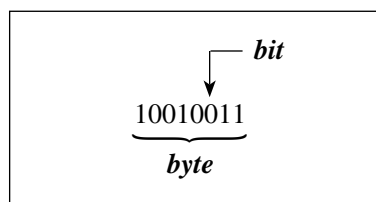


Figura 1.5. Relación entre un bit y un byte.

La memoria central de una computadora puede tener desde unos centenares de millares de *bytes* hasta millones de *bytes*. Como el *byte* es una unidad elemental de almacenamiento, se utilizan múltiplos para definir el tamaño de la memoria central: **Kilobyte (KB)** igual a 1.024 *bytes*¹² (2^{10}), **Megabyte (MB)** igual a 1.024 x 1.024 *bytes* ($2^{20} = 1.048.576$), **Gigabyte (GB)** igual a 1.024 MB ($2^{30} = 1.073.741.824$). Las abreviaturas **MB** y **GB** se han vuelto muy populares como unidades de medida de la potencia de una computadora.

Desgraciadamente la aplicación de estos prefijos representa un mal uso de la terminología de medidas, ya que en otros campos las referencias a las unidades son potencias de 10. Por ejemplo, las medidas en distancias, **Kilómetro (Km)** se refiere a 1.000 metros, las medidas de frecuencias, **Megahercio (MHz)** se refieren a 1.000.000 de hercios. En la jerga informática popular para igualar terminología, se suele hablar de 1 **KB** como 1.000 bytes y 1 **MB** como 1.000.000 de bytes y un 1 **GB** como 1.000 millones de

¹¹ Binario se refiere a un sistema de numeración basado en los dos números o dígitos, 0 y 1; por consiguiente, un bit es o bien un 0 o bien un 1.

¹² Se adoptó el término Kilo en computadoras debido a que 1.024 es muy próximo a 1.000, y por eso en términos familiares y para que los cálculos se puedan hacer fáciles mentalmente se asocia 1 KB a 1.000 *bytes* y 1 MB a 1.000.000 de *bytes* y 1 GB a 1.000.000.000 de *bytes*. Así, cuando se habla en jerga diaria de 5 KB estamos hablando, en rigor, de $5 \times 1.024 = 5.120$ *bytes*, pero en cálculos consideramos 5.000 *bytes*. De este modo se guarda correspondencia con las restantes representaciones de las palabras Kilo, Mega, Giga... Usted debe considerar siempre los valores reales para 1 KB, 1 MB o 1 GB, mientras esté en su fase de formación y posteriormente en el campo profesional desde el punto de vista de programación, para evitar errores técnicos en el diseño de sus programas, y solo recurrir a las cifras mil, millón, etc., para la jerga diaria.

bytes, sobre todo para correspondencia y fáciles cálculos mentales, aunque como se observa en la Tabla 1.1 estos valores son sólo aproximaciones prácticas.

Tabla 1.1. Unidades de medida de almacenamiento.

Byte	Byte (B)	<i>equivale a</i>	8 bits	
Kilobyte	Kbyte (KB)	<i>equivale a</i>	1.024 bytes	(10 ³)
Megabyte	Mbyte (MB)	<i>equivale a</i>	1.024 Kbytes	(10 ⁶)
Gigabyte	Gbyte (GB)	<i>equivale a</i>	1.024 Mbytes	(10 ⁹)
Terabyte	Tbyte (TB)	<i>equivale a</i>	1.024 Gbytes	(10 ¹²)
Petabyte	Pbyte (PB)	<i>equivale a</i>	1.024 Tbytes	(10 ¹⁵)
Exabyte	Ebyte (EB)	<i>equivale a</i>	1.024 Pbytes	(10 ¹⁸)
Zettabyte	Zbyte (ZB)	<i>equivale a</i>	1.024 Ebytes	(10 ²¹)
Yotta	Ybyte (YB)	<i>equivale a</i>	1.024 Zbytes	(10 ²⁴)

1 Tb = 1.024 Gb = 1.024 Mb = 1.048.576 Kb = 1.073.741.824 b

- La memoria de una computadora es una secuencia ordenada de celdas de memoria.
- Cada celda de memoria tiene una única dirección que indica su posición relativa en la memoria.
- Los datos se almacenan en una celda de memoria y constituyen el contenido de dicha celda.

Byte

Un **byte** es una posición de memoria que puede contener ocho bits. Cada bit sólo puede contener dos valores posibles, 0 ó 1. Se requieren ocho bits (un byte) para codificar un carácter (una letra u otro símbolo del teclado).

Bytes, direcciones, memoria

La memoria principal se divide en posiciones numeradas que se denominan **bytes**. A cada **byte** se asocia un número denominado **dirección**. Un número o una letra se representan por un grupo de **bytes** consecutivos en una posición determinada. La dirección del primer **byte** del grupo se utiliza como la dirección más grande de esta posición de memoria.

Espacio de direccionamiento

Para tener acceso a una palabra en la memoria se necesita un identificador que a nivel de *hardware* se le conoce como dirección. Existen dos conceptos importantes asociados a cada celda o posición de memoria: su **dirección** y su **contenido**. Cada celda o **byte** tiene asociada una única **dirección** que indica su posición relativa en memoria y mediante la cual se puede acceder a la posición para almacenar o recuperar información. La información almacenada en una posición de memoria es su contenido. La Figura 1.6 muestra una memoria de computadora que consta de 1.000 posiciones en memoria con direcciones de 0 a 999 en código decimal. El contenido de estas direcciones o posiciones de memoria se llaman **palabras**, que como ya se ha comentado pueden ser de 8, 16, 32 y 64 bits. Por consiguiente, si trabaja

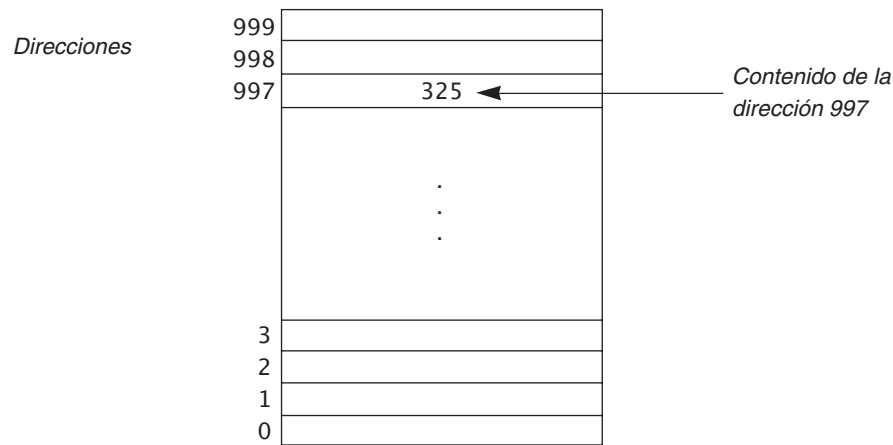


Figura 1.6. Memoria central de una computadora.

con una máquina de 32 bits, significa que en cada posición de memoria de su computadora puede alojar 32 bits, es decir 32 dígitos, bien ceros o unos.

Las direcciones de memoria se definen usando enteros binarios sin signo o sus correspondientes enteros decimales

El número de posiciones únicas identificables en memoria se denomina **espacio de direccionamiento**. Por ejemplo, en una memoria de 64 *kilobytes* (KB) y un tamaño de palabra de un *byte* tienen un espacio de direccionamiento que varía de 0 a 65.535 (64 KB, $64 \times 1.024 = 65.536$).

Los bytes sirven para representar los caracteres (letras, números y signos de puntuación adicionales) en un código estándar internacional denominado **ASCII** (**A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange), utilizado por todas las computadoras del mundo, o bien en un código estándar más moderno denominado **Unicode**. Todos estos símbolos se almacenan en memoria y con ellos trabajan las computadoras.

1.2.4. El procesador

El **procesador** o **microprocesador** es un *chip* (**c**ircuito **i**ntegrado) que controla y realiza las funciones y operaciones; es el cerebro y corazón de la computadora. En realidad el microprocesador representa la Unidad Central de Proceso. Todas las UCP tienen una velocidad de trabajo, regulada por un pequeño *crystal de cuarzo*, y que se conoce como *frecuencia de reloj*. El cristal vibra a un elevado número de ciclos de reloj. Con cada ciclo de reloj se envía un impulso a la UCP, y en principio, cada pulsación puede hacer realizar una o más tareas a la UCP. El número de ciclos de reloj por segundo se mide en hertzios. El cristal de la UCP vibra millones de veces por segundo y por esta razón la velocidad del reloj se calcula en millones de oscilaciones (megahertzios o MHz) o miles de millones de ciclos por segundo, gigahertzios (GHz). En consecuencia la velocidad de los microprocesadores se mide en MHz o en GHz.

Generaciones de microprocesadores

El PC original de 1981 trabajaba a 4,77 MHz y su microprocesador era el Intel 8088. Trabajaba a 16 bits internamente, aunque el bus externo para comunicarse con el resto de componentes era tan sólo de 8 bits.

El microprocesador Intel 8088 fue lanzado al mercado en junio de 1979, aunque con anterioridad (Junio de 1978) Intel lanzó el 8086. Estos microprocesadores con sus diferentes modelos, constituyeron la primera generación o familia de microprocesadores. En total, Intel ha lanzado numerosas generaciones o familias de procesadores que han permanecido en el mercado durante varios años durante los cuales se ha ido incrementando la frecuencia de reloj. Los actuales procesadores son ya casi mil veces más potentes que los primeros que se fabricaron (4,77 MHz el 8088 y 3,8 GHz el Pentium 4).

Intel decidió a finales del 2004 denominar en lo sucesivo a sus procesadores con números de tres dígitos y añadirles el nombre de la tecnología de fabricación. Las tecnologías más innovadoras son: Hyper-Threading (HT) y Dual-Core (Doble Núcleo). Los procesadores más populares en 2006 son: Pentium 4, Pentium M, Pentium M², Pentium D y Celeron.

Microprocesadores para computadoras portátiles (laptops-notebooks)

Dada la rápida difusión de las computadoras portátiles, los programadores deben conocer las marcas y modelos disponibles en el mercado ya que con toda seguridad en su periodo de educación y aprendizaje, así como en su actividad profesional trabajarán con máquinas de este tipo. Los dos grandes fabricantes siguen siendo Intel y AMD, aunque aquí en los últimos años se ha unido Transmeta, empresa conocida por estar vinculada en sus orígenes con Linus Torvalds, el creador del sistema operativo Linux.

Tabla 1.2. Procesadores Centrino y Centrino Duo.

Centrino Intel Pentium M Bus frontal: 533 MHz. Caché: 2 MB		Centrino Duo (Intel Core Duo/Solo) Bus frontal: 667 MHz. Caché: 2 MB	
Nombre	Velocidad de reloj	Nombre	Velocidad de reloj
M780	2,26 GHz	T2600	2,16 GHz
M770	2,13 GHz	T2500	2,00 GHz
M760	2,00 GHz	T2400	1,83 GHz
M750	1,86 GHz	T2300	1,66 GHz
M740	1,73 GHz	T1300*	1,66 GHz
M630	1,60 GHz	* Intel Core Solo	

Intel fabrica tres grandes familias de microprocesadores adaptadas a las computadoras portátiles: Pentium 4-M y Pentium-M de tecnología *Centrino* y la más innovadora, Core Duo y Core Solo, de doble núcleo presentado el 5 de enero de 2006. La tecnología *Centrino* es posiblemente la tecnología más innovadora existente en la actualidad para dispositivos móviles y equipos portátiles; está basada en la tecnología *Wi-Fi* para redes inalámbricas que además permite el uso de baterías durante más tiempo, así como el diseño de computadoras portátiles más delgadas y ligeras que ofrecen un elevado rendimiento. Los modelos *Centrino* que comercializa Intel van en la actualidad en rangos de frecuencia de 1,5 GHz a 2,26 GHz; aunque notablemente más caros que sus homónimos de la serie Pentium 4-M, sin duda compensa en prestaciones la diferencia de precios. AMD comercializa, por el contrario, *Mobile Athlon 4* en gama profesional y en gama baja *Mobile Duron*, aunque ninguno de ellos soporta por ahora la tecnología inalámbrica *Wi-Fi*.

Proceso de ejecución de un programa

La Figura 1.7 muestra un sistema de PC típico, con los dispositivos de entrada y salida. El ratón y el teclado introducen datos en la memoria central cuando se ejecuta el programa. Los datos intermedios o auxiliares se transfieren desde la unidad de disco (archivo) a la pantalla y a la unidad de disco, a medida que se ejecuta el programa.

Cuando un programa se ejecuta, se debe situar primero en memoria central de igual modo que los datos. Sin embargo, la información almacenada en la memoria se pierde (borra) cuando se *apaga* (desconecta de la red eléctrica) la computadora, y por otra parte la memoria central es limitada en capacidad. Por esta razón, para poder disponer de almacenamiento permanente, tanto para programas como para datos, se necesitan *dispositivos de almacenamiento secundario, auxiliar o masivo (mass storage, o secondary storage)*.

