



Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo
Departamento de Programación y Desarrollo de Sistemas



Propuesta de currículum de la Ingeniería en Sistemas Computacionales

Diplomado:
**Evaluación de la Calidad de la Práctica Docente para la Implementación del Nuevo
Modelo Educativo en las Escuelas de Ingeniería del Instituto Politécnico Nacional**

Araujo Díaz David

México, D.F. Julio del año 2005

Contenido

	Página
Prefacio	a
Capítulo 1: Antecedentes	1
1.1 La Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)	1
Creación	1
Situación Actual	1
Perspectivas	2
1.2 Necesidad del cambio curricular	2
1.3 Problema Social	2
1.4 Justificación dentro del Nuevo Modelo Educativo	3
Aspectos Generales	3
1.5 Estado actual de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales	5
Campo ocupacional	5
Campo de acción	5
Misión de la Escuela Superior de Cómputo del IPN	6
Visión de la Escuela Superior de Cómputo del IPN	6
Perfil de ingreso	6
Perfil de egreso de la especialidad en sistemas	6
Plan de Estudio	6
Capítulo 2: Propuestas Curriculares	7
2.1 Propuesta de la ANIEI (Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática)	7
Propuesta para la carrera de ingeniería en computación	7
Catálogo de áreas de conocimiento	8
1. Entorno Social	8
2. Matemáticas	8
3. Arquitectura de Computadoras	8
4. Redes	8
5. Software de Base	9
6. Programación e Ingeniería de Software	9
7. Tratamiento de Información	9
8. Interacción Hombre-Maquina	9
2.2 Propuesta del Nuevo Modelo Educativo del IPN	10
Modelo Académico y Modelo Educativo	11
Elementos del modelo	12
Planes y Programas de estudio	12
Métodos de enseñanza aprendizaje	12
Modalidades alternativas a la presencial	13
2.3 Propuesta descrita en el CC2001 (Computing Curricula 2001)	13
Cuerpo de conocimientos	13
2.4 Tendencias en la formación de ingenieros de sistemas	17
Paradigmas cambiantes	17
Relación con la escuela	18
Respecto a la educación	18
Respecto a la investigación	19
Respecto a la innovación	19
Respecto al trabajo	20
Globalización	20
Globalización de la información	20
Grupos de trabajo	21
Transformaciones en el mundo del software	21
Subcontratación (Outsourcing)	22
Velocidad de los cambios	23

	Página
Capítulo 3: Propuesta de Currículum	25
3.1 Características y retos de la ingeniería en Sistemas Computacionales	25
3.2 La ingeniería en sistemas computacionales	26
3.3 Perfil profesional	27
3.4 Consideraciones respecto al plan de estudios	28
Recursos específicos	28
Soporte administrativo e investigativo	29
Papel de la escuela	29
Flexibilidad del plan de estudios	30
Formación básica y como persona	30
Formación en disciplinas de la carrera	31
Modelos pedagógicos	32
Investigación y educación continúa	33
3.5 Relaciones con el sector productivo, el sector público y la sociedad	33
Plan de Estudio	34
Capítulo 4: Conclusiones	35
Apéndice A: Currículum Actual	39
A.1 Mapa Curricular (Asignaturas Comunes)	39
A.2 Mapa Curricular (Opción de Sistemas)	40
A.3 Mapa Curricular (Opción de Electrónica)	40
A.4 Mapa Reticular	41
A.5 Mapa Reticular, optativas de séptimo y octavo semestre	42
A.6 Distribución de horas totales y de créditos por área	42
Apéndice B: Currículum Propuesto	43
B.1 Distribución porcentual por área del conocimiento	43
B.2 Objetivos por área del plan de estudio	43
B.2.1 Organizaciones	43
Teoría de las organizaciones	43
Tópicos de manejo financiero	43
Tópicos de manejo económico	44
B.2.2 Unidades de informática	44
Función de la informática	44
Recursos humanos	45
Auditoría en las unidades de informática	45
B.2.3 Ética y normatividad jurídica	45
Marcos legales	45
La era de la información	46
B.2.4 Matemáticas básicas	46
Cálculo	46
Álgebra	46
Geometría	47
B.2.5 Matemáticas aplicadas	47
Cálculo numérico	47
Simulación	47
Sistemas y control	47
Investigación de operaciones	48
B.2.6 Matemáticas discretas	48
Lógica y conjuntos	48
Combinatoria	48
Relaciones y grafos	48
B.2.7 Teoría matemática de la computación	49
Autómatas y lenguajes formales	49
Sistemas formales	49
Computabilidad	49

