

# Algunas Sugerencias a la Propuesta de Programa de Estudios de Física

**L. A. Núñez\***

*Centro de Física Fundamental,*

*Departamento de Física, Facultad de Ciencias,*

*Universidad de Los Andes, Mérida 5101, Venezuela y*

*Centro Nacional de Cálculo Científico, Universidad de Los Andes, (CECALCULA),*

*Corporación Parque Tecnológico de Mérida, Mérida 5101, Venezuela*

Versión  $\beta$  1.5 Agosto 2006

## Resumen

Se plantean un conjunto de sugerencias para enriquecer la propuesta de modificación del programa de estudios de la Licenciatura en Física de la Universidad de Los Andes. Simplificando a 3 los ejes curriculares, se propone una licenciatura a 4 años. Se refuerza la idea de trasmitir que la Física es una ciencia eminentemente experimental, y se extiende el concepto de cursos teórico-experimentales a todos los 4 cursos de Física General, adicionalmente, se complementa el curso de Laboratorio Avanzado con uno de e-Laboratorio para introducir a los estudiantes en la nueva manera de hacer ciencia experimental a partir de datos de repositorios en INTERNET. Se incluye un curso de Física Moderna que permita a los estudiantes estar informados de los más recientes avances de la Física en ese año. Se restituye el Curso de Ciencia y Sociedad y se incorpora 1 electiva adicional para un total de 4 electivas: un bloque de dos electivas consecutivas y dos electivas complementarias

---

\*e-mail: [nunez@ula.ve](mailto:nunez@ula.ve)      Web: <http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/nunez/>

## Índice

<b>1. Introducción y Justificación</b>	<b>2</b>
<b>2. Las Sugerencias</b>	<b>2</b>
2.1. Eje Físico o Fundamental . . . . .	3
2.1.1. Formación General . . . . .	4
2.1.2. Formación Modular: . . . . .	5
2.1.3. Formación Focalizada . . . . .	5
2.2. Eje Matemático . . . . .	5
2.3. Eje Instrumental . . . . .	6
<b>3. Apéndices</b>	<b>7</b>
3.1. Métodos Computacionales . . . . .	7
3.2. Tecnologías de Información 1 . . . . .	10
3.3. Tecnologías de Información 2 . . . . .	11

## 1. Introducción y Justificación

Una nueva manera de producir conocimiento recorre el mundo. No es retórica. Estamos y andamos en la sociedad del conocimiento. Hace cuarenta años le tomó semanas, quizá meses, a Ted Mainman, anunciarle al mundo, a través del correo ordinario, la construcción del primer láser de rubí. Hace veinte, la superconductividad a altas temperaturas fue comunicada vía FAX en días. Hoy, a través de INTERNET, toma segundos divulgar observaciones astronómicas recogidas directamente mediante una red de telescopios espaciales y procesadas por una red de centros de investigación. La utilización intensiva de las llamadas Tecnologías de Información y Comunicación y principalmente INTERNET ha transformando la actividad científica, la técnica y, en general, toda nuestra vida. Este tipo de tecnologías se constituye en el centro de la nueva “e-ciencia” al permitir el registro, la acumulación y el acceso a datos experimentales, facilitar el modelaje y la simulación de escenarios posibles y promover, dentro la comunidad académica, una nueva manera de relacionarse para la producción y diseminación del conocimiento científico.

Gracias a las TIC, nuestros profesores se mantienen al día y comparten con sus pares del mundo conocimientos y experiencias. Los estudiantes a todos los niveles tienen acceso al mayor volumen de información jamás pensado. Es tal la cantidad de información, que debemos plantearnos una reflexión en torno a los contenidos y a las metodologías que utilizamos cotidianamente en la docencia. Nuestra función como docentes habrá de focalizarse en la enseñanza de los principios básicos en ciencias y humanidades y proveer el adiestramiento necesario para que nuestros estudiantes puedan encontrar en la red la información pertinente y valorar su calidad. El acceso a ingentes volúmenes de información genera nuevas pericias en el uso de las herramientas para la creación, distribución, acceso y búsqueda del conocimiento.

