

---

# CONTENIDOS

---

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1. CONCEPTO DE COMPUTADOR</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. UNA PRIMERA APROXIMACIÓN AL COMPUTADOR</b> .....	<b>1</b>
1.1.1 OPERACIONES BÁSICAS DEL PROCESADO DE DATOS .....	2
1.1.2 ALGORITMOS Y PROGRAMAS .....	3
<b>1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3. ORGANIZACIÓN DE UN COMPUTADOR</b> .....	<b>9</b>
1.3.1 LA ARQUITECTURA DE VON NEUMANN .....	9
1.3.2 UNIDADES FUNCIONALES.....	10
<b>1.4. EL CONCEPTO DE PROGRAMA ALMACENADO</b> .....	<b>16</b>
1.4.1 TIPOS DE INSTRUCCIONES .....	17
1.4.2 LENGUAJE MÁQUINA Y LENGUAJE ENSAMBLADOR.....	18
1.4.3 EJECUCIÓN DE UN PROGRAMA .....	20
<b>1.5. CONCEPTO ACTUAL DEL COMPUTADOR</b> .....	<b>24</b>
1.5.1 DEFINICIÓN ACTUAL.....	24
1.5.2 PARÁMETROS BÁSICOS DE LA MÁQUINA .....	25
<b>1.6. DEL COMPUTADOR A LA PROGRAMACIÓN</b> .....	<b>26</b>
1.6.1 LOS DATOS .....	27
1.6.2 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN DE ALTO NIVEL.....	27
1.6.3 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN LENGUAJE DE ALTO NIVEL .....	31
1.6.4 ORGANIZACIÓN DE UN PROGRAMA.....	35
1.6.5 TRADUCCIÓN DE PROGRAMAS.....	36
<b>1.7. SISTEMA OPERATIVO Y PROGRAMAS DEL SISTEMA</b> .....	<b>37</b>
<b>1.8. TIPOS DE COMPUTADORES</b> .....	<b>39</b>
<b>1.9. COMUNICACIÓN DE DATOS Y REDES</b> .....	<b>40</b>
1.9.1 TRANSMISIÓN DE DATOS DENTRO DEL COMPUTADOR .....	40
1.9.2 COMUNICACIÓN DE DATOS A LARGA DISTANCIA.....	42
1.9.3 REDES DE ORDENADORES .....	43

<b>2. SOPORTE LÓGICO DE UN COMPUTADOR .....</b>	<b>45</b>
<b>2.1. CONCEPTO DE SOPORTE LÓGICO.....</b>	<b>45</b>
<b>2.2. AYUDAS PARA LA PROGRAMACIÓN.....</b>	<b>47</b>
2.2.1 TRADUCTORES .....	47
2.2.2 TIPOS DE LENGUAJES DE ALTO NIVEL .....	52
2.2.3 UTILIDADES Y FASES EN LA EJECUCIÓN DE UN PROGRAMA.....	53
<b>2.3. PROGRAMA DE ARRANQUE.....</b>	<b>55</b>
<b>2.4. SISTEMAS OPERATIVOS (SO).....</b>	<b>57</b>
2.4.1 FUNCIONES DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS.....	57
2.4.2 LA ESTRUCTURA DE UN SISTEMA OPERATIVO TÍPICO .....	58
2.4.3 ADMINISTRACIÓN DEL HARDWARE.....	60
2.4.4 ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE ARCHIVOS .....	62
2.4.5 APOYO A LA EJECUCIÓN DE PROGRAMAS DE APLICACIÓN.....	63
2.4.6 MÓDULOS PARA LA GESTIÓN DE REDES .....	64
2.4.7 EJEMPLOS DE SISTEMAS OPERATIVOS.....	64
<b>2.5. SOPORTE LÓGICO DE LAS REDES DE COMPUTADORES .....</b>	<b>72</b>
2.5.1 SOPORTE LÓGICO BÁSICO.....	72
2.5.2 RELACIONES EN UNA RED .....	77
2.5.3 PROGRAMAS DE APLICACIONES DE LAS COMUNICACIONES .....	78
<b>3. ALGORITMOS Y PROGRAMAS.....</b>	<b>81</b>
<b>3.1. CONCEPTO DE ALGORITMO .....</b>	<b>81</b>
<b>3.2. LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y EL USO DEL ORDENADOR</b>	<b>82</b>
3.2.1 ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....	83
3.2.2 DISEÑO DEL ALGORITMO .....	84
3.2.3 PROGRAMACIÓN DEL ALGORITMO .....	88
<b>3.3. REPRESENTACIÓN DE ALGORITMOS .....</b>	<b>89</b>
3.3.1 PSEUDOCODIGO .....	89
3.3.2 ORGANIGRAMAS .....	90
<b>3.4. ESTRUCTURAS DE CONTROL.....</b>	<b>91</b>
3.4.1 ESTRUCTURAS SECUENCIALES .....	92
3.4.2 ESTRUCTURAS SELECTIVAS.....	93
3.4.3 ESTRUCTURAS REPETITIVAS .....	99
<b>3.5. PROGRAMACIÓN MODULAR.....</b>	<b>111</b>