	Página
B.2.8 Física	49
Temas de mecánica, óptica y física moderna	49
Electricidad y magnetismo	50
Electrónica	50
B.2.9 Sistemas digitales	50
Diseño lógico	50
Subsistemas básicos	51
B.2.10 Tipos y configuraciones de computadoras	51
Arquitecturas y formas de procesamiento	51
Sistemas de propósito especial	52
B.2.11 Instalaciones y equipos	52
Instalaciones	52
Administración y mantenimiento	52
Seguridad	52
B.2.12 Transmisión y comunicación de datos	53
Teoría de la información	53
Señales	53
Transmisión de voz, imágenes y datos	53
B.2.13 Modelos	54
Topologías	54
B.2.14 Protocolos	54
Protocolos para comunicación	54
B.2.15 Intercomunicación de redes	55
Interconectividad	55
Interoperabilidad	55
B.2.16 Seguridad e integridad de la información	55
B.2.17 Traductores	56
Traductores de bajo nivel	56
Traductores de alto nivel	56
B.2.18 Sistemas operativos	56
Estructuras básicas	56
Tipos de sistemas operativos	57
B.2.19 Utilerías y manejadores	57
Orientados al sistema	57
B.2.20 Algorítmica	57
Fundamentos de algorítmica	58
Estructuras de datos	58
Complejidad	59
B.2.21 Paradigmas de programación y lenguajes	59
Familias y tipos de lenguajes	59
Paralelismo y concurrencia	60
B.2.22 Sistemas de software	60
Análisis y diseño	60
Implantación, prueba y mantenimiento	60
Consideraciones de calidad	61
B.2.23 Industria del software	61
Desarrollo industrial de software	61
Automatización de la construcción de software	62
B.2.24 Bases de datos	62
Modelado y diseño	62
Manejadores y uso	63
Desarrollo e implantación de aplicaciones	63
B.2.25 Recuperación de información	63
Dispositivos de almacenamiento de información	63
Archivos para grandes volúmenes de datos	63

	Página
B.2.26 Sistemas de información	63
Teoría de sistemas	64
Análisis y diseño de sistemas de información	64
Desarrollo e implantación	64
Administración de sistemas de información	64
B.2.27 Graficación	64
Dispositivos	64
Algoritmos	64
Software dedicado	64
B.2.28 Inteligencia artificial	65
Métodos	65
Representación del conocimiento	65
Sistemas expertos	65
Reconocimiento de formas	65
Proceso de lenguaje natural	65
B.2.29 Interfaces humano máquina	66
Diseño asistido por computadora	66
Aspectos conceptuales en la construcción de interfaces	66
 Apéndice C: Instructivo del IPN	 67
C.1 Currículum: elementos y criterios para una definición una propuesta de definición	67
Propuesta metodológica para el diseño curricular en el IPN	67
C.2 Referentes del currículum	69
Referentes institucionales	69
Misión	70
Visión	70
Modelo Educativo	71
Referentes externos	72
Políticas públicas	72
Diagnóstico del entorno social, de las tendencias del desarrollo nacional y del ejercicio profesional	73
Diagnóstico de la frontera del conocimiento	73
Diagnóstico de las tendencias de desarrollo académico y didáctico-pedagógico	73
C.3 Objetivos y perfiles curriculares	74
Objetivo general del programa y el campo profesional	74
Perfil de ingreso	74
Perfil de egreso	75
Modelo académico del IPN	75
Objetivos curriculares y por área formativa del plan de estudios	78
C.4 Diseño del plan de estudios	78
Selección de los contenidos curriculares	78
Integración de contenidos y estructura del plan de estudios	79
Diseño de las salidas laterales	79
C.5 Diseño de cursos	79
Diseño de las asignaturas o experiencias de aprendizaje	80
Lineamientos didáctico-pedagógicos	80
C.6 Puesta en marcha del plan de estudios	81
Perfil del profesor y formación del personal académico	81
Condiciones de operación y desarrollo	82
C.7 Evaluación y actualización de planes y programas	83
Evaluación y actualización curricular	83
Evaluación y actualización de los programas de las unidades de aprendizaje o asignaturas	84
Evaluación de estudiantes y profesores	84

Propuesta ISC	Contenido
	Página
Apéndice D: Estado de las carreras en México	85
D.1 Distribución porcentual de la matrícula escolar en licenciatura universitaria y tecnológica según sexo para cada área de estudio y carrera, 2001-2003	85
D.2 Matrícula de nivel licenciatura por principales carreras, 1995/1996-2001/2002	87
D.3 Matrícula de nivel licenciatura en tecnología de información y comunicaciones por carreras, 1995/1996-2001/2002	88
D.4 Carreras sugeridas y Saturadas en el Distrito Federal	88
Referencias	89
1. Bibliográficas	89
2. Internet	89
Notas	90

Prefacio

Los nuevos modelos económicos basados en la apertura y el libre mercado, hacen necesaria la generación de grandes desarrollos tecnológicos; en donde el sector productivo y la **educación superior** tienen en el **conocimiento**, su principal activo, con el cual los países pueden enriquecer sus **sistemas económicos y sociales**.

Dentro de este contexto la **ingeniería** es uno de los principales motores de desarrollo del país (y de cualquier otro país); que permite dar mayor valor agregado a los productos y servicios; debido a su estrecha relación con la **ciencia** y con los **avances tecnológicos**. Los permanentes cambios con la globalización de la economía y la apertura de los mercados hacen necesario que se deba mirar críticamente la manera cómo se están formando nuestros **ingenieros**, de tal forma que les permita ser **competitivos** con planes flexibles, dinámicos y con niveles altos de pertinencia; en concordancia con las necesidades socioeconómicas, culturales, científicas y productivas del país.

