

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**MARCO DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN  
CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA  
COMPUTACIÓN**

**COMISIÓN DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO CURRICULAR**

**INVIERNO '99**

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Parte I: Tendencias Estratégicas de la Computación</b>	
1. Investigación y Desarrollo en Computación	<b>5</b>
<b>Parte II: Tendencias de la Educación en Computación</b>	
2. Perfiles Internacionales de la ACM e IEEE	<b>8</b>
3. Perfiles Nacionales de la ANIEI	<b>24</b>
<b>Parte III: Factores Locales Relacionados con la Educación en Computación</b>	
4. Observaciones al Plan 95 de la FCC	<b>34</b>
5. Perfiles Académicos de la Planta de Profesores de la FCC	<b>35</b>
6. Estudio Preliminar Sobre la Ubicación de los Egresados de la FCC	<b>38</b>
7. Profesionales de la Computación: Habilidades y Actitudes Deseables.	<b>41</b>
8. <b>ÁPENDICE A: Propuesta de nueva Carrera: Ingeniería en Ciencias de la Computación.</b>	

## INTRODUCCIÓN

En virtud de la necesidad constante para modernizar y mejorar las actividades desarrolladas por la Universidad Autónoma de Puebla, se ha establecido el Plan General de Desarrollo para el periodo 1998-2001. Así, la Universidad ha iniciado un proceso de revisión académica orientado a mejorar sus programas de formación profesional y la organización del trabajo docente.

El proceso de revisión tiene como bases los principios de calidad, equidad, pertinencia, responsabilidad social e internacionalización de los programas académicos los cuales están establecidos en el propio Plan. Nuestra Facultad, interesada en esta actualización curricular, ha formado una Comisión de Evaluación y Seguimiento Curricular (CESC) cuyo principal propósito es hacer una supervisión permanente de la *currícula* mediante una evaluación permanente de la misma, un seguimiento del desarrollo curricular y la presentación de recomendaciones acerca de los cambios a incorporar en la misma.

Es evidente que la disciplina de la Computación ha evolucionado grandemente en los últimos años. Así, por la naturaleza del programa de estudios ofrecido en la Facultad es necesario hacer una actualización periódica de éste. Esto se refleja en los cambios al plan de estudios que se implantaron durante la década de los 90's. El primer programa fue establecido en 1976. Durante 16 años este programa fue implantado en el antiguo Colegio de Computación. El programa de estudios de 1992 fue resultado de una necesidad cada vez más imperiosa para actualizar el programa de estudios del 78 y cuya atención fue postergada por varios años.

El plan que ofrece actualmente la Facultad, fue implantado en 1995 como resultado de la adopción del sistema de créditos por la Universidad. El Plan 95 fue diseñado bajo una expectativa de Facultad diferente a la que la realidad ha mostrado. Así, a pesar de su corta vida, se han hecho al Plan 95 múltiples cuestionamientos acerca de su eficacia y conveniencia. Más aún, tomando en cuenta la evolución que la disciplina de Computación ha mostrado, es necesario incorporar áreas emergentes y estratégicas que, por su incipiente desarrollo, el Plan 95 no pudo haber considerado pero que, con los años, éstas han encontrado un lugar preponderante dentro de la Computación.

Así, la Comisión de Evaluación y Seguimiento Curricular ha reconocido la necesidad de diseñar un nuevo Plan de Estudios para el año 2000 que corrija los defectos del Plan 95, que defina de mejor manera el perfil de los egresados de la Facultad y que permita enfrentar de mejor forma los cambios que el futuro cercano le depara a la disciplina de la Computación. Por tal motivo, la CESC presenta a la Academia de Profesores de la Facultad de Ciencias de la Computación este documento cuyo propósito fundamental es que sirva como un marco de referencia acerca de los cambios que deberán ser incorporados en el nuevo Plan de Estudios.

Este documento está organizado en tres partes: factores estratégicos, factores educativos y factores locales. En la primera, se resumen las tendencias estratégicas en la investigación y desarrollo de la Computación en los años recientes y que se espera influyeran de manera importante el futuro cercano de la Computación.

La diversidad que existe actualmente en las áreas de la Computación hace posible preparar profesionistas en el área con enfoques diversos. De esta manera, en la segunda parte se presentan las tendencias sobre la educación en Computación. En una primera sección se presentan las tendencias internacionales encontradas en los planes de estudio relacionados con Computación obtenidas fundamentalmente a partir de estudios realizados por la ACM y el IEEE. En una segunda sección se resume el análisis de los programas de estudios en Computación ofrecidos a nivel nacional realizado por la ANIEI y el CENEVAL. En ambos casos, se analiza la orientación y composición de un programa de estudios de acuerdo a un perfil del egresado previamente definido.

El diseño de un nuevo plan de estudios no puede ignorar el contexto local en donde se prepara a los estudiantes y el mercado de trabajo al cual se van a incorporar al término de sus estudios. Así, la tercera parte está dedicada fundamentalmente a revisar los factores locales a considerar en el diseño de un nuevo plan de estudios. En primer lugar, se hacen algunas observaciones del Plan 95 contrastándolo con los perfiles establecidos por la ACM y la ANIEI. En segundo término, se analiza el perfil académico de la Planta de Profesores con que cuenta la Facultad. Posteriormente, se resumen algunos resultados acerca de un estudio preliminar sobre la ubicación y las actividades desarrolladas por los egresados de la Facultad (tomando en cuenta también a los del antiguo Colegio de Computación). Finalmente, se presentan algunas observaciones hechas acerca de las habilidades y actitudes de un profesionista en Computación por varios de los

participantes en la IX Semana de la Computación desarrollada en noviembre de 1999.

Este documento resume en gran medida las discusiones y actividades desarrolladas por la CESC durante el periodo de otoño de 1999. Se presenta a la consideración de la Comunidad de la Facultad de Ciencias de la Computación y se pretende que éste sirva como un marco de referencia para iniciar la discusión sobre el diseño de un nuevo plan de estudios. Así, la CESC queda en espera de los comentarios y sugerencias que cada miembro de la Comunidad desee realizar.

## **Parte I: Tendencias Estratégicas de la Computación**

### **1.- Investigación y Desarrollo en Computación**

#### **TENDENCIAS EN LAS CIENCIAS COMPUTACIONALES**

Se realizaron consultas a los planes de estudio de las siguientes universidades: Stanford University, Carnegie Mellon University, University of California (Berkeley), MIT, University of Buffalo y algunas universidades europeas (Francia, Alemania, Italia).

Las áreas que más frecuentemente aparecieron en esta revisión se mencionan a continuación:

#### **Inteligencia Artificial**

- Robótica: Telepresencia, planificación de trayectorias, manufactura asistida por robots, algoritmos para robótica, microrrobótica, robots para cirugía.
- Modelos conexionistas: aprendizaje y comprensión del lenguaje natural, lenguajes paralelos orientados a objetos.
- Visión computacional: reconocimiento de imágenes, recuperación de imágenes basadas en el contexto de bibliotecas digitales, segmentación y agrupamiento, texturas, seguimiento de objetos, sistemas de visión biológicos.
- Reconocimiento de patrones: reconocimiento del habla.
- Aprendizaje e inferencia en modelos probabilísticos complejos y lógico combinatorios, procesamiento de señales, control adaptativo, control estocástico óptimo, representación del conocimiento, lógica difusa.
- Agentes Inteligentes.