3.5.1 FUNCIONES .....	112
3.5.2 PROCEDIMIENTOS O SUBROUTINAS .....	115
3.5.3 ÁMBITO DE LAS VARIABLES .....	117
3.5.4 PASO DE PARÁMETROS .....	120
<b>3.6. CONCEPTO DE PROGRAMACIÓN ESTRUCTURADA .....</b>	<b>126</b>
<b>3.7. RECURSIVIDAD.....</b>	<b>128</b>
<b>3.8. DESARROLLO Y GENERACIÓN DEL SOFTWARE.....</b>	<b>131</b>
3.8.1 INGENIERÍA DEL SOFTWARE .....	132
3.8.2 CICLO DE VIDA DEL SOFTWARE .....	133
<b>4. ARITMÉTICA Y REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EL COMPUTADOR.....</b>	<b>137</b>
<b>4.1. SISTEMAS DE NUMERACIÓN EN INFORMÁTICA.....</b>	<b>137</b>
4.1.1 DEFINICIÓN DEL SISTEMA BINARIO.....	139
4.1.2 TRANSFORMACIONES ENTRE BASES BINARIA Y DECIMAL .....	139
4.1.3 CÓDIGOS INTERMEDIOS .....	141
<b>4.2. OPERACIONES ARITMÉTICAS Y LÓGICAS.....</b>	<b>143</b>
4.2.1 OPERACIONES ARITMÉTICAS CON NÚMEROS BINARIOS .....	143
4.2.2 VALORES BOOLEANOS Y OPERACIONES LÓGICAS.....	144
4.2.3 PUERTAS LÓGICAS.....	145
4.2.4 ARITMÉTICA CON PUERTAS LÓGICAS.....	147
<b>4.3. REPRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN EN EL COMPUTADOR..</b>	<b>150</b>
4.3.1 LA CODIFICACIÓN EN INFORMÁTICA.....	151
4.3.2 REPRESENTACIÓN INTERNA DE DATOS.....	154
4.3.3 REPRESENTACIÓN INTERNA DE PROGRAMAS .....	166
<b>4.4. EL CONCEPTO DE TIPO DE DATO.....</b>	<b>167</b>
<b>5. ESTRUCTURAS DE DATOS .....</b>	<b>171</b>
<b>5.1. EL CONCEPTO DE DATOS ESTRUCTURADOS.....</b>	<b>171</b>
<b>5.2. TIPOS DE DATOS ESTRUCTURADOS .....</b>	<b>172</b>
<b>5.3. ESTRUCTURAS DE DATOS CONTIGUAS.....</b>	<b>173</b>
5.3.1 CADENAS.....	173
5.3.2 ARRAYS.....	175
5.3.3 REGISTROS .....	187