En el campo de las computadoras es frecuente utilizar la palabra **memoria** y almacenamiento o **memoria** externa, indistintamente. En este libro —y recomendamos su uso— se utilizará el término memoria sólo para referirse a la memoria central.

Comparación de la memoria central y la memoria auxiliar

La memoria central o principal es mucho más rápida y cara que la memoria auxiliar. Se deben transferir los datos desde la memoria auxiliar hasta la memoria central, antes de que puedan ser procesados. Los datos en memoria central son: volátiles y desaparecen cuando se apaga la computadora. Los datos en memoria auxiliar son permanentes y no desaparecen cuando se apaga la computadora.

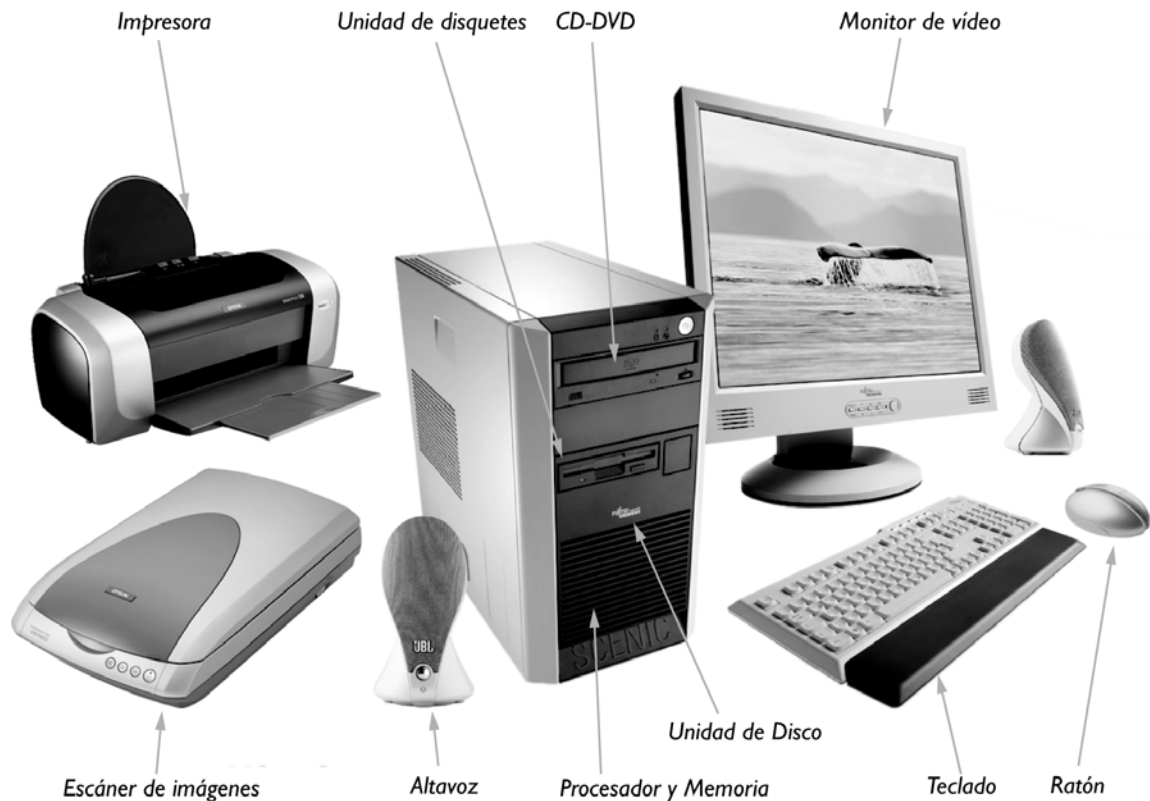


Figura 1.7. Vista general de un PC con sus periféricos (figura tomada de A. Prieto et al., *Introducción a la informática*, McGraw-Hill, 2006).

1.3. DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO SECUNDARIO (ALMACENAMIENTO MASIVO)

La memoria secundaria, mediante los dispositivos de almacenamiento secundario, proporciona capacidad de almacenamiento fuera de la UCP y del almacenamiento o memoria principal. El almacenamiento secundario es no volátil y mantiene los datos y programas, incluso cuando se apaga la computadora. Las unidades (*drives*, en inglés), periféricos o dispositivos de almacenamiento secundario son dispositivos periféricos que actúan como medio de soporte para almacenar datos —temporal o permanentemente— que ha de manipular la UCP durante el proceso en curso y que no puede contener la memoria principal.

Las tecnologías de almacenamiento secundario más importantes son **discos magnéticos**, **discos ópticos** y **cintas magnéticas**. El dispositivo de almacenamiento secundario más común es la unidad de disco o disquetera, que sirve para alojar los discos. En ella se almacenan y recuperan datos y programas de un disco, transfiriendo los datos entre la memoria secundaria y la memoria principal.

La información almacenada en la memoria central es *volátil* (desaparece cuando se apaga la computadora) y la información almacenada en la memoria auxiliar es *permanente*. Esta información contenida en la memoria secundaria se conserva en unidades de almacenamiento denominadas **archivos (ficheros, files** en inglés) que pueden ser tan grandes como se desee. Un programa, por ejemplo, se almacena en un archivo y se copia en memoria principal cuando se ejecuta el programa. Se puede almacenar desde un programa, hasta un capítulo de un libro, un inventario de un almacén o un listado de clientes o cualquier otra unidad de información como música, archivos **MP3**, **DivX**, un correo **electrónico**, etc. Los resultados de los programas se pueden guardar como *archivos de datos* y los programas que se escriben se guardan como *archivos de programas*, ambos en la memoria auxiliar. Cualquier tipo de archivo se puede transferir fácilmente desde la memoria auxiliar hasta la central para su proceso posterior.

1.3.1. Discos magnéticos

Los discos son dispositivos formados por componentes electromagnéticos que permiten un acceso rápido a bloques físicos de datos. La información se registra en la superficie del disco y se accede a ella por medio de cabezas de *lectura/escritura* que se mueven sobre la superficie. Los discos magnéticos se clasifican en **disquetes (flopy disk)**, ya prácticamente en desuso, y **discos duros (hard disk)**.

Los primeros disquetes, antes del advenimiento del PC eran de 8 pulgadas; posteriormente aparecieron del tamaño de 5 1/4" de 360 KB de capacidad que llegaron a alcanzar 1.2 MB (ya prácticamente en desuso) y los que se fabrican en la actualidad de 3,5" y capacidad de 1.44 Megabytes (2.8 MB, en algunos casos). Los disquetes han sido muy populares, pero hoy día cada vez se utilizan menos, su gran ventaja era su tamaño y que eran transportables de una computadora a otra, además, era relativamente fácil grabar y borrar su información. Los **discos duros** también llamados discos fijos (*hard disk*) se caracterizan por su gran capacidad de almacenamiento (del orden de decenas o centenas de GB, etc.) y porque normalmente se encuentran empotrados en la unidad física de la computadora. Las computadoras grandes utilizan múltiples discos duros ya que ellos requieren gran capacidad de almacenamiento que se mide en Gigabytes o en Terabytes. Es posible ampliar el tamaño de los discos duros de una computadora, bien cambiándolos físicamente por otros de capacidad mayor o bien añadiendo otros a los existentes.

Un disco debe ser formateado antes de ser utilizado. La operación de formateado escribe información en el disco de modo que los datos se pueden escribir y recuperar eficientemente. El proceso de formatear un disquete es análogo al proceso de dibujar líneas en un aparcamiento y la numeración de las correspondientes plazas. Permite que la información se sitúe (plaza de aparcamiento o "parqueo") y se recupere (encontrar su automóvil de modo rápido y seguro). Esto explica por qué un disco tiene menos espacio en el mismo después de que ha sido formateado (al igual que un aparcamiento, ya que las líneas y la numeración ocupan un espacio determinado).

Hoy día se comercializan numerosos discos duros transportables (*removibles*) que se conectan fácilmente mediante los controladores USB que se verán posteriormente.

1.3.2. Discos ópticos: CD-ROM y DVD

Los **discos ópticos** difieren de los tradicionales discos duros o discos magnéticos en que los primeros utilizan un haz de láser para grabar la información. Son dispositivos de almacenamiento que utilizan la misma tecnología que los dispositivos compactos de audio para almacenar información digital. Por esta razón suelen tener las mismas características que los discos de música: muy resistentes al paso del tiempo y con gran capacidad de almacenamiento. Estos discos se suelen utilizar para almacenar información histórica (no va a sufrir modificaciones frecuentes), archivos gráficos complejos, imágenes digitales, etc. Al igual que los disquetes son transportables y compatibles entre computadoras. Los dos grandes modelos existentes en la actualidad son los discos compactos (CD) y los discos versátiles digitales (DVD).

El CD-ROM (el cederrón)¹³ (Compact Disk-Read Only Memory, Disco compacto - Memoria de solo lectura)

Estos discos son el medio ideal para almacenar información de forma masiva que no necesita ser actualizada con frecuencia (dibujos, fotografías, enciclopedias...). La llegada de estos discos al mercado hizo posible el desarrollo de la *multimedia*, es decir, la capacidad de integrar medios de todo tipo (texto, sonido e imágenes). Permiten almacenar 650 ó 700 Megabytes de información. En la actualidad son muy económicos, alrededor de medio euro (medio dólar). Estos discos son de sólo lectura, por lo que sólo se pueden grabar una vez. Estos discos conocidos como CD-R o CD+R son cada día más populares y han sustituido a los disquetes de 3.5".

Existen discos CD que permiten grabación de datos, además de lectura y se conocen como discos CD-RW (CD-Recordable y ReWritable). Desde hace años es posible encontrar en el mercado estos discos ópticos CD en los que se puede leer y escribir información por parte del usuario cuantas veces se deseen. Es el modelo *regrabable*, por excelencia. Este modelo se suele utilizar para realizar copias de seguridad del disco duro o de la información más sensible, al poder actualizarse continuamente. Aunque nació para emplearse en servidores, estaciones de trabajo, etc., hoy día, es un disco que suele utilizarse en computadoras personales de grandes prestaciones. Las unidades lectoras y grabadoras de discos¹⁴ de este tipo, tiene ya precios asequibles y son muchos los usuarios, incluso, domésticos, que incorporan estas unidades a sus equipos informáticos.

DVD (Digital Versatile Disc): Videodisco digital (DVD-+RW, DVD de alta capacidad de almacenamiento: HD DVD y Blu-ray)

Este disco óptico nació en 1995, gracias a un acuerdo entre los grandes fabricantes de electrónica de consumo, estudios de cine y de música (Toshiba, Philips, Hitachi, JVC, etc.). Son dispositivos de alta capacidad de almacenamiento, interactivos y con total compatibilidad con los medios existentes. Tiene además una gran ventaja: su formato sirve tanto para las computadoras como para los dispositivos de electrónica de consumo. El DVD es capaz de almacenar hasta 26 CD con una calidad muy alta y con una capacidad que varía, desde los 4.7 GB del tipo de una cara y una capa hasta los 17 GB del de dos caras y dos capas, o lo que es igual, el equivalente a la capacidad de 7 a 26 CD convencionales. Estas cifras significan que se pueden almacenar en uno de estos discos una película completa en diferentes idiomas e incluso subtítulos.

En la actualidad se pueden encontrar tres formatos de DVD grabables: **DVD-R** (se puede grabar una sola vez); **DVD-RAM** (*reescribible* pero con un funcionamiento similar al disco duro); **DVD-RW** (lectura y escritura, regrabable). Al igual que en el caso de los discos compactos, requieren de unas unidades espe-

¹³ La última edición (22.ª, 2001) del Diccionario de la Lengua Española (DRAE) ha incorporado el término **cederrón**.

¹⁴ En Hispanoamérica se conoce también a estas unidades como unidades "quemadoras" de disco, traducción fiel del término anglosajón.

ciales de lectura y reproducción, así como grabadoras/regrabadoras. Estas últimas se encuentran ya en el mercado, a precios muy asequibles. La mayoría de las computadoras que se comercializan en cualquier gran almacén incluyen de serie una unidad lectora de DVD y grabadora de CD-RW o de DVD, que permiten grabar una y otra vez en los discos de formato RW. Comienza a ser también frecuente encontrar PCs con unidades de grabación de todos los formatos DVD, tales como **DVD-R**, **DVD+R**, **DVD-RW** y **DVD+RW** y pronto con los nuevos DVD de Toshiba y Sony de alta capacidad de almacenamiento (15 GB a 50 GB)¹⁵.



Figura 1.8. Unidad de disquete USB (izquierda), unidad de DVD regrabable (centro) y lector de Blu-ray (derecha).

Discos duros virtuales

Es un nuevo dispositivo de almacenamiento de información que no reside en la computadora del usuario sino en un espacio virtual residente en un sitio Web de Internet (de tu propia empresa, o de cualquiera otra que ofrezca el servicio). Es una buena opción para el usuario (estudiantes, particulares, profesionales, empresas...) de tipo medio y empresas que utilizan grandes volúmenes de información y que necesitan más espacio y no lo tienen disponible en sus equipos. Este almacenamiento o alojamiento puede ser gratuito o de pago, pero en cualquier forma no deja de ser una interesante oferta para el programador que encuentra un lugar donde situar aplicaciones, archivos, etc., que no puede almacenar en su computadora.