El objetivo de este documento es desarrollar una propuesta para modificar el plan de estudios de la carrera de **Ingeniería en Sistemas Computacionales** de la **Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)**, tomando en cuenta los puntos de vista **humanístico, social, pedagógico, curricular, investigativo y ambiental**, para la formación de los futuros ingenieros, de tal forma que respondan a los nuevos retos de la ciencia y la tecnología, del sector productivo y la internacionalización del **conocimiento** y de la **economía**.

El presente documento conforma el trabajo final del diplomado: **Evaluación de la Calidad de la Práctica Docente para la Implementación del Nuevo Modelo Educativo en las Escuelas de Ingeniería del Instituto Politécnico Nacional**, impartido en las instalaciones de la **ESCOM**, como parte de la reforma curricular, impulsada por la implantación del **Nuevo Modelo Educativo** en el **Instituto Politécnico Nacional (IPN)**.

Se describe el problema, que es el eje central de este trabajo, cuyo objetivo es realizar la derivación del problema y al mismo tiempo de los objetivos hacia las áreas o niveles de la carrera, definiendo los contenidos y las competencias o capacidades que se deben adquirir a fin de lograr el cumplimiento de los objetivos educativos e instructivos del diseño curricular.

En el **Capítulo 1**, se muestra el estado actual de la carrera de **Ingeniería en Sistemas Computacionales**, que se imparte en la **Escuela Superior de Cómputo del IPN**, se examina la creación, la situación actual y las perspectivas de la escuela y se ofrece una justificación de la necesidad de cambio curricular. Posteriormente se justifica este cambio desde el punto de vista del **Nuevo Modelo Educativo del IPN**. Al final se establecen los objetivos, la misión y visión de la escuela y los planes curriculares que actualmente se imparten.

En el **Capítulo 2**, se describe la propuesta de la **ANIEI (Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática)**, basada en congresos nacionales (escuelas de informática y computación), e internacionales (congresos de computación y educación), luego la propuesta que realiza el **IPN** en el marco del **Nuevo Modelo Educativo**, que parece ser una de las más completas, pues toma en cuenta referencias internacionales, nacionales y locales, por lo cuál los lineamientos marcados parecen estar bien fundamentados; al final se describe el estado actual de la carrera en **Ingeniería en Sistemas Computacionales**, descrito en el documento **CC2001 (Computing Curricula 2001)** de la **ACM (Association for Computing Machinery)** y la propuesta curricular de esta organización.

En el **Capítulo 3**, se tiene la propuesta curricular para la carrera de **ingeniería en sistemas computacionales**, haciendo énfasis en los objetivos hacia las áreas o niveles de la carrera, definiendo los contenidos y las competencias o capacidades que se deben adquirir a fin de lograr el cumplimiento de los objetivos educativos e instructivos del diseño curricular, propuesto por el **Instituto Politécnico Nacional**. Describe las **características y retos de la ingeniería en Sistemas Computacionales**, como la demanda, la diversidad de modalidades, el papel del ingeniero en sistemas, la calidad, las características de los profesores, etc. Después se dan

algunas definiciones de lo que debería de ser un **ingeniero en sistemas computacionales**, según las organizaciones internacionales y cual sería la que mejor se adapta a las condiciones mexicanas. Luego el **perfil profesional** del ingeniero en sistemas computacionales, resaltando las habilidades y cualidades mínimas que debe de cubrir, para desarrollar el currículo en cada uno de nuestros estudiantes. Posteriormente se hace una descripción de los aspectos que debe de considerar el currículo, como son las materias a considerar: ciencias básicas, ciencias básicas de ingeniería, aplicación profesional y las socio-humanísticas, también se enlistan los recursos específicos, el soporte administrativo e investigativo, se destaca el papel de la escuela; se incluye la flexibilidad del plan de estudios, la formación básica y como persona, la formación en disciplinas de la carrera, los modelos pedagógicos, la investigación y educación continua; descritas en el **Nuevo Modelo del IPN**. Para finalizar se presentan las relaciones con el sector productivo, el sector público y la sociedad, que también forman parte de la formación de un **Ingeniero en Sistemas Computacionales**.

En el **Capítulo 4**, se presentan las conclusiones de este trabajo.

En el **Apéndice A** se tienen: el mapa curricular (asignaturas comunes), mapa curricular (opción de sistemas), mapa curricular (opción de electrónica), mapa reticular, mapa reticular de asignatura optativas de séptimo y octavo semestre, distribución de horas totales por área y la distribución de créditos por área, para la carrera de **Ingeniero en Sistemas Computacionales** de la **Escuela Superior de Cómputo** del IPN.

En el **Apéndice B**, se tiene la propuesta curricular, resultado de este estudio.

En el **Apéndice C** se tiene el resumen del **Manual para el rediseño de planes y programas en el marco del nuevo Modelo Educativo y Académico** pretende hacer una contribución a la concreción y puesta en marcha del nuevo **Modelo Educativo**.

En el **Apéndice D**, se presentan el estado que guardan las carreras profesionales en el país, en relación al número de alumnos en cada carrera, por entidad federativa.

Homines dum docent discunt.
Los hombres aprenden cuando enseñan.