Estas sugerencias, aunque modifican mínimamente la propuesta inicial de la comisión curricular, quieren apuntar en la dirección de proveer a los estudiantes las herramientas de trabajo y los criterios necesarios para que puedan buscar y discriminar la información.

## 2. Las Sugerencias

Las sugerencias de modificación al programa propuesto son muy menores y pueden ser sintetizadas de la siguiente manera



Figura 1: Propuesta de Modificación al Programa de Estudios

- Se propone una licenciatura a 4 años. La experiencia en investigación que se busca con el trabajo especial de grado se poserga para un tercer ciclo (especialización o maestría.) Ese es el esquema de toda la Unión Europea tendrá a partir del 2007 y la tendencia que se sigue también a escala Latinoamericana.
- Se Simplifican los ejes curriculares a 3. Ellos serían: Matemático, Instrumental y Físico o Fundamental. Estos ejes se ilustran de arriba hacia abajo en la Figura 1 y en forma de bloques en la Figura 5 de la página 7, los cuales serán considerados en detalle en las próximas secciones.
- Creemos que es necesario incorporar un curso propedeutico interactivo a distancia (vía WEB), como Semestre 0, requisito para ingresar en el programa de estudios.
- Se refuerza la idea de la Física como una Ciencias Eminentemente Experimental y se extiende el concepto de cursos teórico-experimentales a los demás cursos del troncal de Física General (Ondas y Optica + Física Cuántica).
- Incorporamos dos nuevas materias: Física Moderna y un e-Laboratorio:
  - El curso de Física Moderna, sería fundamentalmente informativo y podría tener un programa cambiante dependiendo de los nuevos descubrimientos y la actualidad de la Física.
  - El curso de *E-laboratorio* apunta a introducir a los estudiantes en la nueva manera de hacer ciencia y pretende desarrollar experimentos a partir de datos provistos en repositorios en INTERNET
- Se restituye el Curso de Ciencia y Sociedad. Hoy, más que nunca es pertinente generar una reflexión en ese aspecto. La Ciencia cada vez más es al motor de esta nueva sociedad.
- Se añade una electiva conformando dos bloques materias electivas (dos obligatorias y dos complementarias). Igualmente se extienden a 8 las cadenas de 2 electivas, 4 más (Biomecánica, Bioinformática, Computación Científica e Instrumentación Científica) a las 4 tradicionales (Astrofísica, Física Teórica, Geofísica, Materia Condensada, Sistemas Complejos)

## 2.1. Eje Físico o Fundamental

Sin duda este es el eje alrededor del cual se conforma la carrera de Licenciatura en Física. Hemos dividido este troncal en tres: Formación General, Formación Modular y Formación Focalizada.

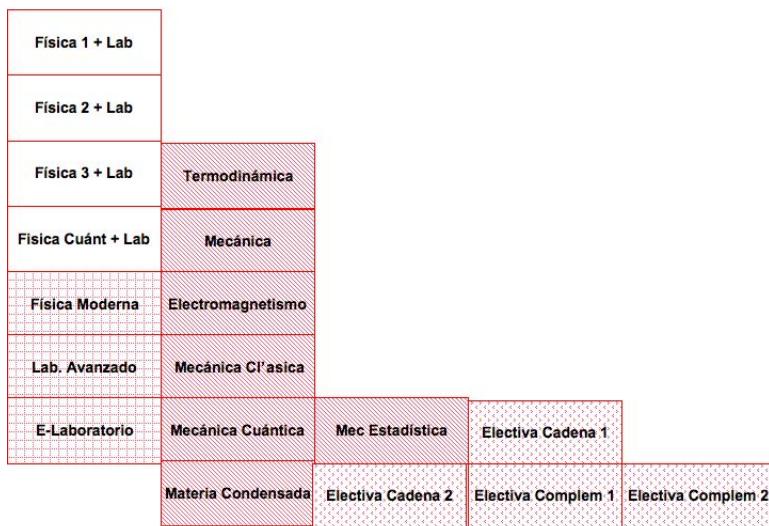


Figura 2: Eje curricular de Física

### 2.1.1. Formación General

Son cuatro cursos con experiencias de laboratorios como parte de esos cursos, un curso de Física Moderna y dos cursos de Laboratorios Avanzados. Tal y como se muestra en la Figura 1 de la página 3 y más en detalle en la Figura 2, se conserva la muy buena idea de desarrollar los cursos teóricos-experimentales de Física General. Definitivamente hay que enfatizar que la Física es una ciencia experimental, y por ello extendemos este concepto a los tres cursos de Física General y al de Física Cuántica. Se conserva la idea de un curso de Laboratorio Avanzado y se complementa con uno de E-Laboratorio.