#### **Bases de Datos**

- Análisis de datos y visualización: Construcción de aplicaciones visuales y consultas.
- Distribución y paralelismo.
- Extensibilidad: Técnicas de creación para nuevos tipos de datos abstractos.
- Fundamentos teóricos: Indexación, recuperación de información, complejidad de las consultas, minería de datos y textos.
- Bases de datos deductivas orientadas a objetos.

## **Multimedia, Interacción Humano-Computadora, Graficación**

- Graficación: Modelado basado en objetos reales, rígidos y deformables, simulación basada en impulsos, animación, algoritmos para la síntesis de imágenes, detección de colisiones, realidad virtual.
- Sistemas operativos: Sistemas Operativos Distribuidos, análisis de desempeño, sistemas distribuidos, redes inalámbricas, computación móvil, sistemas de tiempo real, tolerancia a fallos, sistemas de archivos, paralelismo, seguridad.
- Programación de sistemas: Computación paralela, análisis de programas, verificación, ambientes de desarrollo, lenguajes de programación de matemática simbólica.

## **Computación teórica**

- Pruebas de programas, criptografía, teoría de algoritmos y complejidad con aplicaciones a bases de datos, recuperación de información, economía, teoría de juegos y biología.
- Algoritmos de grafos, algoritmos de aproximación, geometría computacional.
- Algoritmos aleatorizados (randomized).
- Computación cuántica.
- Especificación y verificación.

## **Computación numérica**

- Computo de matemáticas simbólicas.
- Computación numérica.
- Paralelismo.

## **Redes de computadoras.**

Redes multimedia, protocolos TCP/IP, criptografía, seguridad en redes, herramientas de administración y diagnóstico en redes, granjas de computadoras.

## **Preámbulo:**

## **Herramientas**

1. Mayor énfasis en los métodos de análisis y diseño orientados a objetos: Booch, OMT, etc.
2. Lenguajes de programación orientados a objetos: Java, Smalltalk.
3. Cursos de lógica matemática.

4. Los cursos del área de hardware utilizan cada vez más herramientas CAD/CAM.
5. Geometría computacional.
6. Variable compleja.
7. Programación bajo Unix.
8. Programación en C++.
9. Estructuras de datos orientadas a objetos.

### **Herramientas de desarrollo**

Fuerte aplicación del lenguaje Java en la mayor parte de los cursos, así como también los lenguajes de tipo visual: Delphi, Visual Basic, Power Builder, Visual C++.

Desarrollo de aplicaciones cliente-servidor, utilizando sistemas administradores de bases de datos: Oracle, Informix, Sybase, Postgress, etc.

Programación para Unix: X-Window, TCL-TK, Xforms, etc.

Los cursos de graficación, se orientan al uso intensivo de bibliotecas estándar: OpenGL, Direct-X, etc.

Programación o uso de los sistemas operativos más usados: Windows NT, Unix, Linux.



## Parte II: Tendencias de la Educación en Computación

### 2. Perfiles Internacionales de la ACM e IEEE

#### 1. Antecedentes

La educación en las áreas relacionadas con computación ha sido una área activa a través de los poco más de 50 años de historia de esta disciplina. Desde la fundación de los primeros departamentos de ciencias de la computación a mediados de los 60's, una atención primaria se ha dedicado al desafío que representa la capacitación y entrenamiento de estudiantes en este campo de rápida evolución.

En 1968, la ACM publicó un reporte extenso titulado [ACM68] en donde se discutían las características principales de la educación en computación a nivel universitario. Ese reporte ha sido actualizado significativamente en dos reportes publicados en intervalos aproximados de 10 años: "78" [ACM78] y "*curriculum 91*" [ACM 91]. La Sociedad de Computación de IEEE colaboró activamente con la ACM en la creación del reporte "*Currícula 91*". Desde 1991, no ha habido una actualización oficial de ese reporte. Sin embargo, a 8 años de su publicación, han habido grandes cambios en la tecnología computacional lo que sin duda debe modificar la visión con la cual se deben preparar a los profesionales relacionados con esta disciplina.

Existe un interés cada vez más creciente por la educación en computación. Prueba de ello son los reportes publicados que discuten aspectos diversos de la educación en computación. Ellos van desde el diseño del curso introductorio en Computación [CSAB 98], los estándares para acreditar un programa de estudios en computación [CSAB 98] hasta los cursos a nivel secundaria [ACM78] por citar a algunos. Así también, el grupo de interés especial en educación en ciencias de la computación de la ACM (ACM SIGSCE), organiza una conferencia anual en donde se reporta fundamentalmente la experiencia de los profesores en la impartición de cursos específicos de la disciplina.

La educación en computación cada vez más adquiere relevancia en diversos aspectos. Desde cuestiones generales en el diseño de cursos con herramientas computacionales, el diseño de los planes de estudio a nivel licenciatura, la creación de programas de posgrado, la educación

computacional en niveles básicos (primaria, secundaria y preparatoria), y los aspectos éticos y sociales del uso de la tecnología computacional.

En este reporte, se discuten las tendencias internacionales en el diseño de planes de estudio a nivel licenciatura en áreas relacionadas con computación. Este reporte se basa fundamentalmente en los trabajos realizados por Denning y sus colaboradores en la definición de la disciplina de computación [Denning 89] y el reporte "Currícula 91" [ACM 91]. En la sección 2 se presenta una definición de la disciplina de computación. En la sección 3, se presentan los niveles de abstracción o enfoques desde los cuales se puede abordar la práctica computacional. En la sección 4, se discuten las áreas de la computación identificadas por la ACM e IEEE. En la sección 5 se establecen las clases de programas de estudios a nivel licenciatura que se ofrecen a nivel internacional y se describen brevemente algunos ejemplos de programas de estudios en cada clase.

## 2. La disciplina de la computación

Iniciemos planteándonos las siguientes preguntas

1. ¿Es computación una ciencia?
2. ¿Es computación una disciplina de la ingeniería?
3. ¿Es computación una tecnología?
4. ¿Cuál es la sustancia intelectual de la computación?
5. ¿Durará la computación o terminará en una o varias generaciones?

Para aquellos que trabajamos en el campo de la computación pensamos en ésta como una disciplina orientada a la tecnología la cual tiene sus raíces en matemáticas e ingeniería. Por ejemplo, el concepto de algoritmo se presenta como el objeto fundamental del área y la programación y el diseño de hardware como las actividades primarias.

Una noción muy extendida entre personas no tan conocedoras del área es que "**computación es programación**", sin embargo, sabemos que computación incluye mucho más que programación. Por ejemplo, el diseño de hardware, la formulación de arquitectura de sistemas, el diseño de las capas de un sistema operativo, la estructuración de una base de datos para una aplicación particular, la validación de modelos teóricos, no son programación. El énfasis en programación aparece de una creencia largamente establecida de que los lenguajes de programación son vehículos excelentes para obtener acceso al resto del campo. Esta creencia limita

nuestra habilidad para hablar acerca de computación en términos que revele completamente su riqueza y amplitud.

Denning y sus colaboradores del comité creado por ACM e IEEE para la definición del área de computación establecen de manera informal la siguiente definición: *“Computing sits at the crossroads among the central processes of applied mathematics, science and engineering. The three processes have equal and fundamental importance in the discipline, which uniquely blends theory, abstraction and design”* [Denning 89].

Por otro lado, una definición más extendida de lo que es computación ha sido propuesta por la oficina de acreditación de programas de estudios en ciencias de la computación: *“Computer Science is the discipline that involves the understanding and design of computers and computational processes. In its most general form it is concerned with the understanding of information transfer and transformation. Particular interest is placed on making processes efficient and endowing them with some form of intelligence. The discipline ranges from theoretical studies of algorithms to practical problems of implementation in terms of computational hardware and software. A central focus is on processes for handling and manipulating information. Thus, the discipline spans both advancing the fundamental understanding of algorithms and information processes in general as well as practical design of efficient reliable software and hardware to meet given specifications”* [CSA97].