<b>5.4. ESTRUCTURAS DINÁMICAS Y PUNTEROS .....</b>	<b>187</b>
<b>5.5. ESTRUCTURAS LINEALES .....</b>	<b>188</b>
5.5.1 LISTAS ENLAZADAS.....	189
5.5.2 VECTORES VS LISTAS ENLAZADAS .....	198
5.5.3 PILAS.....	198
5.5.4 COLAS.....	201
<b>5.6. ESTRUCTURAS NO LINEALES (ÁRBOLES).....</b>	<b>202</b>
5.6.1 ÁRBOLES BINARIOS.....	203
5.6.2 ÁRBOL BINARIO DE BÚSQUEDA .....	206
<b>6. ARCHIVOS Y BASES DE DATOS .....</b>	<b>213</b>
<b>6.1. ARCHIVOS: DEFINICIONES Y CONCEPTOS .....</b>	<b>213</b>
<b>6.2. SOPORTE Y ACCESO A LOS ARCHIVOS .....</b>	<b>216</b>
<b>6.3. EL SISTEMA OPERATIVO Y LA GESTIÓN DE ARCHIVOS .....</b>	<b>218</b>
<b>6.4. ORGANIZACIÓN DE ARCHIVOS.....</b>	<b>218</b>
<b>6.5. OPERACIONES SOBRE ARCHIVOS.....</b>	<b>220</b>
6.5.1 APERTURA Y CIERRE DE UN ARCHIVO.....	221
6.5.2 LECTURA Y ESCRITURA EN UN ARCHIVO .....	222
<b>6.6. PROCESAMIENTO DE ARCHIVOS .....</b>	<b>223</b>
6.6.1 PROCESAMIENTO DE ARCHIVOS SECUENCIALES .....	224
6.6.2 PROCESAMIENTO DE FICHEROS SECUENCIALES INDEXADOS .....	230
6.6.3 PROCESAMIENTO DE FICHEROS DE ORGANIZACIÓN DIRECTA .....	230
<b>6.7. TIPOS DE ARCHIVOS .....</b>	<b>234</b>
<b>6.8. BASES DE DATOS .....</b>	<b>237</b>
6.8.1 CONCEPTO DE BASE DE DATOS.....	240
6.8.2 ESTRUCTURA GENERAL DE UNA BASE DE DATOS.....	241
6.8.3 TIPOS DE BASES DE DATOS.....	242
6.8.4 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA BASE DE DATOS .....	244
<b>7. ALGORITMOS Y SU COMPLEJIDAD .....</b>	<b>245</b>
<b>7.1. MEDIDA DE LA EFICIENCIA Y DE LA COMPLEJIDAD ALGORITMICA .....</b>	<b>245</b>
7.1.1 ORDEN DE COMPLEJIDAD .....	247
7.1.2 ANÁLISIS DE LOS ALGORITMOS DE BÚSQUEDA .....	249