El inconveniente de esta solución es el riesgo que se ha de asumir al depositar información en lugares no controlados por uno mismo. Esta situación plantea la necesidad de un estudio de la privacidad y seguridad que van a tener los datos que deposite en estos discos virtuales. La Tabla 1.3 muestra algunas direcciones de almacenamiento virtual en Internet que en algunos casos son gratuitos.

Hoy, además de sitios como los referenciados en la Tabla 1.3, la mayoría de los buscadores de Internet ofrecen una gran capacidad de almacenamiento gratuito, donde se pueden almacenar gran cantidad

Tabla 1.3. Algunas direcciones de sitios Web para almacenamiento virtual de datos.

Nombre de la empresa	Dirección de Internet
<i>Xdrive</i>	www.xdrive.com
FreeDrive (propiedad de <i>Xdrive</i>)	www.freedrive.com
<i>FreeMailGuide</i>	www.freemailguide.com
<i>Yahoo! Briefcase</i> (necesita registro previo)	briefcase.yahoo.com

¹⁵ En abril de 2006 se están presentando los 16 nuevos lectores de DVD de gran capacidad de almacenamiento de Toshiba (HD DVD, de 15 GB a 45 GB) y **Blu Ray** de Sony (de 25 GB a 50 GB).

de datos además de los correos electrónicos, y totalmente gratuitos, y con un programa adecuado se puede también convertir este espacio de correo electrónico en espacio para un disco duro virtual. Este es el caso, entre otros, de **Gmail** de *Google*, que ofrece más de 2 GB, **Yahoo** que ofrece 1 GB, **Lycos** que ofrece 1 GB, Microsoft que también ofrece en **Hotmail**, 1 GB.¹⁶

1.3.3. Discos y memorias Flash USB

Una memoria *flash*, también comercializada como un disco es un pequeño almacén de memoria móvil de un tamaño algo mayor que un mechero o llavero (por esta razón a veces se les llama *llaveros flash*) y por consiguiente se puede transportar en el bolsillo de una prenda de vestir. Este disco o memoria se puede conectar a cualquier PC de escritorio o portátil que disponga de una conexión USB (véase, apartado 1.4.2). Se comercializa por muchos fabricantes¹⁷ y puede almacenar desde 64 KB a 512 KB, aunque ya se comercializan de 1 a 4 GB. Se han convertido en el medio más económico y práctico para llevar archivos de cualquier tipo e incluso hasta programas como copias de seguridad. Discos duros USB se comercializan también desde 80 a 500 GB, e incluso superiores. Al ser regrabables y de fácil instalación (sólo necesitan enchufarse en un puerto USB) se están constituyendo en el medio idóneo para almacenamiento de información personal y como dispositivo de copia de seguridad.



Figura 1.9. Tarjeta compact flash (izquierda), memoria flash USB (centro) y disco duro (derecha).

1.3.4. Otros dispositivos de Entrada y Salida (E/S)

Los dispositivos de entrada y de salida permiten la comunicación entre las personas y la UCP. Un **dispositivo de entrada** es cualquier dispositivo que permite que una persona envíe información a la computadora. Los dispositivos de entrada, por excelencia, son un teclado y un ratón. Entre otras cosas un ratón se utiliza para apuntar, moverse por la pantalla y elegir una lista de opciones visualizadas en la pantalla. El dispositivo fue bautizado como *ratón* (*mouse* en inglés, jerga muy utilizada también en Latinoamérica) porque se conecta a la computadora por un largo cable y el conjunto se asemeja a un ratón. El ratón típico tiene dos o tres botones, e incluso una pequeña ruedecita que permite desplazarse por menús y similares en la pantalla. El puntero en la pantalla se conoce como cursor o *sprite*. Moviéndose con el ratón de modo que el cursor apunte a una región específica de la pantalla (por ejemplo, un menú

¹⁶ La tendencia en 2006, es aumentar el almacenamiento gratuito que ofrecen los grandes buscadores. Gmail, ofrece en abril de 2006, la cantidad de 2.715 Mb, o sea más de 2,5 GB, de almacenamiento gratuito a sus clientes de correo electrónico.

¹⁷ En febrero de 2006.

de una aplicación) y haciendo clic en el botón del ratón, se puede señalar a la computadora para que realice la orden indicada en la opción del menú. El uso del ratón y de menús facilita dar órdenes a la computadora y es mucho más sencillo que las tediosas órdenes de teclado que siempre se deben memorizar. Algunos dispositivos de entrada, no tan típicos pero cada vez más usuales en las configuraciones de sistemas informáticos son: escáner, lápiz óptico, micrófono y reconocedor de voz.

Un **dispositivo de salida** es cualquier dispositivo que permite a una computadora pasar información al usuario. El dispositivo de salida por excelencia es la pantalla de presentación, también llamada *monitor* o *terminal*. Otro dispositivo de salida muy usual es la impresora para producir salidas impresas en papel. El teclado y la pantalla integrados se le suele conocer también como *terminal* o *VDT* (video display terminal). La Figura 1.4 muestra un dispositivo de entrada y de salida.

El monitor, conocido también como CRT (*cathode ray tube*) funciona igual que un aparato de televisión. El monitor está controlado por un dispositivo de salida denominado *tarjeta gráfica*. Las tarjetas gráficas envían los datos para ser visualizados en el monitor con un formato que el monitor puede manipular. Las características más importantes del monitor y la tarjeta gráfica son la velocidad de refresco, la resolución y el número de colores soportados. La *velocidad de refresco* es la velocidad a la cual la tarjeta gráfica actualiza la imagen en la pantalla. Una tasa de refresco baja tal como 60 KHz, puede producir fatiga en los ojos ya que la imagen puede parpadear imperceptiblemente. Las tarjetas gráficas usuales presentan tasas de refresco de 70 a 100 MHz. Esta frecuencia elimina el parpadeo y la consiguiente fatiga para los ojos. La *resolución* es el número de puntos por pulgada que pueden visualizar a lo largo de la pantalla. Un punto (*dot*) en este contexto se conoce como un *píxel* (*picture elemental*). En los monitores clásicos VGA una resolución típica es 640×480 : hay 640 pixels en el sentido horizontal de la pantalla y 480 pixels en el vertical. La tarjeta gráfica almacena la información en la pantalla para cada píxel en su propia memoria. Las tarjetas gráficas que pueden visualizar a resoluciones más altas requieren más memoria. Por ejemplo muchas tarjetas soportan resoluciones que corren desde 800×60 hasta 12.180×1.024 . Tales tarjetas requieren 1 a 4 Mb de memoria. Relacionado directamente con la cantidad de memoria y la resolución es el número de colores que se pueden visualizar. La tarjeta gráfica debe almacenar la información del color para visualizar cada píxel en la pantalla. Para visualizar 256 (2^8) colores, se necesita 1 byte por cada píxel.

Dado que las personas y las computadoras utilizan lenguajes diferentes se requiere algún proceso de traducción. Las interacciones con un teclado, la pantalla o la impresora tienen lugar en el idioma español, el inglés o cualquier otro como el catalán. Eso significa que en la jerga informática cuando se pulsa la letra C (de Carchelejo) en un teclado se produce que una letra C vaya a la pantalla del monitor, o a una impresora y allí se visualice o se imprima como una letra C. Existen diversos códigos de uso frecuente. El código más usual entre computadoras es el ASCII (acrónimo de American Standard Code for Information Interchange) que es un código de siete bits que soporta letras mayúsculas y minúsculas del alfabeto, signos numéricos y de puntuación, y caracteres de control. Cada dispositivo tiene su propio conjunto de códigos pero los códigos construidos para un dispositivo no son necesariamente los mismos códigos construidos para otros dispositivos. Algunos caracteres, especialmente caracteres tales como tabulaciones, avances de línea o de página y retornos de carro son manipulados de modo diferente por dispositivos diferentes e incluso por piezas diferentes de sistemas *software* que corren sobre el mismo dispositivo. Desde la aparición del lenguaje Java y su extensión para aplicaciones en Internet se está haciendo muy popular el código Unicode que facilita la integración de alfabetos de lenguajes muy diversos no sólo los occidentales, sino orientales, árabes, etc.

Nuevos dispositivos de E/S móviles

Los sistemas de transmisión de datos que envían señales a través del aire o del espacio sin ninguna atadura física se han vuelto una alternativa fiable a los canales cableados tradicionales tales como el cable de cobre, cable coaxial o de fibra óptica. Hoy en programación se utilizan como dispositivos de E/S, teléfonos inteligentes (*smartphones*), asistentes digitales personales, PDA y redes de datos móviles.

Los teléfonos móviles (celulares) son dispositivos que transmiten voz o datos (últimamente también imágenes y sonidos) que utilizan ondas radio para comunicarse con antenas de radios situados en celdas (áreas geográficas adyacentes) que a su vez se comunican con otras celdas hasta llegar a su destino, donde se transmiten al teléfono receptor o al servidor de la computadora al que está conectado. Los nuevos modelos de teléfonos digitales pueden manejar correo voz, correo electrónico y faxes, almacenan direcciones, acceden a redes privadas corporativas y a información de Internet. Los **teléfonos inteligentes** vienen equipados con *software* de navegación Web que permite a estos dispositivos acceder a páginas Web cuyos formatos han sido adaptados al tamaño de sus pantallas.

Los asistentes personales digitales (PDA) son pequeñas computadoras de mano capaces de realizar transmisiones de comunicaciones digitales. Pueden incorporar¹⁸ telecomunicaciones inalámbricas y *software* de organización del trabajo de oficina o para ayuda al estudio. Nokia, Palm, HP, Microsoft son algunos de los fabricantes que construyen este tipo de dispositivos. Los teléfonos móviles o celulares y los PDAs pueden venir incorporados con tecnologías GPRS o tecnología UMTS/CDMA. Las tecnologías GPRS conocidas como generación 2.5 permiten velocidades de transmisión de 50 a 100 Kbps, similar y un poco mayor a la velocidad de la red de telefonía básica, RTB. Los teléfonos UMTS/CDMA que ya se comercializan en Europa¹⁹ y también en América y Asia, se conocen como teléfonos de 3.^a generación (3G), y permiten velocidades de transmisión hasta 1 ó 2 Mbps, igual cantidad que las telefonías digitales ADSL.



Figura 1.10. Blackberry (izquierda), Palm Treo (centro) y HP iPAQ hw6500 (derecha).

¹⁸ Este es el caso del PDA del fabricante español Airis que comercializa a un coste asequible, un teléfono/PDA.

¹⁹ Ya comienza a extenderse, al menos en el ámbito empresarial, las tarjetas digitales del tipo PCMCIA, 2.5G/3G que son tarjetas módem 2G/3G con una memoria SIM y número teléfono móvil (celular) incorporado y que enchufadas a una computadora portátil permiten conexiones a Internet a velocidad UMTS y en aquellas zonas geográficas donde no exista cobertura, automáticamente se conecta a velocidad 2.5 G (GPRS) que tiene mayor cobertura en el resto del territorio. En España desde el mes de julio de 2004, tanto Vodafone como Telefónica Móviles ofrecen estas soluciones.

1.4. CONECTORES DE DISPOSITIVOS DE E/S

Los dispositivos de E/S no se pueden conectar directamente a la UCP y la memoria, dada su diferente naturaleza. Los dispositivos de E/S son dispositivos electromecánicos, magnéticos u ópticos que además funcionan a diferentes velocidades, la UCP y la memoria son dispositivos electrónicos. Por otra parte los dispositivos de E/S operan a una velocidad mucho más lenta que la UCP/memoria. Se requiere por consiguiente de un dispositivo intermediario o adaptador denominado **interfaz** o **controlador**. Existe un controlador específico para cada dispositivo de entrada/salida que puede ser de *software* o de *hardware*. Los controladores de *hardware* más utilizados presentan al exterior conectores donde se enchufan o conectan los diferentes dispositivos. Cada computadora tiene un número determinado de conectores estándar incorporados y que se localizan fácilmente en el exterior de su chasis. Los sistemas operativos modernos como Windows XP reconocen automáticamente los dispositivos de E/S tan pronto se conectan a la computadora. Si no es así necesitará cargar en memoria un programa de *software* denominado controlador del dispositivo correspondiente con el objetivo de que el sistema operativo reconozca al citado dispositivo. Los conectores más comunes son: puertos serie y paralelo, buses USB y *firewire*.

1.4.1. Puertos serie y paralelo

El PC está equipado con puertos serie y paralelo. El puerto serie (como mínimo suele tener dos) es un conector macho de la parte trasera o lateral del PC con 9 ó 25 clavijas, aunque sólo suelen utilizarse 3 ó 4 para la transmisión en serie. El puerto paralelo también se denomina puerto de impresora, ya que es donde solía conectarse la impresora hasta que aparecieron los conectores USB. El conector de la impresora de la parte trasera del PC es un conector hembra de 25 clavijas. Los puertos se llaman también **COM1**, **COM2** y **LPT** conocidos por nombres de dispositivos lógicos que el programa de inicio del PC automáticamente asigna a estos dispositivos durante el inicio, por ejemplo A:, C:, E:, CON, PRN y KBD son nombres lógicos.