Lo que resulta claro para los profesionistas practicantes de la computación es que ésta tiene que ver tanto con aspectos de ciencia e ingeniería. Por ejemplo, el estudio de la complejidad de algoritmos tiene claramente aspectos científicos sustentados en una teoría sólida. Por otra parte, metodologías para la creación de sistemas de software tienen, en su ámbito más amplio, aspectos de un proceso de ingeniería. Así, en las ciencias computacionales el enfoque es en análisis y abstracción, en tanto que en ingeniería el enfoque es hacia la abstracción y el diseño.

### **3. Procesos cognitivos en la computación**

Los tres procesos cognitivos para observar la práctica computacional son: teoría, abstracción y diseño. La teoría o análisis tiene sus raíces en las matemáticas y consiste de cuatro pasos seguidos en el desarrollo de una teoría válida y coherente:

- Caracterización los objetos de estudio (definición),

- Formulación de hipótesis sobre posibles relaciones entre ellos (teoremas),
- Determinar si las relaciones son ciertas (demostraciones), e
- Interpretar resultados

La abstracción, tiene sus raíces en el método científico. Esta consiste de cuatro pasos seguidos en la investigación de un fenómeno:

- Formulación de una hipótesis,
- Construcción de un modelo y realización de predicciones,
- Diseño de experimentos y recolección de datos, y
- Análisis de resultados.

El diseño tiene sus raíces en la ingeniería y consiste de los siguientes pasos en la construcción de un sistema para resolver un problema dado:

- Establecer requerimientos.
- Establecer especificaciones.
- Diseñar e implementar el sistema, y
- Probar y validar el sistema.

En resumen, la teoría se refiere a la habilidad para describir y probar relaciones entre objetos. La abstracción se refiere a la habilidad en el uso de esas relaciones para hacer predicciones que puedan ser comparadas con el mundo real. El diseño se refiere a la habilidad para implementar, especificar ejemplos de aquellas relaciones y usarlas para realizar acciones útiles (resolver problemas prácticos).

La computación se sitúa en el cruce de los procesos centrales que se dan en las matemáticas aplicadas, la ciencia y la ingeniería. Estos tres procesos tienen la misma importancia en la disciplina de computación y conjugan entre teoría, abstracción y diseño. Las fuerzas amalgamadas son: un interés común en experimentación y diseño como transformadores de información, un interés común en el soporte computacional para las tres áreas y un interés común en eficiencia.

La disciplina de computación es *el estudio sistemático de procesos algorítmicos que describen y transforman información; su teoría, análisis, diseño, eficiencia, implementación y aplicación*. La pregunta fundamental en el fondo de computación es: ¿qué puede ser (eficientemente) automatizado?.

#### 4. Áreas de la computación

El trabajo de Denning *et al* estableció nueve áreas fundamentales de la computación. El reporte de 1991 de la ACM amplía estas áreas con una más. Las siguientes diez áreas de la computación resumen los trabajos anteriormente citados. Excepto por la última, agregada por la ACM, todas tienen componentes significativas tanto en los enfoques de teoría, abstracción y diseño:

- **Algoritmos y Estructuras de Datos.** Trata con clases específicas de problemas y sus soluciones eficientes. Sus componentes más importantes son las características de la eficiencia de los algoritmos y la organización de los datos relativos a diferentes requerimientos de acceso.
- **Lenguajes de Programación.** Las cuestiones fundamentales que están involucradas en esta área son notaciones para definir máquinas virtuales que ejecutan algoritmos, la traducción eficiente de lenguajes de alto nivel a códigos de máquina y diversa extensión que proporciona los lenguajes de programación (bibliotecas, manejo de memoria, entrada y salida, etc.).
- **Arquitectura.** Considera los métodos para una organización de sistemas de cómputo eficientes y confiables. Incluye la implementación de procesadores, memoria, comunicaciones e interfaces de software, así como el diseño y control de sistemas computacionales grandes que deben ser confiables.
- **Computación Numérica y Simbólica.** Incluye métodos generales para el uso eficiente y exacto de las computadoras para resolver ecuaciones a partir de modelos matemáticos. Componentes importantes son la efectividad y eficiencia de diversos enfoques para la solución de ecuaciones, así como el desarrollo de paquetes de software matemático de alta calidad.
- **Sistemas Operativos.** Esta área considera los mecanismos de control que permiten que múltiples recursos sean eficientemente coordinados durante la ejecución de programas. Se considera también los servicios apropiados para las solicitudes de usuarios, estrategias efectivas para el control de recursos y una organización adecuada para el soporte de cómputo distribuido.

- **Metodología e Ingeniería de Software.** El enfoque más importante de esta área es la especificación, diseño y producción de sistemas de software grandes que sean seguros, confiables y mantenibles (actualizables).
- **Sistemas de Base de Datos y de Recuperación de Información.** Esta área tiene que ver con la organización de la información, con los algoritmos para el acceso eficiente a la información y para la actualización de los datos almacenados. Se incluye también en esta área el modelado de las relaciones entre datos, seguridad y protección de información en ambientes compartidos y las características de los dispositivos de almacenamiento.
- **Inteligencia Artificial y Robótica.** Se incluye aquí los modelos básicos del comportamiento y la construcción de máquinas para simular el comportamiento humano y animal. Algunos componentes importantes son inferencia, deducción, reconocimiento de patrones y representación del conocimiento.
- **Interacción Humano-Computadora.** Se considera aquí la transferencia eficiente de información entre humanos y computadoras. Se incluyen aspectos relacionados con graficación, visualización, factores humanos que afectan la interacción eficiente y la organización y despliegue de información para su uso efectivo por los humanos.
- **Aspectos Profesionales, Sociales y Éticos.** Un estudiante de licenciatura debe entender los aspectos culturales, sociales, legales y éticos básicos inherentes en el ejercicio de la disciplina. Debe entender en dónde aparece la disciplina, en dónde ha estado y hacia dónde va. Los estudiantes deben entender también su papel individual en este proceso, así también debe apreciar las cuestiones filosóficas, los problemas técnicos y los valores éticos que juegan una parte importante en el desarrollo de esta disciplina. De la misma manera, los estudiantes necesitan desarrollar habilidades para realizar cuestionamientos serios acerca del impacto social de la computación y para evaluar las respuestas probables a ellos. Finalmente, los estudiantes necesitan tomar en cuenta los derechos legales básicos de los vendedores de hardware y de software, así como de los usuarios de los productos

computacionales. Así también, deben entender los valores éticos que forman la base de esos derechos.

En el anexo A se presenta los aspectos teóricos, de abstracción y de diseño de cada una de las 9 primeras áreas. Así también, se presentan las subáreas de la décima área las cuales no necesariamente caen dentro de los enfoques anteriormente citados.