Capítulo 1: Antecedentes

Uno de los signos de este nuevo siglo, es la vertiginosa velocidad del cambio; la cual es especialmente manifiesta en el caso de los aspectos que tienen que ver con el mundo **informático**. Lo anterior ha conducido a crear un enorme dinamismo en los programas de ingeniería en sistemas computacionales; pero al mismo tiempo ha generado una gran confusión y una enorme dificultad para predecir el futuro, y por ende para adaptarse a los cambios que éste inducirá en la **economía** y en la **sociedad**, lo cual se ha visto reflejado en nuestros programas que han tenido serias dificultades, para entender cuál es su papel y cuáles son las estrategias más adecuadas para enfrentar el futuro.

En este capítulo se muestra el estado actual de la carrera de **Ingeniería en Sistemas Computacionales** que se imparte en la **Escuela Superior de Cómputo del IPN**, se examina la creación, la situación actual y las perspectivas de la escuela y se ofrece una justificación de la necesidad de cambio curricular.

Se describe el problema, que es el eje central de este trabajo, en donde se trata de realizar la derivación del problema y al mismo tiempo de los objetivos hacia las áreas o niveles de la carrera, definiendo los contenidos y las competencias o capacidades que se deben adquirir a fin de lograr el cumplimiento de los objetivos educativos e instructivos del diseño curricular.

Posteriormente se justifica este cambio desde el punto de vista del **Nuevo Modelo Educativo del IPN**.

Al final se establecen los objetivos, la misión y visión de la escuela y los planes curriculares que actualmente se imparten.

1.1 La Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)

Creación

La **Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)** fue creada en el año de **1993** [[Escom 1](#)], mediante el acuerdo del **Director General** publicado en la **Gaceta Politécnica**. Inició sus actividades docentes el día **23 del mes de septiembre de 1993**.

El único plan de estudios que ofrece es el de la Carrera de **Ingeniero en Sistemas Computacionales**, el cual fue aprobado en las sesiones de la **Comisión de Planes y Programas de Estudios del Consejo General Consultivo del IPN**, de los días **5 de agosto de 1993**, **17 de junio de 1994**, **13 de junio de 1995** y **29 de enero de 1997**.

Ya se aprobó también una reestructuración de este **Plan de Estudios**, en **1998**, la cual fue culminada en el año **2000**. En esta reestructuración se contemplaron dos opciones terminales: **sistemas** y **electrónica**. Este es el **Plan de Estudios** que se encuentra vigente.

Actualmente la **ESCOM** es una de las escuelas superiores de prestigio, con que cuenta el **IPN**. Sus egresados ya están impactando positivamente el mercado del ejercicio profesional en el campo de la computación, en nuestro país.

Situación Actual

La **Escuela Superior de Cómputo** se encuentra inmersa en el proceso de consolidación de su infraestructura, su estructura académica y su estructura administrativa. A doce años de haber sido creada, es una de las escuelas mayormente demandadas por los aspirantes a ingresar a la educación superior.

Sus egresados gozan ya de amplia aceptación en el mercado laboral. Se tiene una gran demanda de prestatarios de servicio social y egresados en todos los ámbitos del quehacer laboral, tanto localmente en el área metropolitana de la Ciudad de México, como en el ámbito nacional

Perspectivas

La **ESCOM** vislumbra un futuro prometedor. Se ha erigido como una opción muy importante de la educación superior de nuestro país. Ya que cuenta con los mejores alumnos que es posible tener en el ámbito de nuestro país y con un grupo de jóvenes profesores que de integrarse adecuadamente pueden representar la plataforma idónea para el logro de los objetivos y metas que el país requiere.

De consolidar sus estructuras académicas, administrativa, científica y de desarrollo tecnológico, puede convertirse en una importante historia de éxito.

Además, la **computación** se ha convertido en una palanca fundamental para el desarrollo de todas las actividades **económicas** y **sociales** del mundo moderno. Los recursos humanos y los productos de hardware y software son piezas fundamentales de casi todos los sistemas actuales: centros de cálculo, grandes bases de datos, instrumentos de medición, máquinas, edificios, construcciones urbanas, oficinas, planta de producción, escuelas, bancos, comercios, hospitales, espacios agrícolas y mucho más.

1.2 Necesidad del cambio curricular

Los requerimientos del egresado en el campo de trabajo de la **ingeniería en sistemas computacionales**, implican el conocimiento de una gran variedad de técnicas y de contar con múltiples recursos en los que se incluyen procedimientos de análisis, construcción y prueba de sistemas computacionales. Estos conocimientos no pueden ser apropiados sólidamente, únicamente de forma teórica, sino que se requiere ejercitar de modo práctico las diferentes formas de uso de equipos de análisis y prueba, y software reutilizable, en la mayoría de las áreas de aplicación; por ello mediante la realización de prácticas se le brinda al egresado una mejor preparación para desempeñarse con ventaja en su vida profesional.

De aquí surge la necesidad de análisis en la definición del tipo de asignaturas que se imparten en la carrera, con la intención de que sen **asignaturas teórico-prácticas** para lo cual las academias deben de realizar cambios en los programas de estudio que lo requieran.