1.4.2. USB

USB son las siglas de Universal Serial Bus (Bus serie universal) y corresponden a un *bus* estándar de E/S que desarrollaron originalmente varias empresas, entre ellas Compaq, Digital, IBM, Intel, Microsoft, NEC y Northern Telecom²⁰. La importancia del *bus* USB es que es un bus de E/S serie de precio asequible con una especificación práctica, lo que significa que cualquiera puede producir productos USB sin tener que pagar ninguna licencia. Sin duda, el *bus* USB es la innovación más importante y de éxito del mundo PC en muchos años. Es un bus de expansión que permite conectar una gran cantidad de equipamiento al PC.

El objetivo del USB conseguido es reunir las diferentes conexiones del teclado, el ratón, el escáner, el joystick, la cámara digital, impresora, disco duro, etc., en un *bus* compartido conectado a través de un tipo de conector común. Otra gran ventaja es también su compatibilidad con computadoras Macintosh. Existen dos versiones: **USB 1.1** cuya velocidad de transferencia está limitada a un máximo de 12 Mbps; **USB 2.0** puede transmitir hasta 40 Mbps y se utiliza en todos los PC modernos. La versión 2.0 es compatible descendente; es decir, un dispositivo con un conector USB 2.0 es compatible con los conectores 1.1 y no siempre sucede igual al revés. Otra gran ventaja es que ya se fabrican distribuidores (*hubs*) que permiten conectar numerosos dispositivos USB a un único *bus* USB. Con independencia de la conexión de distribuidores USB, ya es frecuente que tanto los PC de escritorio como los portátiles vengan de fábrica con un número variable de 2 a 8 e incluso 10 puertos USB, normalmente 2.0.

²⁰ En el sitio www.usb.org y en el forum "*USB Implementers Forum*" puede encontrar historia y características del bus USB.

1.4.3. Bus IEEE 1394 – Firewire

El bus IEEE 1394 es una nueva interfaz SCSI (un *bus* antiguo pero avanzado utilizado para discos duros, unidades de CD-ROM, escáneres y unidades de cinta). Es un *bus* serie de alta velocidad con una tasa de transferencia máxima de 400 Mbps patentado por Apple. Las computadoras Apple y Sony suelen venir con puertos *firewire*, y ya comienza a ser usual que los PC incluyan al menos un puerto *firewire*. Las actuales videocámaras digitales y otros dispositivos de audio e imagen suelen incorporar conectores *firewire*.

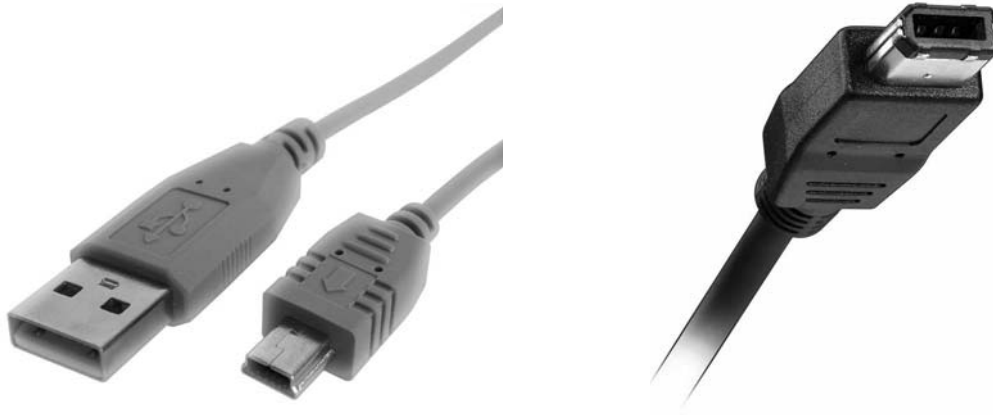


Figura 1.11. Conectores USB (izquierda) y conector Firewire (derecha).

1.5. REDES E INTERNET

Hoy día las computadoras autónomas (*standalone*) prácticamente no se utilizan (excepción hecha del hogar) y están siendo reemplazadas hasta en los hogares y en las pequeñas empresas, por redes de computadoras. Una red es un conjunto de computadoras conectadas entre sí para compartir recursos. Al contrario que una gran computadora que es una única computadora compartida por muchos usuarios, una red (*network*) consta de muchas computadoras que comparten recursos.

Las computadoras modernas necesitan comunicarse con otras computadoras. Si la computadora se conecta con una *tarjeta de red* se puede conectar a una red de datos locales (*red de área local*). De este modo se puede acceder y compartir a cada una de las memorias de disco y otros dispositivos de entrada y salida. Si la computadora tiene un *módem*, se puede comunicar con computadoras distantes. Se pueden conectar a una red de datos o *enviar correo electrónico* a través de las redes corporativas Intranet/Extranet o la propia red Internet. También es posible enviar y recibir mensajes de fax.

El uso de múltiples computadoras enlazadas por una red de comunicaciones para distribuir el proceso se denomina proceso distribuido en contraste con el proceso centralizado en el cual todo el proceso se realiza por una computadora central. De esta forma los sistemas de computadoras también se clasifican en **sistemas distribuidos** y **sistemas centralizados**.

Las redes se pueden clasificar en varias categorías siendo las más conocidas las redes de área local (LAN, Local Area Network) y las redes área amplia o ancha WAN (Wide Area Network). Una Red de Área Local permite a muchas computadoras acceder a recursos compartidos de una computadora más potente denominado servidor. Una WAN es una red que enlaza muchas computadoras personales y redes de área local en una zona geográfica amplia. La red WAN más conocida y popular en la actualidad es la red Internet que está soportada por la World Wide Web.

Una de las posibilidades más interesantes de las computadoras es la comunicación entre ellas cuando se encuentran en sitios separados físicamente y se encuentran enlazadas por vía telefónica. Estas computadoras se conectan en redes LAN (Red de Área Local) y WAN (Red de Área Ancha), aunque hoy día las redes más implantadas son las redes que se conectan con tecnología Internet y por tanto conexión a la Red Internet. Estas redes son *Intranet* y *Extranet* y se conocen como redes corporativas ya que enlazan computadoras de los empleados de las empresas. Las instalaciones de las comunicaciones requieren de líneas telefónicas analógicas o digitales y de modems.

Los sistemas distribuidos realizan el proceso de sus operaciones de varias formas siendo las más conocidas cliente-servidor e igual-a-igual (*peer-to-peer*, *P2P*).

Compartición de recursos

Uno de los usos más extendidos de la red es permitir a diferentes computadoras compartir recursos tales como sistemas de archivos, impresoras, escáneres o discos DVD. Estas computadoras normalmente se conectan en una relación denominada **cliente-servidor** (Figura 1.12). El servidor posee los recursos que se quieren compartir. Los clientes conectados vía un concentrador (*hub*) o una conexión *ethernet* comparten el uso de estos recursos. El usuario de una máquina cliente puede imprimir documentos o acceder a archivos como si los dispositivos realmente estuvieran físicamente conectados a la máquina local. Esto puede dar la ilusión de que realmente se tienen más recursos de los que realmente existen, así como un entorno de programación uniforme, independiente de la máquina que realmente se utilice.

El **sistema cliente-servidor** es el más popular en computación. El sistema divide el procesamiento de las tareas entre las computadoras “cliente” y las computadoras “servidor” que a su vez están conectadas en red. A cada máquina se le asignan funciones adecuadas a sus características. El **cliente** es el usuario final o punto de entrada a la red y normalmente en una computadora personal de escritorio o portátil, o una estación de trabajo. El usuario, normalmente interactúa directamente sólo con la parte cliente del sistema, normalmente, para entrada o recuperación de información y uso de aplicaciones para análisis y cálculos posteriores.

El **servidor** proporciona recursos y servicios a otras computadoras de la red (los clientes). El servidor puede ser desde una gran computadora a otra computadora de escritorio pero especializada para esta finalidad y mucho más potente. Los servidores almacenan y procesan los datos compartidos y también

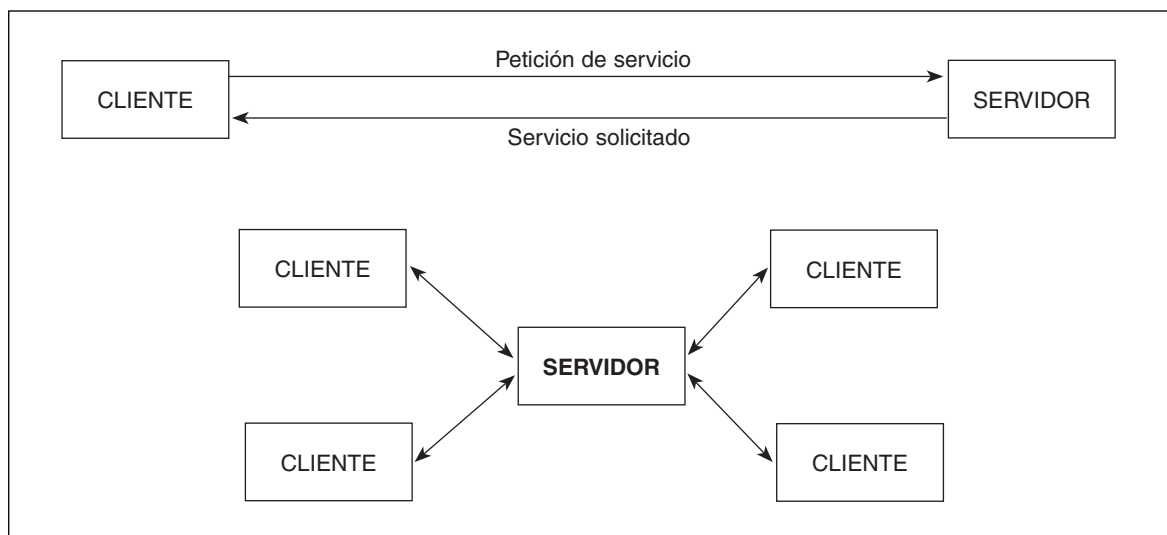


Figura 1.12. Sistema de computadoras Cliente/Servidor.

realizan las funciones no visibles, de segundo plano (*back-end*), a los usuarios, tales como actividades de gestión de red, implementación de bases de datos, etc. La Figura 1.12 muestra un sistema cliente/servidor. La red Internet es el sistema cliente/servidor más popular.

1.5.1. Redes P2P, igual-a-igual (*peer-to-peer*, P2P)

Otra forma de sistema distribuido es la computación **P2P**²¹ (*peer-to-peer*) que es un sistema que enlaza las computadoras vía Internet o redes privadas de modo que pueden compartir tareas de proceso. El modelo P2P se diferencia del modelo de red cliente/servidor en que la potencia de proceso reside sólo en las computadoras individuales de modo que trabajan juntos colaborando entre sí, pero sin un servidor o cualquier otra computadora que los controle. Los sistemas P2P utilizan espacio de disco o potencia de proceso del PC no utilizado por los sistemas en red. Estos sistemas P2P se utilizan hoy con gran profusión en ambientes científicos y de investigación, así como para descargas de música por Internet.

1.5.2. Aplicaciones de las redes de comunicaciones

En el interior de la computadora los diferentes componentes de *hardware* se comunican entre sí utilizando el *bus* interno. Hoy día es práctica común que las computadoras se comuniquen unas con otras compartiendo recursos e información. Esta actividad es posible a través del uso de redes, con cables físicos (normalmente teléfonos alámbricos), junto con transmisiones electrónicas, sin cables (inalámbricas) mediante teléfonos móviles o celulares, redes inalámbricas o tecnologías Bluetooth.

Existen muchos tipos de redes. Una **red de área local (LAN, local area network)** normalmente une decenas y a veces centenares de computadoras en una pequeña empresa u organismo público. Una **red global**, tal como Internet, que se expande a distancias mucho mayores y conecta centenares o millares de máquinas que, a su vez, se unen a redes más pequeñas a través de computadoras pasarela (*gateway*). Una computadora pasarela (*gateway*) es un puente entre una red tal como Internet en un lado y una red de área local en el otro lado. La computadora también suele actuar como un **cortafuegos (firewall)** cuyo propósito es mantener las transmisiones ilegales, no deseadas o peligrosas fuera del entorno local. Estas redes se suelen conocer normalmente como redes **Intranet** y en realidad son redes corporativas o institucionales que utilizan tecnología Internet y que por consiguiente pueden enlazarse con otras redes de compañías socias, clientes, amigas, etc., y todo tipo de posibles clientes personales e institucionales sin necesidad de que estos a su vez formen una red.

Otro uso típico de redes es la comunicación. El correo electrónico (*e-mail*) se ha convertido en un medio muy popular para enviar cartas y documentos de todo tipo así como archivos a amigos, clientes, socios, etc. La World Wide Web está proporcionando nuevas oportunidades comerciales y profesionales tanto a usuarios aislados como a usuarios pertenecientes a entidades y empresas. Las redes han cambiado también los conceptos y hábitos de los lugares de trabajo y el trabajo en sí mismo. Muchos estudiantes y profesionales utilizan las transmisiones de las redes entre el hogar y la oficina o entre dos oficinas de modo que puedan acceder a la información que necesiten siempre que lo necesiten, y de hecho desde el lugar que ellos decidan siempre que exista una línea telefónica o un teléfono móvil (celular).