<b>7.2. ALGORITMOS DE ORDENACIÓN Y SU COMPLEJIDAD .....</b>	<b>250</b>
7.2.1 ORDENACIÓN POR INSERCIÓN .....	250
7.2.2 ORDENACIÓN POR INTERCAMBIO .....	252
7.2.3 ALGORITMO DE SHELL .....	256
7.2.4 ALGORITMO DE ORDENACIÓN RÁPIDA (“QUICKSORT”) .....	258
<b>7.3. EVALUACIÓN DE UN POLINOMIO .....</b>	<b>267</b>
7.3.1 EVALUACIÓN DIRECTA .....	267
7.3.2 ALGORITMO DE HORNER .....	267
7.3.3 MÉTODO DEL ÁRBOL .....	268
<b>7.4. ALGORITMOS PARA LA BÚSQUEDA DE CADENAS DE CARACTERES .....</b>	<b>272</b>
7.4.1 ALGORITMO DE COMPARACIÓN .....	272
7.4.2 ALGORITMO DE BOYER-MOORE .....	274
<b>7.5. NOTAS FINALES SOBRE COMPLEJIDAD.....</b>	<b>276</b>
7.5.1 ALGORITMOS NO-DETERMINISTAS .....	276
7.5.2 PROBLEMAS DE CLASE P Y NP.....	277
7.5.3 INTRODUCCION A LAS MAQUINAS DE TURING Y A LOS PROBLEMAS ALGORITMICAMENTE IRRESOLUBLES .....	278
 <b>ANEXO: SOPORTE FÍSICO DE UN COMPUTADOR.....</b>	<b>285</b>
 <b>ARQUITECTURA DE COMPUTADORES .....</b>	<b>285</b>
<b>PERIFÉRICOS DE LOS COMPUTADORES.....</b>	<b>294</b>
<b>REDES Y CONEXIONES ENTRE COMPUTADORES.....</b>	<b>308</b>
 <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>317</b>

---

## PRÓLOGO

---

Con la puesta en marcha de los nuevos planes de estudios, en la Universidad española, han aparecido nuevas materias incorporadas a los currícula universitarios, que en los viejos planes de estudio no existían, o su contenido quedaba difuminado en el temario de otras asignaturas. Entre estas materias hay que situar el tema de los Fundamentos de la Informática y la Programación, que bajo distintos sinónimos, aparece en un gran número de Planes de Estudios, bien sea en forma de materia troncal, obligatoria u optativa. Este carácter de nueva materia, hace que, aunque en el mercado, exista una gran cantidad de excelentes textos, que cubren este material introductorio, el curso dirigido al estudiante de primer ciclo de los nuevos planes de estudio, esté por desarrollar, en parte, como tal material de apoyo a la tarea docente.

Posiblemente, la constatación de esta carencia resulte sorprendente al lector acostumbrado a visitar los poblados anaqueles de la sección de informática de nuestras librerías; el libro de informática aparentemente está en plena fase de explosión; pero un análisis más cuidadoso indica que la mayor parte de nuevos títulos, se centran mucho más en la explicación más o menos profunda de los diversos paquetes o sistemas que cada temporada causan furor en el mundo del usuario del PC, que en el desarrollo metódico y detallado que toda disciplina científico-técnica merece. Nada más alejado de nuestra intención, criticar tal explosión de información en manos del público, al contrario, nos sentimos orgullosos de que nuestra especialidad profesional, sea la más abierta de todas las ramas científicas a la hora de transferir sus últimos conocimientos, para que sean utilizados por toda la ciudadanía, sin embargo queremos recordar que muchos productos informáticos, en su época considerados como sinónimos de alta especialidad, han pasado al olvido, barridos por otros que los superaban; con ellos muchos conocimientos y esfuerzos de aprendizaje han resultado obsoletos, ya que muchas veces, sólo se dominaba un determinado procedimiento, no una ciencia, ni siquiera una tecnología. Saltar de un paquete informático a otro, o de un procesador a otro, tiene poco sentido y mucho riesgo, sin una mínima, aunque sólida cultura informática. De ayudar a transferir cultura y conocimientos se trata y ésta es una de nuestras misiones, desde la universidad.

A la hora de redactar el texto hemos pensado en dos tipos de posibles lectores. Por un lado el estudiante de Ingeniería Informática y por otro el estudiante

de otras titulaciones científicas. El primero, en sus primeras incursiones en su nueva carrera, tiende a identificar el aprendizaje de la informática, con el dominio de un lenguaje de programación y un conocimiento más o menos profundo de la estructura interna de la máquina. El segundo, sin embargo, aspira a que le enseñen el manejo del ordenador y la utilización de algunos paquetes de software que le vayan a resultar útiles para su futura profesión, además de alguna introducción elemental a la programación. Para ambos en este texto, hay un mensaje común: la Informática es mucho más que una serie de paradigmas ó filosofías de la programación y hay que aceptar que con su advenimiento, al árbol luliano de la ciencia, le ha brotado una nueva rama que con una cierta influencia anglosajona venimos llamando Ciencias de la Computación y con este nuevo bagaje tiene que iniciar su formación universitaria.