Actualmente contamos con una gran cantidad de prácticas diseñadas para una proporción grande de los cursos incluidos en el mapa curricular, la cantidad de espacios de laboratorio y de equipo en ellos, principalmente computadoras, es adecuada para ofrecer un servicio de gran calidad, a toda la comunidad, con importantes actividades prácticas programadas por semana.

1.3 Problema Social

Actualmente la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales intenta resolver el siguiente problema:

El problema de la carrera de **Ingeniería en Sistemas Computacionales [Escom 1]**, impartida en la **Escuela Superior de Cómputo del IPN**, es el de analizar y resolver problemas mediante sistemas computacionales en diversas plataformas de cómputo.

Se discutió el problema, quedando de la forma en que se muestra a continuación:

Resolver problemas tecnológicos del hardware y software y desarrollo de sistemas, para manejar sus procesos actuales de importancia nacional en el área de computación considerando:

- Sistematizar las formas de procesamiento de la información y el manejo de tecnologías de la información.
- Adaptar tecnologías extranjeras en el manejo de la información a la situación de las empresas mexicanas.
- Crear y comercializar software y sistemas computacionales.

Sin embargo esta propuesta nos pareció demasiado larga y compleja, por lo que se discutió una nueva propuesta, por lo que el problema se redujo, quedando como:

Resolver problemas de procesos que requieren sistematización computarizada.

1.4 Justificación dentro del Nuevo Modelo Educativo

El **Modelo Educativo** propone una nueva concepción del proceso educativo promoviendo una formación integral y de alta calidad, orientada hacia el estudiante y su aprendizaje [IPN 01]. Para lograr esto se requiere de programas formativos flexibles que incorporen la posibilidad de tránsito entre modalidades, programas, niveles y Unidades Académicas, así como la diversificación de los espacios de aprendizaje y la introducción de metodologías de enseñanza que otorguen prioridad a la innovación, la capacidad creativa y el uso intensivo de las tecnologías de información y comunicación. Una formación que capacite a sus egresados para el aprendizaje a lo largo de la vida y para el ejercicio profesional exitoso en mercados de trabajo nacional e internacional. Un Modelo Educativo con estas características no se restringe a los procesos formativos, sino que se amplía hacia las funciones sustantivas de investigación, vinculación, extensión y difusión, enriqueciendo la relación con el entorno y aprendiendo de él.

El **IPN** es poseedor de grandes fortalezas, tanto por la calidad del personal académico y sus estudiantes, como por la dedicación de su personal administrativo y directivo. Sin embargo, lograr una visión de futuro que lo convierta en una institución educativa innovadora de la más alta calidad, con una posición estratégica y clara en el escenario nacional e internacional, con mayor impacto en el desarrollo nacional, más reconocido por los resultados de sus investigaciones y transferencia tecnológica, con una comunidad académica más comprometida con el **IPN** y con una operación más eficiente y eficaz, requiere un esfuerzo adicional que permita lograr esas metas.

Aspectos Generales

Actualmente, parece haber un consenso en el mundo desarrollado en relación con cinco aspectos que se consideran esenciales desde el punto de vista de la efectividad o relevancia de la educación superior. Ellos son:

1. **Tamaño.** Las instituciones deberán ser más reducidas.
2. **Trabajo en equipo.** Promover tal tipo de actividades, reconociendo la creatividad de los grupos académicos.
3. **Nuevo papel.** Las instituciones deberán jugar un papel más activo tanto dentro de un ambiente nacional, como regional y local. Dentro de ellos se contemplan como fundamentales las actividades de incremento de oferta de los cursos de educación continua o educación a lo largo de toda la vida y el desarrollo de cultura cívica dentro de las respectivas comunidades.
4. **Contexto.** Las universidades deberán desarrollar muchas y diferentes clases de relaciones con su entorno social.
5. **Flexibilidad.** Las instituciones deberán readecuarse frente a las nuevas demandas en materia de producción del conocimiento y a la gran variedad de estudiantes que habrá en los tiempos venideros. Este aspecto se relaciona estrechamente con el mencionado anteriormente respecto al nuevo papel de las instituciones educativas.

La **globalización** es un proceso en el cual las economías en el mundo se enlazan, complementan y se vuelven interdependientes a través de una red de relaciones de mercado, múltiples y constantes. La educación, especialmente la superior, es factor clave en la sociedad del conocimiento. Las instituciones educativas del nivel superior adquieren, por lo tanto, una mayor relevancia en el desarrollo de las naciones.

Las sociedades nacionales han empezado a transformarse radicalmente, sin embargo, las instituciones de educación superior no parecen marchar al mismo ritmo, ni jugar el papel facilitador que tuvieron antaño.

A partir de mediados de la década de los ochenta (del siglo pasado), se percibe con toda claridad una demanda adicional: la de la calidad y de la demostración pública de esa calidad. Así, por ejemplo, en el caso de México, la **Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)** considera que una educación superior de calidad debe tener las siguientes características [\[ANUIES 00\]](#):

- **Relevancia.** Es acorde con la realidad social. Utilidad de la formación conforme con lo que la sociedad espera y requiere.
- **Equidad.** Proporciona igualdad de oportunidades a estudiantes independientemente de su capacidad económica y la región donde se encuentren.
- **Eficiencia.** Logra sus objetivos institucionales al menor costo de tiempo, de recursos materiales y financieros, y con el menor desgaste humano.
- **Eficacia.** Plantea y consigue objetivos relevantes para la totalidad de los estudiantes y para la sociedad.
- **Apertura a otras instituciones nacionales e internacionales.** La cooperación académica entre instituciones educativas nacionales e internacionales proporciona una formación relevante, y crea y aplica conocimiento acorde con la necesidad de intercambio y diversidad cultural de una sociedad abierta e incluida en el aprendizaje global.