Otro concepto importante es la *informática distribuida*. Las redes se utilizan también para permitir que las computadoras se comuniquen entre sí. La complejidad de muchos problemas actuales requiere el uso de reservas de computación. Esto se puede conseguir por sincronización de los esfuerzos de múl-

²¹ Los sistemas P2P se hicieron muy populares y llegaron al gran público cuando un estudiante estadounidense, Shawn Fanning, inventó el sistema Napster, un sistema que permite descargas de música entre computadoras personales sin intervención de ningún servidor central.

tiples computadoras, trabajando todas en paralelo en componentes independientes de un problema. Un sistema distribuido grande puede hacer uso de centenares de computadoras.

1.5.3. Módem

El módem es un dispositivo periférico que permite intercambiar información entre computadoras a través de una línea telefónica. El **módem** es un acrónimo de **Modulador-Demodulador**, y es un dispositivo que transforma las señales digitales de la computadora en señales eléctricas analógicas telefónicas y viceversa, con lo que es posible transmitir y recibir información a través de la línea telefónica.

El módem convierte una señal analógica en señal digital, y viceversa.

Los modems permiten además de las conexiones entre computadoras, envío y recepción de faxes, acceso a Internet, etc. Una de las características importantes de un módem es su velocidad; cifras usuales son 56 kilobaudios (1 **baudio** es 1 bit por segundo, *bps*; *1Kbps* son 1.000 baudios).

Los modems pueden ser de tres tipos: **Interno** (es una tarjeta que se conecta a la placa base internamente); **Externo** (es un dispositivo que se conecta externamente a la computadora a través de puertos COM, USB, etc.); **PC-Card**, son modems del tipo tarjeta de crédito, que sirven para la conexión a las computadoras portátiles.

Además de los modems analógicos es posible la conexión con Internet y las redes corporativas de las compañías mediante la Red Digital de Sistemas Integrados (**RDSI**, **ISDN**, en inglés) que permite la conexión a 128 Kbps, disponiendo de dos líneas telefónicas, cada una de ellas a 64 Kbps (hoy día ya es poco utilizada). En la actualidad se está implantando a gran velocidad la tecnología digital **ADSL** que permite la conexión a Internet a velocidad superior a la red RDSI, 256 Kbps a 1 a 8 Mbps; son velocidades típicas según sea para “*subir*” datos a la *Red* o para “*bajar*”, respectivamente. Estas cifras suelen darse para accesos personales, ya que en accesos profesionales se pueden alcanzar velocidades de hasta 20-40 Mbps, e incluso superior.

1.5.4. Internet y la World Wide Web

Internet, conocida también como la Red de Redes, se basa en la tecnología Cliente/Servidor. Las personas que utilizan la Red controlan sus tareas mediante aplicaciones Web tal como *software* de navegador. Todos los datos incluyendo mensajes de *correo-e* y las páginas Web se almacenan en servidores. Un cliente (usuario) utiliza Internet para solicitar información de un servidor Web determinado situado en una computadora lejana; el servidor envía la información solicitada al cliente vía la red Internet.

Las plataformas cliente incluyen PC y otras computadoras pero también un amplio conjunto de dispositivos electrónicos de mano (*handheld*) tales como PDA, teléfonos móviles, consolas de juegos, etc., que acceden a Internet de modo inalámbrico (sin cables) a través de señales radio.

La World Wide Web (**WWW**) o simplemente la Web fue creada en 1989 por Bernards Lee en el **CERN** (European Laboratory for Particles Physics) aunque su difusión masiva comenzó en 1993 como medio de comunicación universal. La Web es un sistema de estándares aceptados universalmente para almacenamiento, recuperación, formateado y visualización de información, utilizando una arquitectura cliente/servidor. Se puede utilizar la Web para enviar, visualizar, recuperar y buscar información o crear una página Web. La Web combina texto, hipermedia, sonidos y gráficos, utilizando interfaces gráficas de usuario para una visualización fácil.

Para acceder a la Web se necesita un programa denominado navegador Web (*browser*). Un navegador²² es una interfaz gráfica de usuario que permite “navegar” a través de la Web. Se utiliza el navegador para visualizar textos, gráficos y sonidos de un documento Web y activar los enlaces (*links*) o conexiones a otros documentos. Cuando se hace clic (con el ratón) en un enlace a otro documento se produce la transferencia de ese documento situado en otra computadora a su propia computadora.

La Web se basa en un lenguaje estándar de hipertexto denominado **HTML** (Hypertext Markup Language) que da formatos a documentos e incorpora enlaces dinámicos a otros documentos almacenados en la misma computadora o en computadoras remotas. El navegador Web está programado de acuerdo al estándar citado. Los documentos HTML cuando, ya se han situado en Internet, se conocen como páginas Web y el conjunto de páginas Web pertenecientes a una misma entidad (empresa, departamento, usuario individual) se conoce como **sitio Web** (*Website*). En los últimos años ha aparecido un nuevo lenguaje de marcación para formatos, heredero de HTML, y que se está convirtiendo en estándar universal, es el lenguaje **XML**.

Otros servicios que proporciona la Web y ya muy populares para su uso en el mundo de la programación son: el correo electrónico y la mensajería instantánea. El correo electrónico (*e-mail*) utiliza protocolos específicos para el intercambio de mensajes: **SMTP** (*Simple Mail Transfer Protocol*), **POP** (*Post Office Protocol*) e **IMAP** (*Internet Message Action Protocol*). La mensajería instantánea o *chat* que permite el diálogo en línea simultánea entre dos o más personas, y cuya organización y estructura han sido trasladadas a los teléfonos celulares donde también se puede realizar este tipo de comunicaciones con mensajes conocidos como “cortos” **SMS** (*short message*) o **MMS** (*multimedia message*).

1.6. EL SOFTWARE (LOS PROGRAMAS)

El *software* de una computadora es un conjunto de instrucciones de programa detalladas que controlan y coordinan los componentes *hardware* de una computadora y controlan las operaciones de un sistema informático. El auge de las computadoras el siglo pasado y en el actual siglo XXI, se debe esencialmente al desarrollo de sucesivas generaciones de *software* potentes y cada vez más *amistosas* (“fáciles de utilizar”).

Las operaciones que debe realizar el *hardware* son especificadas por una lista de instrucciones, llamadas **programas**, o *software*. Un programa de *software* es un conjunto de **sentencias** o **instrucciones** a la computadora. El proceso de escritura o codificación de un programa se denomina **programación** y las personas que se especializan en esta actividad se denominan **programadores**. Existen dos tipos importantes de *software*: *software* del sistema y *software* de aplicaciones. Cada tipo realiza una función diferente.

El **software del sistema** es un conjunto generalizado de programas que gestiona los recursos de la computadora, tal como el procesador central, enlaces de comunicaciones y dispositivos periféricos. Los programadores que escriben *software* del sistema se llaman **programadores de sistemas**. El **software de aplicaciones** es el conjunto de programas escritos por empresas o usuarios individuales o en equipo y que instruyen a la computadora para que ejecute una tarea específica. Los programadores que escriben *software* de aplicaciones se llaman **programadores de aplicaciones**.

Los dos tipos de *software* están relacionados entre sí, de modo que los usuarios y los programadores pueden hacer así un uso eficiente de la computadora. En la Figura 1.13 se muestra una vista organizacional de una computadora donde se ven los diferentes tipos de *software* a modo de capas de la computadora desde su interior (el *hardware*) hasta su exterior (usuario). Las diferentes capas funcionan gracias a las instrucciones específicas (instrucciones máquina) que forman parte del *software* del sistema y llegan al *software* de aplicación, programado por los programadores de aplicaciones, que es utilizado por el usuario que no requiere ser un especialista.

²² El navegador más utilizado en la actualidad es *Explorer* de Microsoft, aunque *Firefox* alcanzaba ya un 10% del mercado. En su día fueron muy populares *Netscape* y *Mosaic*.

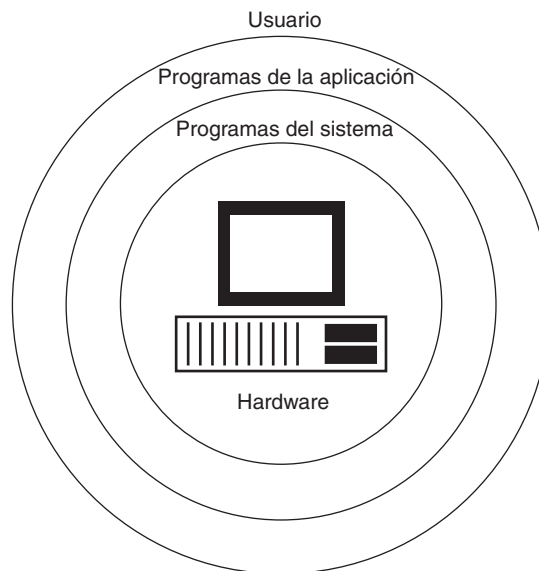


Figura 1.13. Relación entre programas de aplicación y programas del sistema.

1.6.1. Software del sistema

El *software* del sistema coordina las diferentes partes de un sistema de computadora y conecta e interactúa entre el *software* de aplicación y el *hardware* de la computadora. Otro tipo de *software* del sistema que gestiona, controla las actividades de la computadora y realiza tareas de proceso comunes, se denomina *utility* o **utilidades** (en algunas partes de Latinoamérica, **utillerías**). El *software* del sistema que gestiona y controla las actividades de la computadora se denomina **sistema operativo**. Otro *software* del sistema son los programas traductores o de traducción de lenguajes de computadora que convierten los lenguajes de programación, entendibles por los programadores, en lenguaje máquina que entienden las computadoras.

El **software del sistema** es el conjunto de programas indispensables para que la máquina funcione; se denominan también *programas del sistema*. Estos programas son, básicamente, *el sistema operativo*, *los editores de texto*, *los compiladores/intérpretes* (lenguajes de programación) y *los programas de utilidad*.

1.6.2. Software de aplicación

El *software* de aplicación tiene como función principal asistir y ayudar a un usuario de una computadora para ejecutar tareas específicas. Los programas de aplicación se pueden desarrollar con diferentes lenguajes y herramientas de *software*. Por ejemplo, una aplicación de procesamiento de textos (*word processing*) tal como Word o Word Perfect que ayuda a crear documentos, una hoja de cálculo tal como Lotus 1-2-3 o Excel que ayudan a automatizar tareas tediosas o repetitivas de cálculos matemáticos o estadísticos, a generar diagramas o gráficos, presentaciones visuales como PowerPoint, o a crear bases de datos como Access u Oracle que ayudan a crear archivos y registros de datos.

Los usuarios, normalmente, compran el *software* de aplicaciones en discos CD o DVD (antiguamente en disquetes) o los descargan (*bajan*) de la Red Internet y han de instalar el *software* copiando los programas correspondientes de los discos en el disco duro de la computadora. Cuando compre estos programas asegúrese de que son compatibles con su computadora y con su sistema operativo. Existe una

gran diversidad de programas de aplicación para todo tipo de actividades tanto de modo personal, como de negocios, navegación y manipulación en Internet, gráficos y presentaciones visuales, etc.

Los *lenguajes de programación* sirven para escribir programas que permitan la comunicación usuario/máquina. Unos programas especiales llamados *traductores* (**compiladores** o **intérpretes**) convierten las instrucciones escritas en lenguajes de programación en instrucciones escritas en lenguajes máquina (0 y 1, *bits*) que ésta pueda entender.

Los *programas de utilidad*²³ facilitan el uso de la computadora. Un buen ejemplo es un *editor de textos* que permite la escritura y edición de documentos. Este libro ha sido escrito en un editor de textos o *procesador de palabras* (“**word procesor**”).

Los programas que realizan tareas concretas, nóminas, contabilidad, análisis estadístico, etc., es decir, los programas que podrá escribir en C, se denominan *programas de aplicación*. A lo largo del libro se verán pequeños programas de aplicación que muestran los principios de una buena programación de computadora.

Se debe diferenciar entre el acto de crear un programa y la acción de la computadora cuando ejecuta las instrucciones del programa. La creación de un programa se hace inicialmente en papel y a continuación se introduce en la computadora y se convierte en lenguaje entendible por la computadora. La ejecución de un programa requiere una aplicación de una entrada (*datos*) al programa y la obtención de una salida (*resultados*). La entrada puede tener una variedad de formas, tales como números o caracteres alfabéticos. La salida puede también tener formas, tales como datos numéricos o caracteres, señales para controlar equipos o robots, etc. (Figura 1.14).

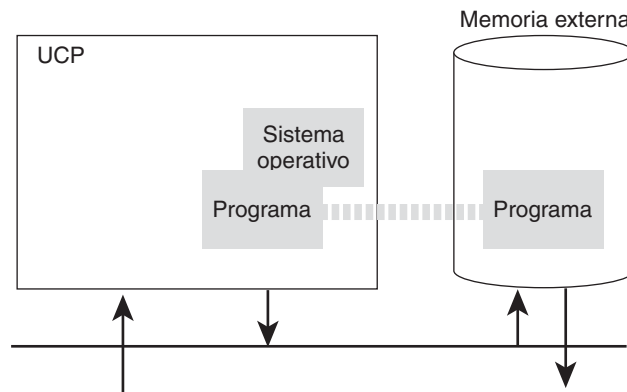


Figura 1.14. Ejecución de un programa.