## 5. Los programas de estudio sobre computación a nivel licenciatura

La computación es una disciplina que evoluciona con una rapidez más notable que otras áreas. Esto establece una presión importante sobre los planes de estudio relacionados con computación a nivel licenciatura. La aparición de nuevas técnicas, herramientas y paradigmas obliga a la re-evaluación periódica de los tópicos cubiertos y de los enfoques pedagógicos utilizados. Mantener un programa de estudios actualizado es particularmente difícil ya que los cambios en la disciplina son muy rápidos. Como resultado, los programas de estudio en computación se hacen obsoletos conforme avanza el área y la tecnología. Sin embargo, como puede percibirse de la evolución de la computación, existen aspectos fundamentales que cambian más lentamente y que todo profesionista de la computación debe conocer. El énfasis que se le pone a cada uno de los aspectos teóricos, de abstracción o de diseño, permite preparar profesionistas con uno u otro enfoque. Esto sí presenta el diseño de 12 diferentes planes de estudio, los cuales pueden ser agrupados en dos grandes clases:

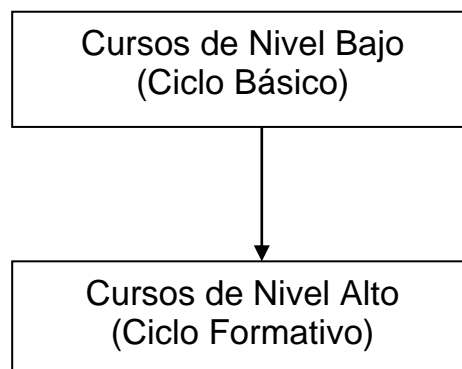
- **Ciencias de la Computación.** Contiene un enfoque fundamental en la teoría y la abstracción en la ciencia enfocada hacia la conceptualización que le permita reconocer los elementos esenciales para plantear un modelo formal
- **Ingeniería de Computación.** Contiene un enfoque fundamental en el diseño e implementación de computadoras y sistemas basados en computadoras, dirigida a sintetizar las \*\*\*\*\*de problemas concretos.

Así también, se han propuesto programas relacionados con computación de los siguientes dos tipos:

- **Sistemas de información basados en computadoras.** Contiene un enfoque fundamental en la abstracción y diseño de sistemas de información.
- **Ciencia e Ingeniería Computacional.** Contiene un enfoque fundamental en la abstracción y diseño de soluciones basadas en computadoras a problemas de ciencia e ingeniería. Recientemente han aparecido programas de estudio producto de la interdisciplinariedad de las soluciones basadas en computadoras. Estos programas se incorporan en esta clase la cual no contiene actualmente muchos ejemplos, es de esperarse que en el futuro crezca, si se mantiene la tendencia actual, la cantidad de programas de estudio con este enfoque.

### 5.1 Arquitectura de los planes de estudio en computación

Antes de describir el enfoque de cada uno de los programas típicos, es necesario establecer la arquitectura general de cualquiera de los planes de estudio. Cualquiera sea el enfoque del plan de estudios en computación, éste está dividido en dos partes (ciclos). En el primer ciclo (ciclo básico) se toman cursos, la mayoría de ellos obligatorios, de nivel básico en computación y cursos de conocimiento general como matemáticas, física, química, etc. En el segundo ciclo (ciclo formativo), se toman cursos, fundamentalmente optativos, que establecen la formación o especialización primaria del estudiante.



**Figura 1.** Ciclos de un plan de estudios en computación.



Los cursos ofrecidos en los diferentes programas se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Cursos de Matemáticas. Es importante un entendimiento de las matemáticas básicas para los profesionales de la computación.
- Cursos de Ciencia. Entender algunos aspectos científicos es de importancia en una *currícula* de computación por diferentes razones. Primero, los graduados en ciencias de la computación deben ser capaces de apreciar los avances en la ciencia pues ellos tienen un impacto en la sociedad y en la computación. Segundo, el contacto con problemas científicos alienta a los estudiantes a aplicar el método científico en la solución de problemas. Finalmente, dado que la ciencia promueve el uso y desarrollo de la tecnología de computación muchos de los estudiantes graduados se encontrarán laborando en la rama de las ciencias. Los cursos de ciencia considerados son aquellos relacionados con física, química y biología. En un programa de estudios se pide alrededor de 8% de créditos en cursos de ciencia, algunos obligatorios y otros pueden ser optativos.
- Cursos de Ciencias de la Computación. Los cursos de ciencias de la computación se dividen en dos tipos: obligatorios u optativos. Los cursos obligatorios constituyen el núcleo del ciclo básico de una carrera en computación. La naturaleza de los cursos obligatorios varía con el enfoque del programa. Los cursos optativos normalmente son cursos del ciclo formativo de una carrera en computación e incluyen un espectro amplio de cursos relacionados con computación a partir de los cuales un estudiante elige algunos de acuerdo con sus propios intereses.
- Cursos de Ingeniería. Los cursos del área de ingeniería se dividen en obligatorios y optativos. Los obligatorios forman el núcleo del ciclo básico de una carrera de ingeniería en computación. Los cursos optativos permiten a un estudiante especializarse en alguna rama de la ingeniería en computación.
- Cursos optativos libres. Mediante estos cursos se pretende ampliar los conocimientos de los estudiantes en otras áreas. Los cursos optativos libres pueden ser de ciencias de la computación, de

ingeniería o de otras áreas como física, matemáticas, química, biología, etc.

En la Tabla 1, se presenta un estudio comparativo sobre la distribución de cursos en los programas diseñados por la ACM.

## **5.2 Ciencias de la Computación**

Las ciencias de la computación se relacionan con todos los aspectos del diseño, implementación y aplicación de las computadoras. Las ciencias de la computación están relacionadas con la solución de problemas en general con un énfasis particular en el diseño de soluciones eficientes basadas en computadoras. Esto involucra el diseño detallado de la naturaleza de los algoritmos, las técnicas necesarias para la construcción de programas a partir de esos algoritmos y un conocimiento de cómo los algoritmos se pueden combinar de forma estructurada para formar sistemas de software altamente complejos.

Los programas en ciencias de la computación son diseñados particularmente para trabajar en el campo de la computación o para persuadir a un estudiante para realizar estudios de posgrado. Este tipo de programas enfatiza la aplicación de la teoría y los principios de la computación e incluye una preparación amplia en matemáticas básicas y cursos elementales sobre la arquitectura y organización de las computadoras.

En un programa de estudios en ciencias de la computación las materias básicas son de las áreas de matemáticas y computación. En el área de matemáticas los cursos obligatorios incluyen matemáticas discretas, cálculo diferencias e integral, ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, probabilidad y estadística y lógica matemática. Son pocos los cursos optativos de matemáticas que se pueden encontrar pero ellos incluyen típicamente variable compleja, transformadas complejas y análisis de datos.

En el área de computación los cursos obligatorios incluyen típicamente introducción a las ciencias de la computación, programación, estructuras de datos, arquitectura de computadoras, sistemas operativos ingeniería de software, teoría de la computación y lenguajes de programación. Las materias optativas se eligen de un amplio espectro en donde se incluyen base de datos, inteligencia artificial, interacción hombre-

máquina, cálculo numérico y simbólico, robótica, graficación, simulación, computabilidad y complejidad, redes de computadoras, análisis de algoritmos.

	Programa	Matemáticas	Ciencias e Ingeniería Básicas	Ciencias e Ingeniería Electivas	Otros Cursos de Ingeniería	Física, Química y Ciencias	Humanidades y Ciencias Sociales	Otros cursos Optativos	TOTAL
A	Ingeniería en Computación	16	28	13	7	11	18	7	100
B	Ingeniería en Computación (Breadth-First)	15	29	13	7	9	18	9	100
C	Ingeniería en Computación (Programa Mínimo)	16	29	13	8	13	18	5	100
D	Ciencias de la Computación	16	24	15	0	11	24	10	100
E	Ciencias de la Computación (Breadth-First)	17	22	12	0	9	28	12	100
F	Ciencias de la Computación (Enfasis en Teoría)	19	22	12	0	10	27	10	100
G	Ciencias de la Computación (Enfasis en Ingeniería de Software)	13	25	10	0	9	27	16	100
H	Ciencias de la Computación (Departamento de Artes Liberales)	13	22	9	0	13	31	13	100
I	Ciencias e Ingeniería de la Computación (A)	17	24	14	2	11	24	7	100
I	Ciencias e Ingeniería de la Computación (B)	16	28	13	4	11	22	4	100

**Tabla 1.** Distribución de materias por área en los programas propuestos por la ACM.

Dentro de las materias optativas libres están cursos avanzados como procesamiento paralelo y distribuido, modelado y simulación, análisis y predicción de rendimiento, sistemas de tiempo real, semántica y verificación de programas, diseño VLSI.