En esa misma línea, y de acuerdo con la **Declaración Mundial** de la **UNESCO**, las instituciones de educación superior enfrentan hoy nuevos e importantes retos que les exigen diseñar y operar programas formativos que refuercen las misiones y valores de la educación superior, especialmente en áreas de contribución al **desarrollo sostenible** y el mejoramiento de la sociedad, garantizando el aprendizaje de conocimientos que sean básicos, relevantes y actualizados. Asimismo, dicha organización mundial postula la necesidad de desarrollar en el educando actitudes de trabajo que promuevan el bienestar social y que se manifiesten en valores de honestidad y honradez, responsabilidad, respeto a la dignidad de las personas y del entorno, compromiso para actuar como agente de cambio para mejorar su comunidad, conciencia clara de las necesidades del país, liderazgo, cultura del trabajo en equipo y cultura de la calidad.

Por otra parte, en la misma declaración se destaca que: en última instancia, la educación superior debería apuntar a crear una nueva sociedad no violenta y de la que esté excluida la explotación, sociedad formada por personas muy cultas, motivadas e integradas, movidas por el amor hacia la humanidad y guiadas por la sabiduría. Para ello, junto con conocimientos, actitudes y valores, la educación superior requiere promover en sus educandos la adquisición de habilidades para: aprender por cuenta propia; pensar de manera crítica; analizar, sintetizar y evaluar información; identificar y resolver problemas; trabajar en equipo; comunicarse eficientemente; seleccionar, discriminar y utilizar eficientemente la información así como para ser creativo e innovador.

Para la **UNESCO**, este conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, se han resumido en la siguiente expresión: **saber aprender, saber ser, saber hacer, saber pensar, saber emprender y saber respetar.**

Como se ha señalado, hay nuevos retos para las instituciones de educación superior relacionados con el perfil de los egresados que ellas forman. Lo anterior tiene como consecuencia que se incorporen nuevos contenidos y actividades de enseñanza aprendizaje en los procesos formativos y, por lo tanto, que se modifiquen los perfiles de egreso de los currículos. Pero también, dicha modificación exige nuevas formas de trabajo, de organización y de funcionamiento institucional. No es posible formar estudiantes con un conjunto distinto de conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Si no hay claridad en el **Modelo Educativo** pueden estarse enfatizando aspectos formativos distintos a los que serían aceptables en la institución.

1.5 Estado actual de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales

El **objetivo** actual de la carrera de **Ingeniería en Sistemas Computacionales** es el siguiente:

La formación de profesionales competentes para aplicar matemáticas, algoritmos, programación y electrónica a la solución de problemas relacionados con el área de la computación y demás tecnologías afines, utilizando un enfoque integrador de todos los aspectos éticos, socioculturales, económicos, administrativos, políticos, científicos y tecnológicos inherentes al problema, buscando siempre el beneficio del país.

Tomando como base, que la carrera de **Ingeniería en Sistemas Computacionales** resolverá el problema anterior se planteó en objetivo de la carrera, como:

Formación de profesionales competentes para aplicar disciplinas del área de computación y tecnologías afines, a diversos problemas; ofreciendo soluciones a la sociedad y al ser humano.

Campo ocupacional

- En organizaciones, instituciones, empresas o industrias, de los sectores público privado y social, que desarrollen actividades ligadas a las computadoras y sus procesos, o que las utilicen como herramientas.
- En la docencia a nivel técnico y de licenciatura.
- Creando por cuenta propia o en grupo empresas que generen bienes, conocimientos o servicios en el ámbito de la computación.
- Realización de estudios de postgrado.
- Sector financiero (bancos, casas de bolsa, casas de cambio, etc.),
- Sector industrial (control de procesos, departamento de informática, etc.),
- Sector de servicios (educación, hoteles, etc.)
- Sector comercial (Consultorías, etc.)
- Empresa que requieran de la automatización del procesamiento de la información
- Empresa que deseen integrar o adecuar los sistemas de cómputo.
- En el sector educativo y en centros de investigación.
- En la industria de manufactura.
- Dentro de la docencia y la investigación.
- En el área de servicios.
- En dependencias públicas y privadas.

Campo de acción

- Desarrollar, evaluar y optimizar software.
- Diseñar compiladores, sistemas operativos y demás recursos computacionales.
- Apoyar la creación de modelos matemáticos, estadísticos y de simulación.
- Diseñar, implantar, evaluar redes de teleprocesos y participar en la programación de dispositivos de control digital.
- Realizar investigaciones que fortalezcan el desarrollo cultural, científico y tecnológico.
- Evaluar, seleccionar e instalar equipo de cómputo.
- Dirigir, coordinar y colaborar en grupos de trabajo.
- Participar en grupos interdisciplinarios de investigación para realizar aportaciones en su área.
- Analizar la organización y arquitectura de los equipos de cómputo para optimizar sus procesos o su uso.
- Implantar Software a necesidades específicas en las empresas.