**Cursos de Física General** Los cursos de tres cursos de Física General deberían cubrir el material de los libros tradicionales y estándares (digamos [Halliday, Resnick y Walker (2004)]) en tres semestres. Una posible distribución de tópicos podría ser

- **Física 1 + Lab (Mecánica):** Capítulos 1 -14. Cubriendo mecánica del punto, sistemas de partículas, fluidos y gravitación universal
- **Física 2 + Lab (Electricidad y Magnetismo):** Capítulos 21 - 32 Desde Carga eléctrica hasta magnetismo en la Materia
- **Física 3 + Lab (Ondas y Optica):** Capítulos 16, 17, 33 - 37. Fenómeno ondulatorio, optica geométrica, ondas electromagnéticas, Interferencia y Difracción.

**Física Cuántica + Lab:** Este es el curso típico de introducción a la Física de principios del Siglo XX. Una selección de tópicos cubiertos con el nivel de un texto estándar como lo es [Eisberg y Resnick (1985)].

Cálculo 1	Geometría
Cálculo 2	
Cálculo 3	
Métodos Matemático 1	
Métodos Matemáticos 2	
Métodos Matemáticos 3	Métodos Computacionales

Figura 3: Eje de Matemáticas

**Física Moderna** Este curso pretende exponer a los estudiantes a los temas de actualidad de al Física. Más que formativo es informativo, el estudiante realizará investigaciones y sistematizaciones bibliográficas de artículos de divulgación de revistas del área. Los tópicos a tratar podrán variar de año en año.

**Laboratorios Avanzados** Se conserva la idea de un Laboratorio Avanzado en el cual un equipo de estudiantes debe montar una experiencia de laboratorio. Se complementa con un curso de e-laboratorio. La intención de este nuevo laboratorio es exponer a los estudiantes a las nuevas manera de hacer ciencia. Explorando bases de datos a través de Internet y realizando experimentos y simulaciones a partir de datos y medidas expuestos en la red.

#### 2.1.2. Formación Modular:

Son la columna vertebral de la formación del Licenciado. en Física. Se conserva el nivel y los contenidos programáticos expuestos en la propuesta inicial de reforma del programa de estudios, tal y como se observa en al Figura 2 de la en la página 4. Ellos son Termodinámica, Mecánica, Mecánica Clásica, Mecánica Estadística, Mecánica Cuántica, Electromagnetismo y Materia Condensada.

#### 2.1.3. Formación Focalizada

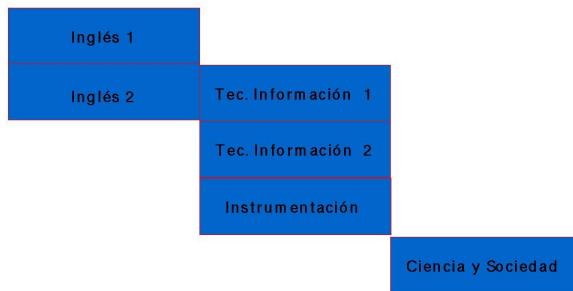
Se conserva la idea de materias electivas. Se propone una electiva adicional para un total de 4 electivas: un bloque de dos electivas consecutivas y dos electivas complementarias. La intención es que el estudiante direccione su formación con un cuerpo de conocimientos del bloque de las dos electivas y, la complementemente con otras dos. Además de organizar las electivas tradicionales atendiendo a la actividad de investigación de nuestro departamento, se pueden estructura otras tres cadenas de electivas. El cuadro 1 en la página 6 muestra una sugerencia de algunos títulos de cadenas de electivas.