Desde el punto de vista del estudiante de Informática, la filosofía de este texto esta en la línea de proporcionar un texto introductorio, que adapte los conocimientos de un estudiante español de primer ciclo, a las ideas desarrolladas por el Comité que elaboro el “ACM/IEEE Joint Curriculum”, que constituye uno de los esfuerzos más saludables que existen, de enlazar las necesidades profesionales, con los contenidos académicos. Para el universitario que ha elegido otra rama científica, este libro aspira a proporcionarle una cultura informática básica, que le permita por un lado poderla aplicar en su respectivo campo de conocimiento y por otro, al conocer sus principios básicos, poder hacer frente a las posibilidades que nos ofrecen los ordenadores, conociendo tanto sus fantásticas potencialidades, como sus limitaciones.

Para tratar de cumplir, estos objetivos un tanto generalistas, apresurémonos a indicar, que este libro ha sido escrito, intentando abstraernos de cualquier lenguaje de programación concreto y en la medida de lo posible de cualquier máquina o sistema operativo de los que utilizamos diariamente. Esta tarea ha sido especialmente difícil, pues los autores tienen sus propias preferencias y profesionalmente están marcados, como todo el mundo, por sus experiencias personales. Esperamos que esta profilaxis haya sido fructífera, ya que estamos convencidos de que la única manera de introducir a un estudiante en la Informática, es tratando de separar constantemente lo que hay de contingente, en materia de útiles informáticos en el mercado en cada momento y lo que hay de nuevo para permanecer, por un cierto tiempo, en el acervo de la cultura informática. A pesar de lo anterior, es evidente que la programación debe probarse y experimentarse, mas allá de su cuerpo teórico, y para ello es necesario, que el estudiante maneje una máquina concreta, un sistema operativo determinado, adquiera ciertas habilidades de programación con un lenguaje de alto nivel razonablemente actual y maneje los últimos paquetes de software que le resulten útiles; esto tendrá lugar en el Laboratorio. Por ello no queda otro remedio que tomar decisiones en la planificación del curso; así el estudiante podrá trabajar sobre una terminal de un gran ordenador o moverse en al campo de la informática de PC o de Apple,

manejar DOS, UNIX u otro sistema, aprender C, Pascal, Fortran, Modula ó C++. Sin embargo, el libro si ha conseguido sus objetivos debe ser igual de útil para cualquiera que sea la decisión tomada.

## **SUGERENCIAS PARA USAR ESTE LIBRO**

Este texto se ha elaborado pensando en un curso introductorio de nivel de primer ciclo, para estudiantes de Ciencias o Ingeniería. El material que aquí se presenta , asume que el estudiante va a recibir en paralelo un curso de carácter práctico, en el que se le explicará y ejercitará en un lenguaje de programación de alto nivel. Ello supone que en el laboratorio y frente al ordenador, el interesado acabará habituándose a una cierta máquina, a un sistema operativo, a un lenguaje y seguramente a un entorno de programación, que debe ser el complemento práctico de los conceptos aquí desarrollados.

El material que aquí presentamos está dividido en 7 Capítulos y un anexo. El Capítulo 1 trata de recoger los conceptos que se consideran imprescindibles para poder enfrentarse a un ordenador y al proceso de programación. En nuestra opinión todo el contenido allí desarrollado tiene la vitola de fundamental y en consecuencia estos conceptos no deberían ser orillados en un curso de introducción.