En la Tabla 2 se presenta un estudio realizado por la CSAB acerca de las materias del ciclo formativo de un plan de estudios en ciencias de la computación que son requeridas u optativas en programas de ciencias de la computación que ofrecen 117 departamentos de universidades diferentes en los Estados Unidos.

<b>Curso</b>	<b>Ofrecido</b>	<b>Requerido</b>	<b>Optativo</b>
Análisis de Algoritmos	87	53	34
Arquitectura	98	79	32
Inteligencia Artificial	98	9	94
Compiladores	96	30	70
Bases de Datos	100	25	79
Ética y Computación	70	60	9
Graficación	96	2	94
Interacción Hombre-Máquina	43	2	42
Redes	98	15	87
Sistemas Operativos	100	92	28
Cómputo Paralelo	55	2	55
Lenguajes de Programación	94	83	15
Robótica	26	-	26
Ingeniería de Software	94	66	34
Simulación	49	-	49
Teoría de la Computación	85	55	40
Diseño VLSI	34	2	32

**Tabla 2.** Materias del ciclo formativo.

### **5.3 Ingeniería de Computación**

El área de ingeniería en computación tiene un énfasis especial en el diseño y construcción de computadoras y soluciones basadas en computadoras. Un programa en ingeniería en computación tiene su base en tres áreas fundamentales: matemáticas para la ingeniería, principios de ingeniería básicos y en ciencias de la computación. El objetivo de un programa de este tipo es que el egresado utilice la computación como un medio efectivo en la solución de problemas relevantes en todos los campos de la actividad humana.

Un programa de estudios incluye cursos de física, ingeniería eléctrica, ingeniería en computación, matemáticas y ciencias de la computación.

En el área de matemáticas los cursos obligatorios incluyen típicamente cálculo diferencial e integral, geometría analítica y ecuaciones diferenciales en el área de matemáticas. Los cursos optativos incluyen cálculo de varias variables, matemáticas discretas, transformaciones lineales, probabilidad y estadística, variable y transformadas complejas.

En física los cursos obligatorios incluyen mecánica, electricidad y magnetismo, física de fluidos, transferencia de calor, física cuántica, ondas y se completa con un curso de química general.

En el área de ingeniería eléctrica los cursos obligatorios incluyen ingeniería eléctrica, ingeniería en computación, procesamiento de señales analógicas, diseño de sistemas digitales, análisis de redes, sistemas lineales, electrónica del estado sólido y diseño y organización de computadoras. Los cursos optativos se pueden tomar de las áreas de sistemas de cómputo, circuitos electrónicos, software, teoría de la computación o cursos de ciencias de la computación especializados. Se incluyen cursos como laboratorio de microcomputadoras, diseño de sistemas VLSI, diseño lógico avanzado, teoría y fabricación de circuitos integrados, robótica, visión, sistemas de control.

En el área de ciencias de la computación los cursos obligatorios típicos son: introducción a las ciencias de computación, programación, estructuras de datos y algoritmos y arquitectura de computadoras. Los cursos optativos se eligen de cursos generales de ciencias de la computación como por ejemplo programación y compiladores, sistemas operativos, compiladores, ingeniería de software, lenguajes formales y autómatas, graficación, redes de computadoras.

#### **5.4 Sistemas de Información**

De acuerdo a la definición de la AIST, el área de sistemas de información tiene que ver con dos aspectos:

1. La adquisición, desarrollo y manejo de los recursos y servicios de tecnología de información (la función de los sistemas de información).
2. El desarrollo y evolución de la infraestructura y de los sistemas para uso en los procesos de manejo de información de una organización (desarrollo de sistemas).

La ACM y AIS (Association for Information Systems) han propuesto un modelo para la creación de un programa de estudios sobre sistemas de información [AIS97]. Los cursos se dividen en tres niveles:

1. Cursos generales sobre sistemas de información. Incluye cursos sobre los fundamentos en sistemas de información, sobre la productividad personal con la tecnología de información y sobre la teoría y práctica de los sistemas de información. Estos cursos son obligatorios.
2. Cursos especializados sobre tecnología de la información y diseño de aplicaciones. Estos cursos cubren la tecnología de la información, estructuras de aplicaciones con sistemas de información y el análisis y diseño lógico de aplicaciones.
3. Cursos especializados sobre el desarrollo de aplicaciones, el manejo de proyectos. Estos cursos cubren el diseño físico e implantación de aplicaciones en base de datos y en ambientes de programación y la administración de proyectos de sistemas de información.

Los cursos antes mencionados se completan con cursos sobre comunicaciones orales y escritas, matemáticas y estadística y sobre negocios. Se pretende que los cursos de matemáticas ofrezcan las bases para desarrollar técnicas de análisis cuantitativas y cualitativas. Los cursos sobre negocios cubren las funciones de negocios, económicas e internacionales comunes.

## **5.5 Ciencia e Ingeniería Computacional**

Los programas en ciencia e ingeniería computacionales tienen como objetivo el mostrar los medios mediante los cuales la ciencia y la ingeniería interactúan con la computación. Esta es un área que ha adquirido más importancia con el desarrollo de las supercomputadoras y de las computadoras paralelas. Este tipo de programas es relativamente nuevo, son pocos los ejemplos de universidades que ofrecen estos programas. Entre

ellas se encuentran Syracuse University y University of California at San Diego [Syr99 y UCSD99]. Es particularmente adecuado para estudiantes interesados en tomar cursos en ciencia, ingeniería, matemáticas y ciencias de la computación. Por tanto, normalmente se ofrece como un programa interdisciplinario ofrecido simultáneamente por varios departamentos o unidades académicas.

Los programas de estudios en ciencia e ingeniería computacional tienen dos tipos de cursos: básicos y especializados. Entre los cursos básicos se encuentran prácticamente todos aquellos cursos básicos de ciencias de la computación incluyendo aquellos del área de matemáticas.

Entre los cursos especializados se encuentran introducción a la ciencia e ingeniería computacional, programación científica, dinámica de fluidos computacional, genética, procesamiento paralelo, lenguajes de programación paralela, graficación y visualización, programación concurrente, geología numérica, simulación de sistemas, análisis y predicción de rendimiento, ecuaciones diferenciales parciales, matemáticas aplicadas, probabilidad y estadística, álgebra lineal, métodos numéricos y física teórica.

## **6. Conclusiones**

La computación es una disciplina que tiene sus raíces en las matemáticas y que tiene como objetivo el estudio sistemático de procesos algorítmicos que describen y transforman información; su teoría, análisis, diseño, eficiencia, implementación y aplicación. Para abordar la práctica computación existen enfoques diversos desde la ciencia y la ingeniería. Estos enfoques se derivan del énfasis que se le pone a cada uno en los tres procesos básicos de la disciplina computacional: teoría, abstracción y diseño.