### 2.2. Eje Matemático

Se mantiene el nivel y contenido temático de los cursos de Geometría y Cálculo 1,2 y 3, así como también los Métodos Matemáticos de la Física 1, 2 y 3. Se propone complementar esta formación con un curso de Métodos Computacionales, el cual se presenta de manera detallada en el apéndice 3.1 en la página 7.

Astrofísica 1	Astrofísica 2
Física Teórica 1	Física Teórica 2
Geofísica 1	Geofísica 2
Materia Condensada 1	Materia Condensada 2
Sistemas Complejos 1	Sistemas Complejos 2
Bioinformática 1	Bioinformática 2
Computación de Científica 1	Computación de Científica 2
Instrumentación de Científica 1	Instrumentación de Científica 2

Cuadro 1: Cadenas de Electivas



3

Figura 4: Eje de Cursos Instrumentales

### 2.3. Eje Instrumental

La Figura 4 ilustra el detalle de los cursos instrumentales. Corresponden a dos cursos consecutivos de Inglés instrumental, dos cursos consecutivos de Tecnologías de información y uno de Instrumentación científica. Suscribimos el contenido y alcance de los cursos se inglés instrumental. Suscribimos también la idea de incorporar tempranamente los cursos de tecnologías de Información para que este tipo de herramientas puedan ser utilizadas de forma cotidiana, desde muy temprano en la formación profesional del licenciado en Física. Un esbozo de los programas detallados de estos cursos se encuentran descritos en los apéndices 3.2 y 3.3, de las páginas 10 y 11, respectivamente.

## Referencias

[Eisberg y Resnick (1985)] R. Eisberg y R. Resnick (1985) **Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles, 2da Edición** (Wiley, New York).

[Halliday, Resnick y Walker (2004)] D. Halliday, R. Resnick y J. Walker (2004) **Fundamentals of Physics 7ma Edición** (Wiley, New York).

Física 1 + Lab	Ingles 1	Cálculo 1	Geometría
Física 2 + Lab	Ingles 2	Cálculo 2	Tec. Inform 1
Física 3 + Lab	Termodinámica	Cálculo 3	Tec. Inform 2
Física Cuánt + Lab	Mecánica	Mét Matemático 1	Instrument
Física Moderna	Electromagnetismo	Mét Matemáticos 2	Ciencia y Sociedad
Lab. Avanzado	Mecánica Cl'asica	Mét Matemáticos 3	Mét Computacional
E-Laboratorio	Mecánica Cuántica	Mec Estadística	Electiva Cadena 1
	Materia Condensada	Electiva Cadena 2	Electiva Complem 1 Electiva Complem 2

Figura 5: Resumen de sugerencias a la Propuesta de Programa de Estudios

### 3. Apéndices

#### 3.1. MÉDODOS COMPUTACIONALES

**Objetivo:** Proveer al estudiante de una visión panorámica y nociones operativas de las técnicas numéricas más comúnmente utilizadas para resolver problemas en Ciencias e Ingeniería

**Orientado a:** Estudiantes con conocimientos básicos en programación

**Programa Detallado :**

- Operaciones Fundamentales.** *Integración Numérica:* Trapecios; Regla de *Simpson*; Cuadratura Gaussiana en bases de polinomios ortogonales; Integración por el Método de Monte Carlo. *Errores en el Cómputo Científico:* Precisión de la máquina; Números enteros y puntos flotantes; Errores en la adición y multiplicación. Errores algorítmicos y Errores Relativos; Estimación de la propagación de Error.
- Interpolación y Aproximación de Funciones:** *Interpolación y Aproximación:* Interpolación de Lagrange, Método de *Aitken*, Interpolación por *Splines* Cúbicos, Ajuste de Curvas por Mínimos Cuadrados lineales y no lineales. Series y su convergencia, Evaluación de Funciones Polinómicas y Racionales, Ecuaciones Cuadráticas y Cúbicas, Aproximaciones de *Chebyshev* y *Padé*.
- Diferenciación y Raíces de Funciones:** *Diferenciación Numérica:* Diferencias Finitas, Diferencia adelantada, centrada y extrapolada; Segundas derivadas; Método de Newton II y segundas derivadas numéricas. *Ceros de una Función:* Ecuaciones algebraicas no lineales y sus soluciones. Métodos de Bisección, Regula Falsi Métodos de Van Wijngaarden-Dekker-Brent y de Newton Rapson. Sistemas de Ecuaciones No lineales y sus Raíces.