Misión de la Escuela Superior de Cómputo del IPN

- La **Escuela Superior de Cómputo** es una **Unidad Académica**, perteneciente al **Instituto Politécnico Nacional**, vanguardista dentro del campo de la Ingeniería en Sistemas Computacionales, comprometida en la búsqueda constante de mejorar los procesos educativos, reconociendo como principal responsabilidad el promover una actitud de aprendizaje permanente, una cultura basada en el esfuerzo y un espíritu de superación, con una formación de sus docentes, casi en su totalidad, con estudios de postgrado, así como profesionales dentro de las áreas de apoyo, con un profundo compromiso social para contribuir con el fortalecimiento científico y tecnológico del país.

Visión de la Escuela Superior de Cómputo del IPN

La **Escuela Superior de Cómputo** pretende ser:

- Una de las primeras opciones que cuente con la mayor calidad disponible en materia educativa, tanto en **México**, como en el extranjero, para la formación de recursos humanos expertos en sistemas computacionales para nivel licenciatura y postgrado.
- Un centro de enseñanza líder de **Instituciones de Educación Superior**, públicas y privadas, centrada en el aprendizaje del alumno, formándolo con un alto nivel de competitividad nacional e internacional, mediante la innovación y la calidad en la gestión académico administrativa.
- El mecanismo que fomente la construcción del conocimiento científico y tecnológico a través de la vinculación de diversos sectores.
- Un organismo preocupado por la búsqueda constante de sus valores de compromiso hacia sus metas, de servicio a la comunidad, de ética y respeto reconociendo las diferencias individuales, de trabajo y cooperación entre los miembros de su comunidad, y la honestidad como única forma de conseguir los resultados esperados.
- La **Institución de Educación Superior** que cubra con equidad y pertinencia las demandas de la sociedad a través de la revisión y adecuación permanente de los planes y programas de estudio, llegando a ser un pilar en el desarrollo científico y tecnológico del país.

Perfil de ingreso

- Tener promedio mínimo de **7.0**
- Presentar examen de oposición
- Ser aceptado en función del cupo de la escuela y del resultado obtenido.
- Poseer conocimientos e interés en el uso de la computadora, paquetería de software, programación, así mismo conocer los fundamentos del área física, matemática y electrónica.

Perfil de egreso de la especialidad en sistemas

- Analiza y resuelve problemas que requieren ser tratados mediante sistemas computacionales en diversas plataformas de cómputo.
- Posee un gran dominio de herramientas de programación e ingeniería de software; cuenta con los conocimientos de electrónica que le permite hacer uso de las diversas interfaces y dispositivos periféricos de la computadora.

Plan de Estudio

Para la carrera de **Ingeniero en Sistemas Computacionales** de la **Escuela Superior de Cómputo** del IPN, en el **Apéndice A**, se tienen: el mapa curricular (asignaturas comunes), mapa curricular (opción de sistemas), mapa curricular (opción de electrónica), mapa reticular, mapa reticular de asignatura optativas de séptimo y octavo semestre, distribución de horas totales por área y la distribución de créditos por área.

Capítulo 2: Propuestas Curriculares

En este capítulo se describen las propuestas curriculares y la forma en que pretenden resolver el problema propuesto para la carrera de **Ingeniería en Sistemas Computacionales**, que marcan los lineamientos generales para una nueva propuesta curricular.

En la primera parte de muestra la propuesta de la **ANIEI** (**Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática**), basada en congresos nacionales (escuelas de informática y computación), e internacionales (Congresos de computación y educación).

En la segunda parte se describe la propuesta que realiza el **IPN** en el marco del **Nuevo Modelo Educativo**, que parece ser una de las más completas, pues toma en cuenta referencias internacionales, nacionales y locales, por lo cual los lineamientos marcados parecen estar bien fundamentados.

Al final se describe el estado actual de la carrera en Ingeniería en Sistemas Computacionales, descrito en el documento **CC2001** (**Computing Curricula 2001**) de la **ACM** (**Association for Computing Machinery**) y la propuesta curricular de esta organización.

2.1 Propuesta de la ANIEI (Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática)

Para llegar al nivel de desarrollo independiente en **Informática** y **Computación** que el país requiere [\[ANIEI 96\]](#) es de importancia medular formar cuadros de profesionales sólidamente preparados, ya que son las vías del estudio, de la investigación y del trabajo consciente y realista, las que harán posible alcanzar esa meta.

La **ANIEI** (**Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Informática**) se constituye en Guadalajara el 8 de octubre de 1982, para determinar con precisión qué debe saber y qué hacer un profesional de la **Computación** o de la **informática**, en los niveles de enseñanza que son del dominio de la **ANIEI**: superior, medio superior y postgrado.

Para abordar el nivel superior, se formó el comité de **modelos curriculares, nivel licenciatura, informática y computación**, integrado inicialmente por veintitrés profesores de doce universidades del país.