Lo anterior se refleja en los programas de estudio en computación. Dos programas típicos son en ciencias de la computación y en ingeniería en computación. El primero está basado fuertemente en el estudio de la computación para encontrar soluciones eficientes a problemas generales. El segundo tiene un énfasis importante en la aplicación de las técnicas computacionales a la solución de problemas basados en computadoras.

Adicionalmente, existen dos programas de estudio sobre computación relativamente recientes. El primero, sistemas de información basados en computadoras, está dedicado al estudio y desarrollo de la tecnología para la creación, diseño e implantación de sistemas de

información basados en computadoras. El segundo esta dedicado a la ciencia e ingeniería computacional. Este es un programa interdisciplinario que trata de aplicar la computación a la solución de problemas científicos y de ingeniería.

Los programas de estudios incluyen cursos en áreas de matemáticas, ciencias de la computación, ingeniería en computación, ciencias sociales y humanidades, ciencias en general (física, química y otras áreas) y cursos de libres. Los cursos en las áreas sustantivas, ciencias de la computación o ingeniería en computación, están divididos en obligatorios u optativos. Los obligatorios son normalmente del ciclo básico y los optativos del nivel formativo.

## 7. Bibliografía

- [ABET96] Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc. Criteria for accrediting programs in engineering in the United States. Technical report, December 1996.
- [ACM68] ACM Curriculum Committee on Computer Science. Curriculum 68: Recommendations for the undergraduate program in computer science. *Communications of the ACM*, 11 (3):151-197, March 1968.
- [ACM78] Curriculum Committee on Computer Science. Curriculum 78: Recommendations for the undergraduate program in computer science. *Communications of the ACM*, 22(3):147-166, March 1979.
- [ACM91] ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force Curriculum 1991. ACM Baltimore, MD. Order No. 201880, 1991.
- [AIS97] Association for Information Systems. IS'97: Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems.
- [Bennet 86] A. W. Bennett. A position paper on guidelines for electrical and computer engineering education. *IEEE Transactions in Education*, E-29(3):175-177, August 1986.
- [CSAB98] Computing Sciences Accreditation Board. Comprehensive Report on the 1997 Survey of Department Programs Offering CSAC/CSAB-Accredited Degree Programs. November 1998.
- [Denning 89] Peter J. Denning, Douglas E. Comer, David Gries, Michael C. Mulder, Allen B. Tucker, A. Joe Turner, and Paul R. Young. Computing as a discipline. *Communications of the ACM*, 32(1):9-23, January 1989.
- [Tucker91] A. B. Tucker and B. H. Barness. Flexible design: A summary of computing curricula 1991. *IEEE Computer*, November 1991, pp. 56-66.



[Tucker96] A. B. Tucker *et al.* Strategic directions in computer science education. ACM Computing Surveys, Vol. 28, No. 4, December 1996, pp. 836-845.

[Usyr99] University of Syracuse. Undergraduate Program in Computational Science. [http://top.cis.syr.edu/undergraduate\\_programs](http://top.cis.syr.edu/undergraduate_programs).

[UCSD99] University of California at San Diego. B. S. Degree in Applied Math. [http://www.sci.sdsu.edu/math\\_cs/EmpCompSci.html](http://www.sci.sdsu.edu/math_cs/EmpCompSci.html).

### **3. Perfiles Nacionales de la ANIEI**

A continuación se presenta el estudio realizado por ANIEI (Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática) sobre perfiles profesionales, áreas de conocimiento y una tabla con el cruce de las anteriores.

#### **Perfiles Profesionales**

Los perfiles corresponden a cuatro dominios de desarrollo profesional en informática y computación, identificados por los siguientes títulos:

- I. LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
- II LICENCIATURA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
- III. LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
- IV. INGENIERIA EN COMPUTACIÓN

cuyas definiciones, aprobadas por la XIV Asamblea General Anual de la ANIEI, son:

## **LICENCIATURA EN INFORMÁTICA**

Se refiere a un profesional con la misión de detectar y satisfacer las necesidades organizacionales relativas al uso y empleo de la información. Será capaz de recabar y organizar los datos y procesos necesarios, para el buen funcionamiento de la organización y el cumplimiento de sus objetivos. El resultado final será la creación, administración o mantenimiento de servicios y sistemas de tratamiento de información integrados y eficientes.

Tendrá una preparación rigurosa en la teoría, práctica y metodología computacionales, y un entendimiento actualizado de la tecnología computacional, que combinará con el conocimiento de la estructura y operación de la empresa, la industria o la institución. Deberá contar con disposición y capacidades para trabajo y diálogo en forma interdisciplinaria y grupal.

Este es un perfil de tipo eminentemente profesional, aunque no excluye la conveniencia de que se prosigan estudios de posgrado, tanto en las ciencias y tecnologías de tratamiento de la información como en las áreas beneficiara de sus aportaciones.

## **LICENCIATURA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

Indica un profesional capaz de analizar situaciones, entornos y problemas propios de ser tratados mediante sistemas computacionales, para ofrecer soluciones completas, resultantes de la creación, adecuación, integración o selección de productos y servicios computacionales.

Deberá tener una sólida formación en técnicas de análisis y diseño de sistemas de información, y en la configuración de ambientes de servicios de cómputo y redes, así como dominio de herramientas de programación e ingeniería de software, con el fin de construir programas y sistemas de aplicación con características de productos terminados y competitivos.

Se trata también de un perfil de orientación profesional, con amplias posibilidades de continuación en niveles de especialización y posgrado.

## **LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

Nombra a un profesional dedicado al estudio y desarrollo de las ciencias computacionales, que derive en elementos para la concepción y creación de ambientes, facilidades y aplicaciones innovativas de la computación dentro de entornos diversos de demandas a satisfacer.

Profundizando en los fundamentos de la construcción de software de base y de aplicaciones, mantendrá un estudio riguroso en los principios que caracterizan a las ciencias formales y estará preparado para elaborar, teórica y prácticamente, modelos de realidades complejas, cuidando su consistencia, eficiencia y rendimiento.

Perfil de corte académico que, sin excluir extensas posibilidades de desempeño profesional, deriva naturalmente hacia estudios de posgrado.

## **INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**

Se refiere a un profesional con la misión de construir, configurar, evaluar y seleccionar obras y entornos de servicios computacionales y de telecomunicaciones. Será capaz de encontrar soluciones innovativas, proponiendo metodologías, técnicas y herramientas que puedan constituirse en aportes a la tecnología nacional.

Tendrá un manejo fluido de los principios teóricos y de los aspectos prácticos y metodológicos que sustentan el diseño y desarrollo de sistemas complejos, especificaciones de arquitecturas de hardware y configuración de redes de cómputo y teleproceso.

Perfil de tipo profesional que, mediante especializaciones o posgrado, puede reafirmar su orientación o bien, derivar hacia una orientación de tipo académico en computación o hacia las redes y las telecomunicaciones.

## **Catálogo de Áreas de Conocimiento**

Las áreas de conocimiento crecieron de las cinco anteriores (Entorno social, Hardware, Matemáticas, Software de base, Software de aplicaciones) a ocho actuales, porque esta nueva taxonomía delinea con mayor precisión los contenidos y preserva las diferencias temáticas, además de que permite incluir el área de redes y teleinformática, que ha adquirido proporciones de enorme importancia. En cada área se incluyó además una subárea de "herramientas computacionales" como apoyo para las labores propias del tema, y como reflejo de la creciente importancia práctica que han adquirido los "paquetes" de computación (sobre todo en las computadoras personales).

Se definen ocho grandes áreas de conocimiento en informática y computación, a saber:

### **1. ENTORNO SOCIAL**

Comprende conocimientos, normas, experiencias y motivaciones que hacen posible la buena integración de las unidades de informática y su personal en las organizaciones y en la sociedad en general. Se incluyen tópicos de administración, economía, contabilidad, derecho, sociología y psicología.