4. **Sistemas de Ecuaciones Lineales Algebraicas.** *Elementos de Algebra Matricial Numérica:* Eliminación de Gauss-Jordan. Descomposición LU. Sistemas de Ecuaciones Tridiagonales y en Bandas. Soluciones Iterativas para Mejorar los Resultados. Matrices Esparcidas, *Casos de Estudio:* Matrices de Vandermonde y Toeplitz. Descomposición de Cholesky y QR.
5. **Autovalores y Autovectores.** *Matrices Simétricas:* Transformaciones de Jacobi. Matrices Simétricas a Tridiagonales. Autovalores y Autovectores. Matrices Hermíticas. *Métodos Avanzados:* La forma de Hessenberg y los algoritmos para tratar matrices genéricas.
6. **Bibliotecas de Algebra Lineal, sus Usos y Ventajas** *Bibliotecas Científicas en la Red:* Criterios de Selección de una subrutina. Uso de las bibliotecas *Basic Linear Algebra Subroutines* BLAS, PBLAS, LAPACK. *Bibliotecas Comerciales:* Bibliotecas *Engineering and Scientific Subroutine Library* y la *International Mathematical and Statistical Library* (IMSL).
7. **Valores Iniciales y las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.** *Modelando con Ecuaciones:* Las Ecuaciones, el Vocabulario y los Fenómenos que Describen. Ordinarias y Parciales. Valores Iniciales y Valores de contorno. La idea de Integración y el Método de Euler. Familia de Métodos Runge-Kutta. Familia de Métodos Predictor Corrector. Control mecanismos y criterios para el control de paso. Ecuaciones *Stiff*.
8. **Valores de Contorno y las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias** *Los Métodos de Disparo y de Relajación. Manejo adaptativo del paso y de singularidades.*
9. **Diferencias Finitas y Ecuaciones Diferenciales Parciales.** *Ecuaciones en Derivadas Parciales:* Generalidades y Clasificación de las Ecuaciones en derivadas Parciales. Problema de Valores Iniciales y Métodos de Runge Kutta. Problemas de Valores de Contorno y Métodos de Relajación. *Ecuaciones Parabólicas e Hiperbólicas. Métodos De Conservación de Flujo. Métodos de Relajación y de malla variable.*
10. **Elementos Finitos.** *Aproximación por elementos y el método de Galerkin:* Diferencias Finitas y Elementos Finitos; Solución por Series y Determinación de los Parámetros. La forma de la funciones y la contribución de los elementos. *Los Métodos Variacionales y su aplicación.* .

### Bibliografía

- Acton, F. (1996) **Real Computing Made Real. Preventing Errors in Scientific and Engineering Calculations** (New Jersey. Princeton University Press)
- Carnahan, B., Luther, H.A. y Wilkes, J.O. (1969) **Applied Numerical Methods** (New York: John Wiley Publication)
- Gershenfeld, N. (1999) **The Nature of Mathematical Modeling** (Cambridge: Cambridge University Press)
- Landau, R. H y Fink, P.J. (1993) **A Scientist and Engineer's Guide to Workstation and Supercomputers** (New York: Wiley Interscience Publication).
- Landau, R. H. y Paez M. J. (1997) **Computational Physics** (New York: Wiley Interscience Publication).
- Meyer, S. L. (1975) **Data Analysis for Scientists and Engineers** (New York: John Wiley Publication)

- Press, W. H., Flannery B. P., Teukolsky. S. A. y Vetterling W. T. (1992) **Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing**. 2da Edición (Cambridge: Cambridge Univ. Press).
- Press, W. H., Flannery B. P., Teukolsky. S. A. y Vetterling W. T. (1996) **Numerical Recipes in Fortran 90: The Art of Parallel Scientific Computing** (Cambridge: Cambridge Univ. Press).
- Tao Pang, **An Introduction to Computational Physics**, (1997). (Cambridge: Cambridge Univ. Press).
- Thompson, W. J. (1992) **Computing for Scientists and Engineers** (New York: Wiley Interscience Publication).
- Wong, S.S.M. (1997) **Computational Methods in Physics and Engineering** 2da Edición (Singapore: World Scientific).