1.6.3. Sistema operativo

Un **sistema operativo SO** (*Operating System, OS*) es tal vez la parte más importante del software del sistema y es el software que controla y gestiona los recursos de la computadora. En la práctica el sistema operativo es la colección de programas de computadora que controla la interacción del usuario y el *hardware* de la computadora. El sistema operativo es el administrador principal de la computadora, y por ello a veces se la compara con el director de una orquesta ya que este software es el responsable de dirigir todas las operaciones de la computadora y gestionar todos sus recursos.

²³ *Utility*: programa de utilidad.

El sistema operativo asigna recursos, planifica el uso de recursos y tareas de la computadora, y monitoriza las actividades del sistema informático. Estos recursos incluyen memoria, dispositivos de E/S (Entrada/Salida), y la UCP (Unidad Central de Proceso). El sistema operativo proporciona servicios tales como asignar memoria a un programa y manipulación del control de los dispositivos de E/S tales como el monitor el teclado o las unidades de disco. La Tabla 1.4 muestra algunos de los sistemas operativos más populares utilizados en enseñanza y en informática profesional.

Tabla 1.4. Sistemas operativos más utilizados en educación y en la empresa²⁴.

Sistema operativo	Características
Windows Vista	Nuevo sistema operativo de Microsoft, ya en versiones <i>beta</i> y previsto su lanzamiento para primeros del año 2007.
Windows XP	Sistema operativo más utilizado en la actualidad, tanto en el campo de la enseñanza, como en la industria y negocios. Su fabricante es Microsoft.
Windows 98/ME/2000	Versiones anteriores de Windows pero que todavía hoy son muy utilizados.
UNIX	Sistema operativo abierto, escrito en C y todavía muy utilizado en el campo profesional.
Linux	Sistema operativo de software abierto, gratuito y de libre distribución, similar a UNIX, y una gran alternativa a Windows. Muy utilizado actualmente en servidores de aplicaciones para Internet.
Mac OS	Sistema operativo de las computadoras Apple Macintosh.
DOS y OS/2	Sistemas operativos creados por Microsoft e IBM respectivamente, ya poco utilizados pero que han sido la base de los actuales sistemas operativos.
CP/M	Sistema operativo de 8 bits para las primeras microcomputadoras nacidas en la década de los setenta.
Symbian	Sistema operativo para teléfonos móviles apoyado fundamentalmente por el fabricante de teléfonos celulares Nokia.
PalmOS	Sistema operativo para agendas digitales, PDA; del fabricante Palm.
Windows Mobile, CE	Sistema operativo para teléfonos móviles con arquitectura y apariencias similares a Windows XP.

Cuando un usuario interactúa con una computadora, la interacción está controlada por el sistema operativo. Un usuario se comunica con un sistema operativo a través de una interfaz de usuario de ese sistema operativo. Los sistemas operativos modernos utilizan una interfaz gráfica de usuario, **IGU** (Graphical User Interface, GUI) que hace uso masivo de iconos, botones, barras y cuadros de diálogo para realizar tareas que se controlan por el teclado o el ratón (mouse), entre otros dispositivos.

Normalmente el sistema operativo se almacena de modo permanente en un chip de memoria de sólo lectura (ROM), de modo que esté disponible tan pronto la computadora se pone en marcha (“se enciende” o “se prende”). Otra parte del sistema operativo puede residir en disco, que se almacena en memoria RAM en la inicialización del sistema por primera vez en una operación que se llama *carga* del sistema (*booting*).

²⁴ Microsoft ha presentado en el año 2006, un nuevo sistema operativo llamado Vista, actualización de Windows XP pero con numerosas funcionalidades, especialmente de Internet y de seguridad, incluyendo en el sistema operativo programas que actualmente se comercializan independientes, tales como programas de reproducción de música, vídeo, y fundamentalmente un sistema de representación gráfica muy potente que permitirá construir aplicaciones en tres dimensiones, etc.

Uno de los programas más importante es el **sistema operativo**, que sirve, esencialmente, para facilitar la escritura y uso de sus propios programas. El sistema operativo dirige las operaciones globales de la computadora, instruye a la computadora para ejecutar otros programas y controla el almacenamiento y recuperación de archivos (programas y datos) de cintas y discos. Gracias al sistema operativo es posible que el programador pueda introducir y grabar nuevos programas, así como instruir a la computadora para que los ejecute. Los sistemas operativos pueden ser: *monousuarios* (un solo usuario) y *multiusuarios*, o tiempo compartido (diferentes usuarios), atendiendo al número de usuarios y *monocarga* (una sola tarea) o *multitarea* (múltiples tareas) según las tareas (procesos) que puede realizar simultáneamente. C corre prácticamente en todos los sistemas operativos, Windows 95, Windows NT, Windows 2000, UNIX, Lynux..., y en casi todas las computadoras personales actuales PC, Mac, Sun, etc.

Tipos de sistemas operativos

Las diferentes características especializadas del sistema operativo permiten a las computadoras manejar muchas tareas diferentes, así como múltiples usuarios de modo simultáneo o en paralelo, bien de modo secuencial... En función de sus características específicas los sistemas operativos se pueden clasificar en varios grupos.

1.6.3.1. Multiprogramación/Multitarea

La multiprogramación permite a múltiples programas compartir recursos de un sistema de computadora en cualquier momento a través del uso concurrente una UCP. Sólo un programa utiliza realmente la UCCP en cualquier momento dado, sin embargo las necesidades de entrada/salida pueden ser atendidas en el mismo momento. Dos o más programas están activos al mismo tiempo, pero no utilizan los recursos de la computadora simultáneamente. Con multiprogramación, un grupo de programas se ejecutan alternativamente y se alternan en el uso del procesador. Cuando se utiliza un sistema operativo de un único usuario, la multiprogramación toma el nombre de **multitarea**.

Multiprogramación

Método de ejecución de dos o más programas concurrentemente utilizando la misma computadora. La UCO ejecuta sólo un programa pero puede atender los servicios de entrada/salida de los otros al mismo tiempo.

1.6.3.2. Tiempo compartido (múltiples usuarios, time sharing)

Un sistema operativo multiusuario es un sistema operativo que tiene la capacidad de permitir que muchos usuarios compartan simultáneamente los recursos de proceso de la computadora. Centenas o millares de usuarios se pueden conectar a la computadora que asigna un tiempo de computador a cada usuario, de modo que a medida que se libera la tarea de un usuario, se realiza la tarea del siguiente, y así sucesivamente. Dada la alta velocidad de transferencia de las operaciones, la sensación es de que todos los usuarios están conectados simultáneamente a la UCP con cada usuario recibiendo únicamente un tiempo de máquina.

1.6.3.3. Multiproceso

Un sistema operativo trabaja en multiproceso cuando puede enlazar dos o más UCP para trabajar en paralelo en un único sistema de computadora. El sistema operativo puede asignar múltiples UCP para

ejecutar diferentes instrucciones del mismo programa o de programas diferentes simultáneamente, dividiendo el trabajo entre las diferentes UCP.

La multiprogramación utiliza proceso concurrente con una UCP; el multiproceso utiliza proceso simultáneo con múltiples UCP.

1.7. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Los **lenguajes de programación** se utilizan para escribir programas. Los programas de las computadoras modernas constan de secuencias de instrucciones que se codifican como secuencias de dígitos numéricos que podrán entender dichas computadoras. El sistema de codificación se conoce como **lenguaje máquina** que es el lenguaje nativo de una computadora. Desgraciadamente la escritura de programas en lenguaje máquina es una tarea tediosa y difícil ya que sus instrucciones son secuencias de 0 y 1 (*patrones de bit*, tales como 11110000, 01110011,...) que son muy difíciles de recordar y manipular por las personas. En consecuencia, se necesitan lenguajes de programación “amigables con el programador” que permitan escribir los programas para poder “charlar” con facilidad con las computadoras. Sin embargo, las computadoras sólo entienden las instrucciones en lenguaje máquina, por lo que será preciso traducir los programas resultantes a lenguajes de máquina antes de que puedan ser ejecutadas por ellas.

Cada lenguaje de programación tiene un conjunto o “juego” de instrucciones (acciones u operaciones que debe realizar la máquina) que la computadora podrá entender directamente en su código máquina o bien se traducirán a dicho código máquina. Las instrucciones básicas y comunes en casi todos los lenguajes de programación son:

- *Instrucciones de entrada/salida.* Instrucciones de transferencia de información entre dispositivos periféricos y la memoria central, tales como “leer de...” o bien “escribir en...”.
- *Instrucciones de cálculo.* Instrucciones para que la computadora pueda realizar operaciones aritméticas.
- *Instrucciones de control.* Instrucciones que modifican la secuencia de la ejecución del programa.

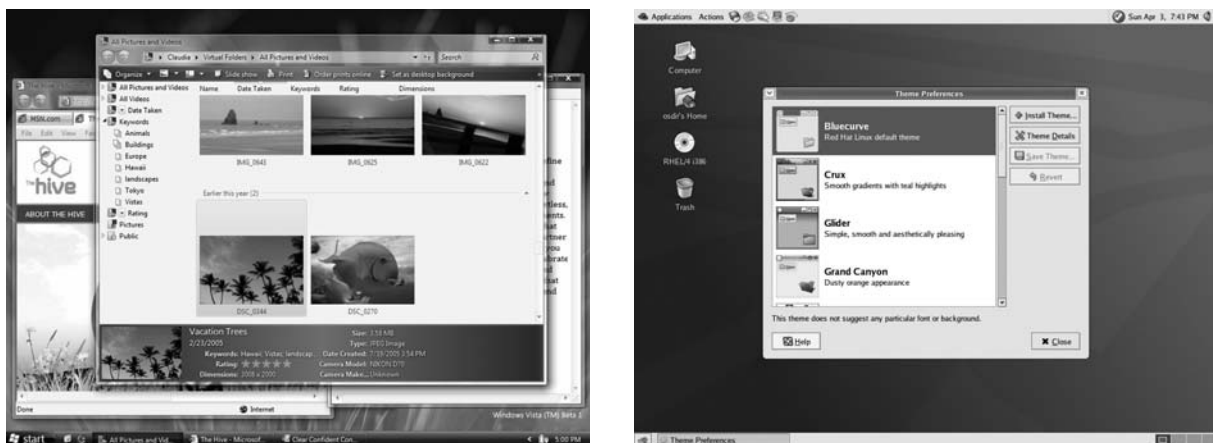


Figura 1.15. Diferentes sistemas operativos: Windows Vista (izquierda) y Red Hat Enterprise Linux 4.

Además de estas instrucciones y dependiendo del procesador y del lenguaje de programación existirán otras que conformarán el conjunto de instrucciones y junto con las reglas de sintaxis permitirán escribir los programas de las computadoras. Los principales tipos de lenguajes de programación son:

- *Lenguajes máquina.*
- *Lenguajes de bajo nivel (ensambladores).*
- *Lenguajes de alto nivel.*

1.7.1. Evolución de los lenguajes de programación

En la década de los cuarenta cuando nacían las primeras computadoras digitales el lenguaje que se utilizaba para programar era el *lenguaje máquina* que traducía directamente el código máquina (código binario) comprensible para las computadoras. Las instrucciones en lenguaje máquina dependían de cada computadora y debido a la dificultad de su escritura, los investigadores de la época simplificaron el proceso de programación desarrollando sistemas de notación en los cuales las instrucciones se representaban en formatos *nemónicos* (nemotécnicos) en vez de en formatos numéricos que eran más difíciles de recordar. Por ejemplo, mientras la instrucción

```
Mover el contenido del registro 4 al registro 8
```

se podía expresar en lenguaje máquina como

```
4048      o bien      0010 0000 0010 1000
```

en código *nemotécnico* podía aparecer como

```
MOV R5, R6
```

Para convertir los programas escritos en código nemotécnico a lenguaje máquina, se desarrollaron programas ensambladores (*assemblers*). Es decir, los **ensambladores** son programas que traducen otros programas escritos en código nemotécnico en instrucciones numéricas en lenguaje máquina que son compatibles y legibles por la máquina. Estos programas de traducción se llaman ensambladores porque su tarea es ensamblar las instrucciones reales de la máquina con los nemotécnicos e identificadores que representan las instrucciones escritas en ensamblador. A estos lenguajes se les denominó de segunda generación, reservando el nombre de primera generación para los lenguajes de máquina.