### **2. MATEMÁTICAS**

Las matemáticas brindan una excelente e imprescindible base de tipo formativo para el desarrollo de habilidades de abstracción y la expresión de formalismos, además de proporcionar conocimientos específicos fundamentales para la informática y la computación.

### **3. ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS**

Estudio de la teoría, técnicas, tecnologías y metas para comprender el funcionamiento de los sistemas digitales y las computadoras, así como de los principios físicos que los sustentan, con el objeto de formular algunas de sus especificaciones y saber integrar equipos diversos para fines particulares.

#### **4. REDES**

Estudio de la fusión de los dominios tradicionalmente considerados como hardware y software, y formas de distribuir y compartir recursos computacionales, procesos e información.

#### **5. SOFTWARE DE BASE**

Estudio. Definición y construcción de las piezas de software que hacen posible el funcionamiento de las computadoras en diferentes niveles operativos. Por su importancia formativa y metodológica, esta área de conocimiento resulta fundamental para los desarrollos de la industria de los programas para computadoras.

#### **6. PROGRAMACIÓN E INGENIERÍA DE SOFTWARE**

Cuerpo de conocimientos teóricos y prácticos, y conjunto de metodologías para la buena construcción de programas y sistemas de software, considerando su análisis y diseño, confiabilidad, funcionalidad, costo, seguridad, facilidades de mantenimiento y otros aspectos relacionados.

#### **7. TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN**

Área de conocimientos en la cual se conjuga una multiplicidad de tópicos computacionales de teoría, técnica y metodología, requeridos para la construcción de una amplia gama de soluciones de información, imprescindibles para el adecuado funcionamiento de todo tipo de organizaciones.

#### **8. INTERACCION HOMBRE-MÁQUINA**

Estudio de los dominios de aplicación conducentes a lograr formas superiores de expresión e interacción entre el hombre y la computadora, con el fin de buscar mejores y novedosas maneras de integración de la tecnología en la sociedad.

El objetivo en cada uno de los niveles da idea clara de su función específica.

Las áreas se dividen en subáreas; y éstas en subsubáreas. Las subáreas o las subsubáreas, según los casos, están estructuradas en grupos de temas de estudio, que no corresponden necesariamente a materias. Así, un conjunto de temas puede dar lugar a varias materias en el plan de un determinado perfil, mientras que para otro perfil puede reducirse a una parte pequeña en un curso o simplemente a una mención de que esos tópicos existan, sin estudiarlos detalladamente.



## Cruce de Áreas y Perfiles

El cruce de áreas y perfiles expresado es la síntesis de todo lo anterior y significa, para cada perfil, cuánto se debe saber de determinado grupo de temas.

La matriz que se presenta abajo expresa la ponderación porcentual para cada uno de los cuatro perfiles profesionales, primero sólo en el nivel de las áreas.

	A	B	C	D
ENTORNO SOCIAL	27.5	20.0	10.0	10.0
MATEMÁTICAS	12.5	15.0	25.0	17.5
ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS	7.5	7.5	10.0	17.5
REDES	7.5	10.0	10.0	12.5
SOFTWARE DE BASE	7.5	7.5	10.0	12.5
PROGRAMACIÓN E INGENIERÍA DE SOFTWARE	17.5	17.5	20.0	17.5
TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN	12.5	15.0	5.0	5.0
INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA	7.5	7.5	10.0	7.5

- A: LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
- B: LICENCIATURA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
- C: LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
- D: INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

El CENEVAL (Centro Nacional de Evaluación) retoma el trabajo de la ANIEI y sólo modifica la tabla de cruce de áreas de conocimiento y perfiles profesionales.

<b>Área de Conocimiento</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Entorno social	27.5	20	10	7
Matemáticas	12.5	15	25	22
Arquitectura de computadoras	7.5	7.5	10	21
Redes	7.5	10	10	11
Software de base	7.5	7.5	10	10
Programación e ingeniería de software	17.5	17.5	20	17
Tratamiento de información	12.5	15	5	7
Graficación inteligencia artificial e Interacción humano-computadora	7.5	7.5	10	5

## **Parte III: Factores Locales Relacionados con la Educación en Computación**

### **4. Observaciones al Plan 95 de la F.C.C.**

Nuestra Currícula se organiza en dos niveles, llamados básico y formativo y sigue un modelo de créditos mínimo de 410.

En el nivel básico a su vez está dividido en las materias de álgebra, cálculo, hardware, programación de alto nivel y programación de bajo nivel, este nivel provee al estudiante de la herramienta indispensable para su formación profesional. Número Mínimo de créditos 220.

El Nivel Formativo se divide en 6 áreas de especialidad que son Telemática, Robótica, Programación de Sistemas, Teoría de la Computación, Computación Matemática y Teoría de Control y es de aquí de donde el estudiante debe completar los restantes 190 créditos.

Cabe notar que no es posible completar el mínimo de créditos (410) cursando una sola especialidad, así el estudiante debe cursar materias de al menos otra especialidad.

Para completar el núcleo en ciencias de la computación como lo plantea Denning et al. Habría que seleccionar materias de teoría de la computación, programación de sistemas y computación matemática, de igual manera para el perfil C de CENEVAL. También podríamos cubrir del CENEVAL luciendo una selección entre Programación de Sistemas y Telemática.

Destacamos también la ausencia de los métodos formales en la currícula del CENEVAL y la nuestra.

## 5. Perfiles Académicos de la Planta de Profesores de la F.C.C.

### ÁREAS DE ESPECIALIDAD

#### ENTORNO SOCIAL

S ETELVINA ARCHUNDIA SIERRA

#### MATEMÁTICAS

S ABRAHAM SÁNCHEZ LÓPEZ  
P CARLOS GUILLÉN GALVÁN  
P CARLOS ALBERTO LÓPEZ ANDRADE  
P CÉSAR BAUTISTA RAMOS  
P CARLOS A. MARTÍNEZ CAMARILLO  
P EDUARDO ARIZA VELÁZQUEZ  
P GERARDO MARTÍNEZ GUZMÁN  
P JOSÉ ALEJANDRO RANGEL HUERTA  
P JOSÉ LUIS MEZA LEÓN  
P JOSÉ MARGARITO HERNÁNDEZ MORALES  
P JOSÉ MARTÍN ESTRADA ANALCO  
S JOSÉ MARTÍN ORATO RAMÍREZ  
S MANUEL ISIDRO MARTÍN ORTIZ  
S MARCOS GONZÁLEZ FLORES  
S MARIO MAURICIO BUSTILLO DÍAZ  
S MARIO ROSSAINZ LÓPEZ  
P MAURICIO CASTRO CARDONA  
P OLIVA LÓPEZ PÉREZ  
P OLIVIA ROMERO TEHUITZIL  
S RAFAEL ALMARAZ RODRÍGUEZ  
P ROBERTO CONTRERAS JUÁREZ  
P ROGELIO GONZÁLEZ VELÁZQUEZ  
P ROSA GARCÍA TAMAYO  
P SULLY SÁNCHEZ GÁLVEZ

#### MATEMÁTICAS DISCRETAS Y TEORÍA DE LA COMPUTACIÓN

S BEATRIZ BELTRÁN MARTÍNEZ  
P CARLOS GUILLÉN GALVÁN  
S EDUARDO ARIZA VELÁZQUEZ  
S GERARDO MARTÍNEZ GUZMÁN  
P GUILLERMO DE ITA LUNA  
S HILDA CASTILLO ZACATELCO