#### Referencias Electrónicas

- <http://www.nr.com/>
- <http://www.physics.orst.edu/\char126\relaxrubin/rubin/CPview.html>
- <http://www.physics.unlv.edu/\char126\relaxpang/cp.html>
- <http://math.nist.gov/gams/>
- <http://www.netlib.org/>

### 3.2. Tecnologías de Información 1

**Objetivo:** Proveer al estudiante de elementos básicos de ambientes de trabajo científicos: sistemas operativos, ambientes algebráico, numérico y de visualización, búsqueda y recuperación de información científicas, editores de textos y rudimentos de programación.

**Orientado a:** Estudiantes sin conocimiento previo en el uso del computador como herramienta.

**Programa Detallado:**

1. **Introducción a las Ciencias Computacionales:** Concepto y objetivos de las simulaciones, ejemplo de actividad y simulacion.
2. **La operación del Computador:** Rudimentos de arquitectura del computador (Unidad de Procesamiento Central (CPU), Memorias (RAM, ROM, Cache), BUS, Unidades de Almacenamiento secundario); Rudimentos de Sistemas Operativos, organización de la información, estructura de archivo, ambiente de ventanas, periféricos e impresión. Búsqueda y Recuperación de información. Lenguajes de Programación: Compilados e Interpretados Edición y Compilación de programas. Rudimentos de HTML y publicación en la WEB.
3. **Las redes y su operación:** Protocolos de Comunicación TCP/IP, HTTP, Ethernet y los que vengan. La redes y su arquitectura. Tipos de Redes.
4. **Ambientes de Trabajo en Ciencias:** Editores, Graficadores y ambientes integrados algebráico-numérico y visual. Graficación 2D, Los Datos las curvas y sus ajustes. La visualización de datos, Graficación 3D, Animación.
5. **La Manipulación Algebráica y los resultados numéricos:** Lenguajes de Manipulación Algebráica y Lenguajes de Manipulación numérica,
6. **Los números y su representación:** Enteros, Racionales, Irracionales y Reales. Los Números complejos y su operación. Variables, operaciones y funciones elementales. Los errores de representación, redondeo, . Asignación y definición de funciones. Algebra de Polinomios, Manejo de expresiones, estrategias y herramientas de simplificación.
7. **El primer contacto con la programación de Computadores:** Constantes, Variables y Funciones. Tipos de datos. Arreglos, Cadenas de Caracteres, Listas y apuntadores, Estructuras de asignación, estructuras de decisión, estructuras de repetición.
8. **Editores Científicos de Alta Calidad:** La publicación científica. Informes y Artículos. Graficos, Tablas y fórmulas matemáticas. Tipos de formatos de impresión. La bibliografía.

#### Bibliografía

- Heck, A. (2003) **Introduction to Maple** 3ra Edición (New York; Springer)
- Landau, R. H y Fink, P.J. (1993) **A Scientist and Engineer's Guide to Workstation and Supercomputers** (New York: Wiley Interscience Publication).
- Landau, R.H. (2005) **A First Course in Scientific Computing: Symbolic, Graphic, and Numeric Modeling Using Maple, Java, Mathematica, and Fortran90** (Princeton University Press)

### 3.3. Tecnologías de Información 2

**Objetivo:** Proveer al estudiante de elementos para el uso estructurado de lenguajes de programación de alto nivel (FORTRAN, C, C++) y profundizar en la práctica del Diseño Algorítmico Se introduce el manejo de tipos de datos y programación orientada a objeto.