En la década de los cincuenta y sesenta comenzaron a desarrollarse lenguajes de programación de tercera generación que diferían de las generaciones anteriores en que sus instrucciones o primitivas eran de alto nivel (comprensibles por el programador, como si fueran lenguajes naturales) e **independientes de la máquina**. Estos lenguajes se llamaron **lenguajes de alto nivel**. Los ejemplos más conocidos son **FORTRAN** (FORmula TRANslator) que fue desarrollado para aplicaciones científicas y de ingeniería, y **COBOL** (COmmon Business-Oriented Language), que fue desarrollado por la U.S. Navy de Estados Unidos, para aplicaciones de gestión o administración. Con el paso de los años aparecieron nuevos lenguajes tales como **Pascal, BASIC, C, C++, Ada, Java, C#, HTML, XML...**

Los lenguajes de programación de alto nivel se componen de un conjunto de instrucciones o primitivas más fáciles de escribir y recordar su función que los lenguajes máquina y ensamblador. Sin embargo, los programas escritos en un lenguaje de alto nivel, como C o Java necesitan ser traducidos a código máquina; para ello se requiere un programa denominado **traductor**. Estos programas de traducción se denominaron técnicamente, **compiladores**. De este modo existen compiladores de C, FORTRAN, Pascal, Java, etc.

También surgió una alternativa a los traductores compiladores como medio de implementación de lenguajes de tercera generación que se denominaron **intérpretes**²⁵. Estos programas eran similares a los traductores excepto que ellos ejecutaban las instrucciones a medida que se traducían, en lugar de guardar la versión completa traducida para su uso posterior. Es decir, en vez de producir una copia de un programa en lenguaje máquina que se ejecuta más tarde (este es el caso de la mayoría de los lenguajes, C, C++, Pascal, Java...), un intérprete ejecuta realmente un programa desde su formato de alto nivel, instrucción a instrucción. Cada tipo de traductor tiene sus ventajas e inconvenientes, aunque hoy día prácticamente los traductores utilizados son casi todos compiladores por su mayor eficiencia y rendimiento.

Sin embargo, en el aprendizaje de programación se suele comenzar también con el uso de los lenguajes algorítmicos, similares a los lenguajes naturales, mediante instrucciones escritas en *pseudocódigo* (o *seudocódigo*) que son palabras o abreviaturas de palabras escritas en inglés, español, portugués, etc. Posteriormente se realiza la conversión al lenguaje de alto nivel que se vaya a utilizar realmente en la computadora, tal como C, C++ o Java. Esta técnica facilita la escritura de algoritmos como paso previo a la programación.

1.7.2. Paradigmas de programación

La evolución de los lenguajes de programación ha ido paralela a la idea de paradigma de programación: enfoques alternativos a los procesos de programación. En realidad un **paradigma de programación** representa fundamentalmente enfoques diferentes para la construcción de soluciones a problemas y por consiguiente afectan al proceso completo de desarrollo de software. Los paradigmas de programación clásicos son: *procedimental* (o *imperativo*), *funcional*, *declarativo* y *orientado a objetos*. En la Figura 1.15 se muestra la evolución de los paradigmas de programación y los lenguajes asociados a cada paradigma [BROOKSHEAR 04]²⁶.

Lenguajes imperativos (procedimentales)

El **paradigma imperativo o procedimental** representa el enfoque o método tradicional de programación. Un lenguaje imperativo es un conjunto de instrucciones que se ejecutan una por una, de principio a fin, de modo secuencial excepto cuando intervienen instrucciones de salto de secuencia o control. Este paradigma define el proceso de programación como el desarrollo de una secuencia de órdenes (*comandos*) que manipulan los datos para producir los resultados deseados. Por consiguiente, el paradigma imperativo señala un enfoque del proceso de programación mediante la realización de un algoritmo que resuelve de modo manual el problema y a continuación expresa ese algoritmo como una secuencia de órdenes. En un lenguaje procedimental cada instrucción es una orden u órdenes para que la computadora realice alguna tarea específica.

Los lenguajes de programación procedimentales, por excelencia, son **FORTRAN, COBOL, Pascal, BASIC, ALGOL, C** y **Ada** (aunque sus últimas versiones ya tienen un carácter completamente orientado a objetos).

Lenguajes declarativos

En contraste con el paradigma imperativo el **paradigma declarativo** solicita al programador que describa el problema en lugar de encontrar una solución algorítmica al problema; es decir, un lenguaje de-

²⁵ Uno de los intérpretes más populares en las décadas de los setenta y ochenta, fue **BASIC**.

²⁶ J. Glenn Brookshear, *Computer Science: An overview, Eighth edition*, Boston (USA): Pearson/Addison Wesley, 2005, p. 230. Obra clásica y excelente para la introducción a la informática y a las ciencias de la computación en todos sus campos fundamentales. Esta obra se recomienda a todos los lectores que deseen profundizar en los diferentes temas tratados en este capítulo y ayudará considerablemente al lector como libro de consulta en su aprendizaje en programación.

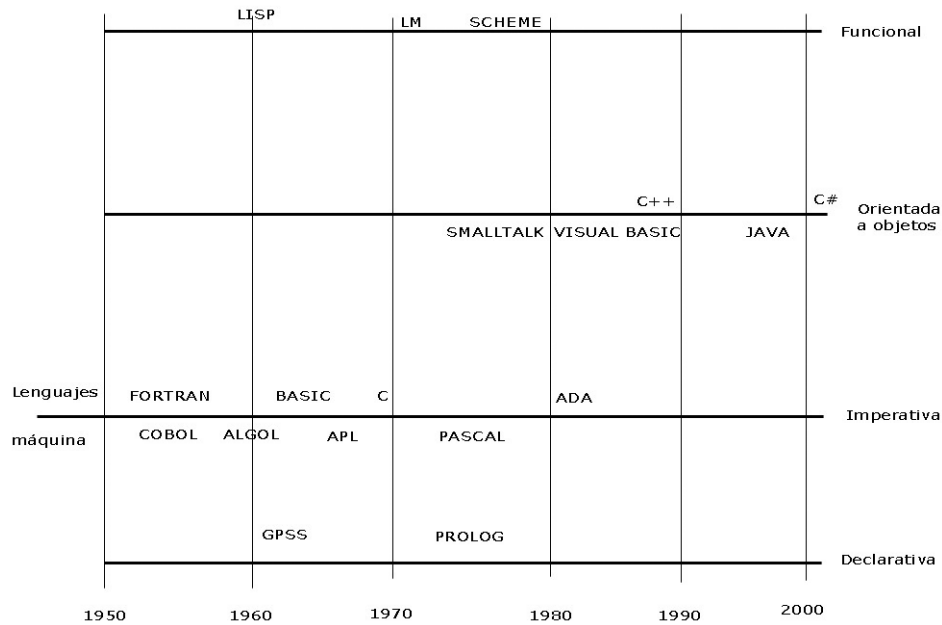


Figura 1.16. Paradigmas de programación (evolución de lenguajes).

clarativo utiliza el principio del razonamiento lógico para responder a las preguntas o cuestiones consultadas. Se basa en la *lógica formal* y en el *cálculo de predicados de primer orden*. El razonamiento lógico se basa en la deducción. El lenguaje declarativo por excelencia es **Prolog**.

Lenguajes orientados a objetos

El paradigma orientado a objetos se asocia con el proceso de programación llamado **programación orientada a objetos (POO)**²⁷ consistente en un enfoque totalmente distinto al proceso procedimental. El enfoque orientado a objetos guarda analogía con la vida real. El desarrollo de software OO se basa en el diseño y construcción de objetos que se componen a su vez de datos y operaciones que manipulan esos datos. El programador define en primer lugar los objetos del problema y a continuación los datos y operaciones que actuarán sobre esos datos. Las ventajas de la programación orientada a objetos se derivan esencialmente de la estructura modular existente en la vida real y el modo de respuesta de estos módulos u objetos a mensajes o eventos que se producen en cualquier instante.

Los orígenes de la POO se remontan a los Tipos Abstractos de Datos como parte constitutiva de una estructura de datos. En este libro se dedicará un capítulo completo al estudio del **TAD** como origen del concepto de programación denominado **objeto**.

C++ lenguaje orientado a objetos, por excelencia, es una extensión del lenguaje C y contiene las tres propiedades más importantes: *encapsulamiento*, *herencia* y *polimorfismo*. Smalltalk es otro lenguaje orientado a objetos muy potente y de gran impacto en el desarrollo del software orientado a objetos que se ha realizado en las últimas décadas.

Hoy día **Java** y **C#** son herederos directos de C++ y C, y constituyen los lenguajes orientados a objetos más utilizados en la industria del software del siglo XXI. **Visual Basic** y **VB.Net** son otros len-

²⁷ Si desea profundizar en este tipo de programación existen numerosos y excelentes libros que puede consultar en la Bibliografía.

guajes orientados a objetos, no tan potentes como los anteriores pero extremadamente sencillos y fáciles de aprender.

1.8. HISTORIA DE PASCAL

A principio de los años setenta, y tras los estudios efectuados en la década anterior en la realización del lenguaje ALGOL-68, Niklaus Wirth, un profesor de Eidgenössische Technische Hochschule (Instituto Tecnológico) de Zurich (Suiza) diseñó Pascal, un lenguaje concebido para la enseñanza de técnica de programación a estudiantes universitarios, que con el correr de los tiempos se convirtió en un estándar del mundo de la programación.

El objetivo fundamental de su creador fue desarrollar un lenguaje que permitiera *enseñar programación como una disciplina sistemática basada en determinados conceptos fundamentales*. Estos conceptos se reflejan de modo claro y natural en el lenguaje. El libro *Pascal User Manual and Report*, escrito por Wirth y Jensen, publicado en 1974, sirvió como definición básica del lenguaje Pascal. A medida que su uso creció en las comunidades educativa y profesional, aparecieron diferentes implementaciones; para asegurar que los programas Pascal escritos en un sistema pudieran ser ejecutados en otros, se han diseñado diferentes estándares: **IEEE** e **ISO**, entre los que destacaba el UCSD Pascal —en ambientes universitarios norteamericanos ha gozado de buena aceptación—. Sin embargo, en la mitad de la década de los ochenta, Pascal era un lenguaje cuya difusión se reducía a ambientes y círculos universitarios y de investigación. Tal vez la razón esencial residía en el elevado precio de los compiladores y de las herramientas complementarias necesarias: editores y depuradores, más tarde sería lo que se comenzó a llamar Entornos Integrados de Desarrollo.

El lenguaje de programación Pascal, es un lenguaje de alto nivel y de propósito general que fue diseñado por Wirth tratando de eliminar las inconsistencias de otros lenguajes de programación de la época y que sirviera para enseñar las técnicas de programación a sus alumnos.

Una versión preliminar del lenguaje apareció en 1968 y el primer compilador totalmente completo apareció a finales de 1970 (en 1971, según algunos historiadores informáticos) y fue diseñado para la familia de computadoras CDC 6000. Desde entonces muchos compiladores han sido construidos y están disponibles para diferentes máquinas. Durante muchos años, el libro *Pascal User Manual and Report (Informe y Manual del usuario)*, El Ateneo, Buenos Aires) publicado por Wirth y Jensen en 1974, ha servido de facto como estándar de todas las versiones. El primer compilador de Pascal escrito en Norteamérica fue construido en la Universidad de Illinois por Donald B. Gillies para el PDP-11 y generaba código máquina nativo.

Las diferentes versiones ofrecían interpretaciones ligeramente diferentes que impedían la compatibilidad entre ellas. Por estas razones, diferentes proyectos se iniciaron para producir una definición estándar del lenguaje y culminaron en dos estándares: uno de la *International Standards Organization (ISO)* en 1982 y otro por un comité conjunto del *American National Standards Institute (ANSI)* y del *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*. Estas dos versiones se conocen como **ISO/IEC 7185 Pascal** y **ANSI/IEEE770X.97-1983 Pascal** y difieren en algunos aspectos nos especialmente significativos. Sin embargo, dos versiones no estándar se popularizaron en la década de los ochenta y de los noventa, Turbo Pascal (marca registrada por Borland International, Inc.) y UCSD (construida por Regents of the University of California).

A principio de los ochenta, UCSD Pascal fue incorporado a las computadoras Apple II y Apple II para proporcionar una alternativa estructurada a los intérpretes BASIC que venían con las máquinas.

En la segunda mitad de la década de los noventa y sobre todo en la primera mitad de los 2000, junto a Turbo Pascal reina de modo indiscutible Free Pascal, en su versión 2.0, y también GNU Pascal, del mundo Linux, aunque éste con menos fuerza.

Pascal

El lenguaje Pascal estándar presenta una serie de características que lo hacen idóneo como primero o segundo lenguaje de programación, desde el punto de vista del aprendizaje y como lenguaje de propósito general para la resolución de aplicaciones de todo tipo: gestión, científicas, ingeniería, etc. Destacamos en este apartado las características más sobresalientes:

- Lenguaje excelente para el aprendizaje de la programación estructurada, e incluso para iniciarse en la programación orientada a objetos.
- Lenguaje de propósito general.
- Lenguaje procedimental (imperativo).
- Lenguaje estructurado (soporta las estructuras clásicas).
- Lenguaje recursivo (soporta recursividad, propiedad de llamarse a sí misma una función o procedimiento).
- Gran riqueza de tipos (fuertemente tipificado) con tipos de datos simples y estructurados, así como definidos por el usuario.
- Producción por los compiladores de programas ejecutables, rápidos y eficientes.
- Facilidad para realizar programación modular debido a la posibilidad de diseñar subprogramas (módulos del tipo procedimiento y función) y módulos (unidades, unit).