El Capítulo 2 dedicado al Soporte Lógico de la máquina puede considerarse como una profundización de los aspectos relacionados con el software, vistos en el Capítulo anterior; por tanto este capítulo puede evitarse si el número de créditos asignados al curso no fuera suficiente. Sin embargo el capítulo puede ser de utilidad como referencia durante las clases prácticas donde constantemente se usarán y practicarán módulos pertenecientes a este soporte lógico.

El Capítulo 4 está dedicado a la representación interna de información en el ordenador, éste es un tópico que debe ser tratado en cualquier curso, sin embargo la profundidad con la que ello se haga, dependerá de la orientación que se pretenda dar en cada caso. En consecuencia queda al criterio del profesor la selección del material que considere oportuno para sus objetivos finales.

Los Capítulos 3 (Algoritmos y Programas) y Capítulo 5 (Estructuras de Datos) constituyen el núcleo de un curso de Introducción a la Programación. De hecho, el texto se mueve constantemente bajo el principio de Programación = Algoritmo + Estructuras de Datos y de esta forma se ha estructurado el material con la intención que el estudiante termine su lectura habiendo conseguido una cierta destreza en las técnicas y metodología de la programación estructurada. Es posible que se considere que algunas de las estructuras descritas superen los niveles de algunos cursos, especialmente en lo que se refiere a las estructuras dinámicas. No existe ninguna dificultad en evitar este material, en una primera lectura, aunque consideramos que los recursos que el uso de punteros proporciona no deben ser

ocultados al estudiante teniendo en cuenta las posibilidades de los modernos lenguajes de programación.

El Capítulo 6 complementa las estructuras de datos, analizando la forma como se organiza y maneja la información que reside en un periférico de almacenamiento. De nuevo el material aquí presentado, puede ser objeto de una determinada selección en función de los objetivos y del tiempo con que se cuente.

El Capítulo 7 trata de culminar el curso, desde la óptica de la complejidad algorítmica y de la comparación de algoritmos. Este es un capítulo que pasa de los temas más prácticos, como la ordenación, a las cuestiones más teóricas como las clases de algoritmos y la máquina de Turing en un intento de abrir a los ojos del estudiante, las cuestiones computables que existen más allá de la capacidad del computador.

Ante el hecho de que, por un lado, estaba fuera de lugar en este libro un capítulo que profundizara en cuestiones de hardware y que por otro, se tiene que tener una cierta información acerca de dispositivos, redes, etc, hemos decidido incluir un Anexo con los términos más significativos del Soporte Físico del ordenador. Este Anexo trata de ser más que un simple glosario, de forma que, cada término desarrollado se pueda comprender con suficiente amplitud.

Una nota final, es que en ningún caso el libro sustituye a curso alguno, de hecho, no se ha puesto especial énfasis en los ejemplos, ni se han incluido ejercicios (esperamos que se disculpen estas carencias); ya que éstas son decisiones que dependen de cada profesor y de cada curso.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este libro no sería pensable sin la existencia del LISITT (Laboratorio Integrado de Sistemas Inteligentes y Tecnologías de la información en Transporte) y de la Unitat Docent d'Informàtica del Departament d'Informàtica i Electrònica de la Universitat de València. Sin el especial espíritu de estos hombres y mujeres, muchos proyectos no habrían visto la luz y este libro es sólo un ejemplo más. Hay que dar las gracias tanto a los que han puesto su pluma cuando ha sido necesaria como a los que han expresado sus críticas o comentarios. La relación sería excesivamente extensa y esperamos que los amigos nos disculpen el que sólo nombremos a la única persona que ha trabajado todo el libro y seguramente nunca lo tendrá que explicar desde una pizarra: Cristina Roda, un ejemplo de lo que una mujer puede hacer con un procesador de textos y un corazón de no sabemos cuántos Megas.

**XII** FUNDAMENTOS DE INFORMÁTICA Y PROGRAMACIÓN

Valencia, Septiembre de 1995

LOS AUTORES