**Orientado a:** Estudiantes con algún conocimientos de Programación y Diseño Algorítmico.

**Programa Detallado:**

1. Diseño Algorítmico Planteamiento del Problema: Entrada, Proceso, Salida. Diseño de Arriba a Abajo. Diseño Modular. Diseño Estructurado. Estructuras Secuenciales, de Decisión y de Repetición.
2. Estructura General de un Programa. Encabezado y Tipos de Datos. Constantes y Variables.
3. Estructuras Secuenciales: Asignación, Operadores y Expresiones Aritméticas, Instrucciones de Entrada y Salida.
4. Operadores y Expresiones Lógicas. Estructuras de Decisión: Decisión Simple y Compuesta, Decisiones Anidadas y Múltiples.
5. Estructuras de Repetición: Mientras que... , Repita..... Hasta que.... , Haga desde....
6. Procedimientos y Funciones. Diferentes Tipos de Parámetros. Tipos de Datos Estructurados: Definición de Tipos,
7. Arreglos Unidimensionales y Multidimensionales, Cadenas de caracteres.
8. Prueba y Depuración Clasificación de Errores.. Búsqueda y eliminación de errores. Uso de Depuradores (*Debugger*).
9. Tipos de Datos Simples. Tipos de Datos escalares definidos por el usuario: Enumerados, Subrango., Registros. Definición de Campos
10. Archivos. Concepto. Organización: Secuencial, Directa y Secuencial Indexada. Operaciones sobre Archivos: Creación, Consulta, Actualización, Clasificación, Reorganización, Destrucción, Fusión y Rotura
11. Estructuras Dinámicas. Apuntadores: Concepto y uso. Pilas, Colas, Listas y Arboles: Creación, Inserción y Eliminación de elementos.
12. Definición de Algoritmos. Análisis de Algoritmos: Tamaño del Problema, Tiempo de Ejecución, Análisis del Peor Caso y Caso Promedio, Orden de Crecimiento (Notación O). Diseño de Algoritmos: Método Incremental, Método de División y Recolección (*divide-and-conquer*).
13. Algoritmos de Ordenamiento y Búsqueda. Ordenamiento: Método de la Burbuja, por Inserción , por Selección, Rápido (*quick sort*), por Fusión (*merge sort*). Búsqueda: Secuencial, Binaria. Arboles Binarios: Inserción de Claves, Eliminación de Claves, Recorrido. Análisis de los mismos.
14. Utilidades de programación Avanzada. Archivo Make: concepto, estructura, utilidad y aplicación.

### Bibliografía

- Booch G. (1994) **Object-Oriented Analysis and Design with Applications** (Benjamin/Cummings).

- Cormen, T., Leiserson, C. Y Rivest, R. (1990). **Introduction to Algorithms** (New York: McGraw-Hill).
- Dale, N. y Lilly, S. (1986) **Pascal y Estructuras de Datos**. (Madrid: Ediciones La Colina).
- Dale, N. y Weems C. (1987) **Pascal**. (Madrid: McGraw-Hill).
- Joyanes, L. (1988) **Fundamentos de Programación**. (Madrid: McGraw-Hill).
- Joyanes, L. (1989) **Problemas de Metodologías de la Programación** (Madrid:McGraw-Hill)
- Kernighan, W. y Ritchie, D. (1978) **The C Programming Language** (New Jersey: Prentice-Hall).
- Kernighan, W. y Pike, (1999) **The Practice of Programming**(Massachusetts: Addison Wesley).
- Kerr, R. (Marzo 1987). **A Materialistic View of the Software “Engineering” Analogy**. SIGPLAN Notices.
- Kingston, J. y Cole, B. (2000) **Algorithms and Data Structure: Design Correctness and Analysis** (Massachusetts: Addison-Wesley).
- Knuth D. (1968) **The Art of Computer Programming** (Massachusetts: Addison-Wesley).
- Landau, R. H y Fink, P.J. (1993) **A Scientist and Engineer’s Guide to Workstation and Supercomputers**(New York: Wiley Interscience Publication).
- Metcalf, M. (1989) **Effective Fortran 77**(Oxford: Oxford Univ. Press).
- Savitch, W. (1998) **Problem Solving with C++**(Massachusetts: Addison-Wesley).
- Savitch, W. (1994) **Pascal, an Introduction to the Art and Science of Programming** (Cummings Publishing Company).
- Stroustrup, B. (1997). **The C++ Programming Language** 3ra. Edición. (Massachusetts: Addison-Wesley)..