Estándares

En 1983 el lenguaje fue estandarizado por el comité internacional de estándares ISO/IEC 7185, así como con estándares específicos de diversos países, incluyendo en 1983 el ANSI/IEEE770x3.97-1983. En 1990 se creó una extensión del Pascal Estándar que se denominó ISO/IEC 10206.

En los grandes sistemas (mainframes y minicomputadoras) se instalaba el Pascal estándar. En la IBM-PC, sin embargo no fue así, aunque las versiones Turbo Pascal y Delphi de Borland tuvieron y tienen un gran número de usuarios.

Turbo/Borland Pascal

Al principio de los ochenta, Anders Hejlsberg escribió el compilador Blue Label Pascal para el Nascom-2. Posteriormente se fue a trabajar a Borland y reescribió su compilador que se convirtió en Turbo Pascal.

En 1983 aparece en el mercado norteamericano —comercializado por Borland International, Inc.— un compilador de Pascal denominado Turbo Pascal; la característica más notable, su reducido precio, 49,95 dólares. Los programadores profesionales lo compraron masivamente, pues no sólo funcionaba bien sino que compilaba y ejecutaba programas más rápidamente que cualquier otro compilador del mercado. En años sucesivos aparecieron las versiones 2.0 (todavía conservo mi vieja copia, regalo de un amigo como recuerdo de un viaje a Estados Unidos), 3.0, 3.1 y 3.2. Su éxito se debía a la facilidad de edición, compilación y ejecución; constituía por sí mismo un *entorno de programación*: editor, compilador y depurador integrados; tenía una limitación de 64 KBytes en el tamaño de los programas. Por aquella época, Apple comercializaba sus programas basados en menús desplegables que presentaban las órdenes visualmente al programador y para cuya ejecución bastaba solamente la pulsación de una tecla; ello evitaba la tediosa tarea de escritura de las órdenes.

La versión 4.0 —lanzada en 1987— superó con creces las versiones anteriores y eliminó la barrera de los 64 K incorporando a su vez los menús desplegables. Además, ofrecía un gran número de mejoras y novedades en lo que concierne al confort y al entorno de programación:

- Compilador con editor incorporado similar a las versiones anteriores, pero renovado (menús desplegables, funciones especiales, etc.).

- Facilidad para construcción de bibliotecas.
- Compilador de tipo clásico que puede ser utilizado en procesos por lotes (*batch*).

La gran novedad fue la posibilidad de superar la barrera de los 64 K para la creación de programas. Esta tarea se conseguía mediante módulos que se diseñaban con unidades (unit). Cada unidad podía ser compilada separadamente.

A finales de 1988 aparece en Estados Unidos la versión **5.0** que, entre otras novedades, ofrecía un entorno de desarrollo —al estilo de lo que hoy se encuentra en cualquier programa de aplicación—. Entrado el año 1989 aparece la versión 5.5, idéntica a la 5.0 pero con una importante aportación: incorpora facilidades para realizar programación orientada a objetos (OOP, Object-oriented Programming), tecnología de programación clásica, pero poco utilizada que, sin duda, será clave en el desarrollo de la ingeniería de software en la década de los noventa.

En el año 1991, Borland lanzó Turbo Pascal 6 que mejoraba el entorno de la versión 5.5 y añadía nuevas herramientas de programación orientada a objetos: Turbo Vision. A finales del año 1992, dos nuevos productos se lanzaron por la casa Borland: Turbo Pascal 7.0 y Borland Pascal 7.0, que ya contenían propiedades extraídas de los lenguajes Modula-2, del propio Wirth, y C, de Brian Kernighan.

Turbo Pascal ha sido el compilador más vendido de la historia de la informática. Su poderoso entorno de programación, la solidez del lenguaje y su economía, hicieron de este compilador la mejor herramienta para trabajar en el viejo sistema operativo DOS y en los todavía hoy existentes Windows.

El despegue de Internet en 1993 con la aparición de la Web, de Tim Berners-Lee, la implantación progresiva en las universidades, en la industria del software y en las empresas, en general, de los lenguajes C y posteriormente C++, Java y C#, unidos a los nuevos lenguajes para la programación de Internet, HTML y XML, fueron relegando a Pascal, que fue quedando como el lenguaje estructurado por excelencia para iniciarse en la programación.

La aparición de nuevas versiones de Pascal en la segunda mitad de la década de los 90 desarrolladas bajo la idea de software libre, y gratuito, ha hecho que Pascal siga gozando de gran popularidad hoy día. Free Pascal, sobre todo después de la presentación a finales de mayo de 2005 de la versión 2.0, GNU y la disponibilidad gratuita en el sitio de Borland del compilador de Turbo Pascal 5.5, con propiedades de orientación a objetos, le augura una nueva y fecunda larga vida.

Hoy, pese al uso masivo de los lenguajes citados y nuevas y poderosas plataformas de desarrollo, Pascal sigue siendo un lenguaje muy utilizado en la enseñanza, fundamentalmente, y todavía en empresas y en la industria, por sus muchas características.

El libro que usted tiene entre las manos, en las tres primeras ediciones, ha sido utilizado por decenas de miles de estudiantes en España y en Latinoamérica, de universidades, institutos tecnológicos y centros de formación profesional, así como por estudiantes autodidactas. La oportunidad que me ha brindado mi editorial, McGraw-Hill, de actualizarlo a la nueva edición de Free Pascal, ha sido un gran reto, que asumo con todo el cariño que se puede sentir por un hijo, y en este caso por un hijo muy querido y que tantas y tantas satisfacciones me ha proporcionado. Confío cumplir con el compromiso ante mis lectores y alumnos nuevos, con la misma ilusión que asumí con la escritura de la primera edición, allá por el lejano año de 1990:

Object Pascal
Delphi Pascal
GNU Pascal

GNU Pascal Compiler (GPC) es el compilador de la familia GNU. En consecuencia es un compilador de 32/64 bits que corre en todos los sistemas operativos soportados por GNU C:

- GNU Hurd.
- Linux en Intel, AMD64, Sparc, Alpha.

- La familia BSD.
- DOS de 32 bits.
- MS-Windows 9x/NT.
- OS/2 con EMX.
- Mac OS X.
- Alpha-DEC-OSF.
- Sparc-Sun-Solaris.
- HP/UX.

Produce código optimado para todos los sistemas anteriores: es software libre (Open-Source Software) de acuerdo a la GNU General Public License. Es compatible con otros lenguajes GNU tales como GNU C y el depurador GNU.

El lenguaje soporta los siguientes estándares de lenguajes o casi-estándares:

- ISO 7185 Pascal.
- La mayoría de ISO 10206.
- Borland Pascal 7.0.
- Partes de Borland Delphi, Mac Pascal y Pascal-SC (PXSC).

Free Pascal

Free Pascal es un compilador *multi*-sistema-operativo y *multi*-CPU de 32/64 bits. El compilador implementa los dialectos de Borland Pascal (Turbo Pascal y Delphi) así como las construcciones de MacPascal y está disponible para la mayoría de los sistemas operativos más comunes.

Free Pascal se conoce originalmente como FPK Pascal, en honor de su autor (Florian Paul Klämpfl). El compilador fue escrito en el dialecto de Turbo Pascal y al final de 1997, se cambió el nombre del proyecto por Free Pascal Compiler (FPC) para evitar confusiones y debido a que contribuyeron numerosas personas al proyecto. Las primeras versiones se denominaron 0.99.5 y 0.99.8 que incorporaban características de Delphi. En julio de 2000 se lanzó la versión 1.0. Las series 1.0.x fueron ampliamente utilizadas tanto en empresas e industrias como en educación.

En noviembre de 2003, una primera versión beta de la 1.1.x fue empaquetada y se puso un nuevo nombre 1.9 a la que siguieron rápidamente las versiones 1.9.2 y 1.9.4. En enero de 2005 se lanzó la versión 1.9.6 y a finales de febrero la versión 1.9.8 y por fin fue lanzada la versión 2.0.0 en mayo de 2005.

www.osnews.com/story.php?news_id=1067

La versión actual del compilador FPC 2.0 soporta los siguientes procesadores:

- Intel 80386 y compatibles.
- PowerPC.
- ARM.
- Sparc v8 y v9.
- AMD64 (x86_64).

Y la lista de sistemas operativos que soportan Free Pascal es:

- Linux (todas las CPU).
- FreeBSD.

- Mac OS X y Darwin (PowerPC).
- Mac OS.
- DOS.
- Win32.
- OS/2.
- Novell Netware.

La versión estable 1.0.x estaba disponible para procesadores:

- Intel 80386 y compatibles.
- Motorola 680x0.

Y soportada por los siguientes sistemas operativos:

- Linux (x86/m68k).
- FreeBSD.
- NetBSD, (x86/m68k).
- DOS.
- Win32.
- OS/2.
- Classic Amiga (m69k).

Y las plataformas beta:

- BeOS (beta).
- SunOS (Solaris).
- QNX.

Free Pascal versus Turbo Pascal

Free Pascal se ha convertido desde su aparición, y sobre todo desde el lanzamiento de la versión 2.0 en Mayo de 2005, en uno de los compiladores más importantes de código abierto (*open source*). Aunque Turbo Pascal (su empresa propietaria Borland, ofrece gratis en su sitio web, la versión 5.5) sigue siendo utilizado por numerosos programadores y, principalmente, como primera herramienta básica de iniciación a la programación, es Free Pascal el compilador elegido por profesores, maestros y alumnos para el estudio de asignaturas tales como *Introducción a la Programación* o *Programación I*. Free Pascal 2 está disponible para procesadores i386, x86_64, PowerPC/32, Sparc y ARM, y para sistemas operativos tales como Dox, Linux, Windows, OS/2 y FreeBSD.

Compiladores Pascal disponibles públicamente

Existen numerosos compiladores disponibles para el público en general.

1. P4 compiler (<http://homepages.cwi.nl/~steven/pascal/>) fundamento de muchos compiladores de Pascal, entre ellos el mítico UCSD-Pascal.
2. Free Pascal, escrito en Pascal. Se distribuye gratuitamente bajo la licencia de GNU GPL. Se puede mezclar con Turbo Pascal Delphi y soporta numerosas plataformas y sistemas operativos.
3. Turbo Pascal (la versión 5.5 está disponible para descarga gratuita en el sitio de Borland; se requiere registro previo) (<http://community.borland.com>); o bien en el Museo de Borland <http://bdn.borland.com/museum/> y buscar el artículo de 21 de febrero de 2002 “*Antique Software: Turbo Pascal 5.5*” donde se puede descargar el software y documentación original de Borland.

4. Chrome (generación siguiente a Object Pascal para las plataformas .NET y Mono).
5. GNU Pascal Compiler (GPC) es el compilador Pascal de la GNU Compiler Collection (GCC). El compilador está escrito en C, la biblioteca en tiempo de ejecución, principalmente en Pascal. Se distribuye gratuitamente por GNU General Public License, y corre en numerosas plataformas y sistemas operativos. Soporta los lenguajes estándar ANSI/ISO y Borland/Turbo Pascal.
6. Delphi (descendiente de Pascal para crear aplicaciones RAD (Rapid Application Development) (<http://www.borland.com>).
7. Virtual Pascal, compilador nativo para OS/2 compatible con la sintaxis de Borland Pascal.

RESUMEN

Una computadora es una máquina para procesar información y obtener resultados en función de unos datos de entrada.

Hardware: parte física de una computadora (dispositivos electrónicos).

Software: parte lógica de una computadora (programas).

Las computadoras se componen de:

- Dispositivos de Entrada/Salida (E/S).
- Unidad Central de Proceso (Unidad de Control y Unidad Lógica y Aritmética).
- Memoria central.
- Dispositivos de almacenamiento masivo de información (memoria auxiliar o externa).

El *software del sistema* comprende, entre otros, el sistema operativo **Windows**, **Linux**, en computadoras personales y los lenguajes de programación. Los *lenguajes de programación* de alto nivel están diseñados para hacer más fácil la escritura de programas que los lenguajes de bajo nivel. Existen numerosos lenguajes de programación cada uno de los cuales tiene sus propias características y funcionalidades, y normalmente

son más fáciles de transportar a máquinas diferentes que los escritos en lenguajes de bajo nivel.

Los programas escritos en lenguaje de alto nivel deben ser traducidos por un compilador antes de que se puedan ejecutar en una máquina específica. En la mayoría de los lenguajes de programación se requiere un compilador para cada máquina en la que se desea ejecutar programas escritos en un lenguaje específico...

Los lenguajes de programación se clasifican en:

- *Alto nivel:* Pascal, FORTRAN, Visual Basic, C, Ada, Modula-2, C++, Java, Delphi, C#, etc.
- *Bajo nivel:* Ensamblador.
- *Máquina:* Código máquina.
- *Diseño de Web:* SMGL, HTML, XML, PHP...

Los programas traductores de lenguajes son:

- *Compiladores.*
- *Intérpretes.*

C es un lenguaje de programación que contiene excelentes características como lenguaje para aprendizaje de programación y lenguaje profesional de propósito general; básicamente es un *entorno de programación* con editor y compilador incorporado.