P JESÚS GARCÍA FERNÁNDEZ  
P JOSÉ JUAN PALACIOS PÉREZ  
S JOSÉ LUIS MEZA LEÓN  
S JOSÉ MARGARITO HERNÁNDEZ MORALES  
S JOSÉ MARTÍN ORATO RAMÍREZ  
P JOSÉ DE JESÚS LAVALLE MARTÍNEZ  
S LUIS CARLOS ALTAMIRANO ROBLES  
S MARCOS GONZÁLES FLORES  
S MARIO MAURICIO BUSTILLO DÍAZ  
S OLIVA LÓPEZ PÉREZ  
S OLIVIA ROMERO TEHUITZIL  
S RAFAEL DE LA ROSA FLORES  
S ROBERTO CONTRERAS JUÁREZ  
S ROSA GARCÍA TAMAYO

#### **ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS**

S ALMA DELIA AMBROSIO VÁZQUEZ  
S JORGE JIMÉNEZ GONZÁLEZ  
P JOSÉ GERARDO VILLEGAS ROSAS  
S JOSÉ LUIS MEZA LEÓN  
S JOSÉ MARTÍN ORATO RAMÍREZ  
S LUIS ENRIQUE COLMENARES GUILLÉN  
P MARIO MAURICIO BUSTILLO DÍAZ  
S MAURICIO CASTRO CARDONA  
P RAFAEL ALMARAZ RODRÍGUEZ  
S SANTIAGO DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ  
S SULLY SÁNCHEZ GÁLVEZ

#### **REDES Y TELEMÁTICA**

S EUGENIA ERICA VERA CERVANTES  
S HILDA CASTILLO ZACATELCO  
S JORGE JIMÉNEZ GONZÁLEZ  
P JESÚS GARCÍA FERNÁNDEZ  
S JOSÉ MARGARITO HERNÁNDEZ MORALES  
P JOSÉ MARTÍN ORATO RAMÍREZ  
P LUIS ENRIQUE COLMENARES GUILLÉN  
P MANUEL ISIDRO MARTÍN ORTIZ  
S MARÍA DEL CARMEN SANTIAGO DÍAZ  
S RAFAEL ALMARAZ RODRÍGUEZ  
P SANTIAGO DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ

### **SOFTWARE DE BASE**

S BEATRIZ BELTRÁN MARTÍNEZ  
S EUGENIA ERICA VERA CERVANTES  
S HILDA CASTILLO ZACATELCO  
S JESÚS GARCÍA FERNÁNDEZ  
S JOSÉ MARTÍN ORATO RAMÍREZ  
S JOSÉ DE JESÚS LAVALLE MARTÍNEZ  
S LUIS ENRIQUE COLMENARES GUILLÉN  
S MANUEL ISIDRO MARTÍN ORTIZ  
S RAFAEL DE LA ROSA FLORES  
S SANTIAGO DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ

### **PROGRAMACIÓN E INGENIERÍA DE SOFTWARE**

P ABRAHAM SÁNCHEZ LÓPEZ  
P ALMA DELIA AMBROSIO VÁZQUEZ  
P BEATRIZ BELTRÁN MARTÍNEZ  
P DAVID EDUARDO PINTO AVENDAÑO  
P ETELVINA ARCHUNDIA SIERRA  
P EUGENIA ERICA VERA CERVANTES  
S GUILLERMO DE ITA LUNA  
P HILDA CASTILLO ZACATELCO  
S JESÚS GARCÍA FERNÁNDEZ  
P JORGE JIMÉNEZ GONZÁLEZ  
P JOSÉ ANDRÉS VÁZQUEZ FLORES  
S JOSÉ DE JESÚS LAVALLE MARTÍNEZ  
S JOSÉ LUIS MEZA LEÓN  
S JOSÉ MARTÍN ORATO RAMÍREZ  
S JUAN JOSÉ PALACIOS PÉREZ  
P LETICIA MENDOZA ALONSO  
S LUIS CARLOS ALTAMIRANO ROBLES  
P MANUEL ISIDRO MARTÍN ORTIZ  
P MARCOS GONZÁLEZ FLORES  
P MARÍA DEL CARMEN SANTIAGO DÍAZ  
P MARIO ROSSAINZ LÓPEZ  
S RAFAEL DE LA ROSA FLORES  
P SANTIAGO DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ

### **SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

S ABRAHAM SÁNCHEZ LÓPEZ  
S ALMA DELIA AMBROSIO VÁZQUEZ  
S BEATRIZ BELTRÁN MARTÍNEZ

P ETELVINA ARCHUNDIA SIERRA  
S EUGENIA ERICA VERA CERVANTES  
S GUILLERMO DE ITA LUNA  
S JESÚS GARCÍA FERNÁNDEZ  
S JOSÉ LUIS MEZA LEÓN  
S LETICIA MENDOZA ALONSO  
S MANUEL ISIDRO MARTÍN ORTIZ  
S MARIO ROSSAINZ LÓPEZ  
P RAFAEL ALMARAZ RODRÍGUEZ  
S SANTIAGO DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ

#### **INTEGRACIÓN HOMBRE – MÁQUINA**

P ALMA DELIA AMBROSIO VÁZQUEZ  
P BEATRIZ BELTRÁN MARTÍNEZ  
S ETELVINA ARCHUNDIA SIERRA  
P EUGENIA ERICA VERA CERVANTES  
P GUILLERMO DE ITA LUNA  
S HILDA CASTILLO ZACATELCO  
S JESÚS GARCÍA FERNÁNDEZ  
S JOSÉ ALEJANDRO RANGEL HUERTA  
S JOSÉ DE JESÚS LAVALLE MARTÍNEZ  
P JOSÉ GERARDO VILLEGAS ROSAS  
S JUAN JOSÉ PALACIOS PÉREZ  
P LUIS CARLOS ALTAMIRANO ROBLES  
S MARÍA DEL CARMEN SANTIAGO DÍAZ  
S MARIO MAURICIO BUSTILLO DÍAZ  
S MANUEL ISIDRO MARTÍN ORTIZ  
P RAFAEL DE LA ROSA FLORES

#### **CONTROL**

S JOSÉ ALEJANDRO RANGEL HUERTA  
S MARIO MAURICIO BUSTILLO DÍAZ

## **6. Estudio Preliminar Sobre la Ubicación de los Egresados de la F.C.C.**





## **7. Profesionales de la Computación: Habilidades y Actitudes Deseables**

### **Perfiles deseables**

Un informe de la IX Semana de la Computación sobre perfiles deseables por parte de los empleadores.

Dentro de la IX Semana de la Computación, varios de los expositores vinculados con la iniciativa privada, expresaron sus puntos de vista acerca de sus requerimientos para con los egresados de una licenciatura en computación. Sus puntos de vista giraban fundamentalmente alrededor de tres características: conocimientos, habilidades y actitudes. Enumeramos enseguida tales perfiles deseables:

#### **Conocimientos:**

- a) Más de dos idiomas.
- b) Conocimientos de otras áreas diferentes a la computación para encontrar sentido práctico a su formación académica.
- c) Preferencia de un nivel general sobre uno específico.
- d) Conocimientos de lo más reciente en el mercado.
- e) Redes y comunicaciones distribuidas.

#### **Habilidades:**

- a) Aprender a aprender.
- b) Trabajo en equipo e interdisciplinario.
- c) Capacidad de distinguir los aspectos concernientes a las modas de los fundamentos.

#### **Actitudes:**

- a) Ética.
- b) Innovación y anticipación.
- c) Preocupación por el impacto social.