El comité produjo reportes parciales y resultados que fueron discutidos en múltiples reuniones de trabajo, y puestos a consideración y aprobados en las Asambleas Generales de la **ANIEI**, así se presentó una propuesta para la carrera de **Ingeniería en Sistemas Computacionales**.

Propuesta para la carrera de ingeniería en computación

El **Ingeniero en Sistemas Computacionales**, es un profesional con la misión de construir, configurar, evaluar y seleccionar obras y entornos de servicios computacionales y de telecomunicaciones que además deberá:

- Será capaz de encontrar soluciones innovadoras, 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, especificación de arquitecturas de hardware y configuración de redes de cómputo y teleproceso.
- Perfil de tipo profesional que, mediante especializaciones o postgrado, 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

Se abordan ocho áreas de conocimiento. 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.

- Las Organizaciones.
- Las Unidades de Informática
- Ética y Normatividad.
- Herramientas Computacionales.

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.

- Matemáticas Básicas.
- Matemáticas Aplicadas.
- Matemáticas Discretas.
- Teoría Matemática de la Computación.
- Herramientas Computacionales.

3. Arquitectura de Computadoras

Estudio de la teoría, técnicas, tecnologías y métodos 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.

- Física.
- Sistemas Digitales.
- Tipos y Configuraciones de Computadoras.
- Instalaciones y Equipos.
- Herramientas Computacionales.

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.

- Transmisión y Comunicación de Datos.
- Modelos.
- Protocolos.
- Intercomunicación de Redes.
- Seguridad e Integridad de la Información.
- Herramientas Computacionales.

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.

- Traductores.
- Sistemas Operativos.
- Utilerías y Manejadores.
- Herramientas Computacionales.

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.

- Algoritmia.
- Paradigmas de Programación y Lenguajes.
- Sistemas de Software.
- Industria del Software.
- Herramientas Computacionales.

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.

- Bases de Datos.
- Recuperación de la Información.
- Sistemas de Información.
- Herramientas Computacionales.

8. Interacción Hombre-Maquina

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.

- Graficación.
- Inteligencia Artificial.
- Interfaces Humano – Maquina.
- Herramientas Computacionales.

2.2 Propuesta del Nuevo Modelo Educativo del IPN

Los elementos a considerar en un Modelo Educativo, de acuerdo con las recomendaciones de la **UNESCO**, la **International Association of Universities**, la **ANUIES**, y el **Programa Nacional de Educación 2001-2006 [IPN 01]**, son los siguientes:

- Formación integral que equilibre conocimientos, habilidades, valores, y que proporcione una sólida formación general.
- Favorecer el aprendizaje permanente y el desarrollo autónomo del estudiante.
- Combinar teoría y práctica local y global de la ciencia y la tecnología.
- Fortalecer la capacidad de aprender a lo largo de la vida.
- Incorporar experiencias de trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades para la comunicación con diversas audiencias.
- Complementar la oferta educativa con programas novedosos de orientación general.
- Fomentar el descubrimiento y la construcción del conocimiento, no sólo su transferencia.
- Estar centrado en el aprendizaje y comprometido con el estudiante.
- Comprometerse con la realidad social del país.
- Fomentar la inter y multidisciplinariedad considerando que la realidad no se comporta disciplinariamente.

Un ejemplo que se centra en que el estudiante alcance una formación integral y armónica, intelectual, humana, social y profesional, para ello, su oferta educativa deberá desarrollar en los estudiantes conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para lograr:

- La apropiación de valores intelectuales, humanos, sociales, culturales y artísticos.
- Un pensamiento lógico, crítico y creativo.
- El establecimiento de relaciones interpersonales con tolerancia y respeto a la diversidad cultural.
- Un óptimo desempeño, fundado en conocimientos básicos e inclinación y aptitudes para la autoformación permanente.

Como se podrá haber observado en el ejemplo anterior, el **Modelo Educativo** debe expresar con claridad la orientación que tendrá la oferta educativa de la institución. Sin embargo, a fin de precisar de mejor manera los componentes del **Modelo Educativo**, es conveniente definir los principales elementos que lo integran.

Formación integral. La formación integral parte de la idea de desarrollar, equilibrada y armónicamente, diversas dimensiones del sujeto que lo lleven a formarse en lo intelectual, lo humano, lo social y lo profesional.

Deberá propiciar que los estudiantes desarrollen procesos educativos informativos y formativos. Los primeros darán cuenta de marcos culturales, académicos y disciplinarios, que en el caso de la educación superior se traducen en los elementos teórico-conceptuales y metodológicos que rodean a un objeto del conocimiento.

Los formativos, se refieren al desarrollo de habilidades y a la integración de valores expresados en actitudes.

En la práctica educativa común, el término **habilidad** es usado para denotar el potencial que un individuo tiene para adquirir y manejar nuevos conocimientos y destrezas.

Las **actitudes** se pueden definir como una forma de predisposición relativamente estable de conducta que nos hace reaccionar ante determinados objetos, situaciones o conocimientos de una manera concreta.

Algunas actitudes son básicas y comunes a todos los individuos y a las diferentes etapas de su desarrollo, mientras que otras son diferenciadas dependiendo del nivel educativo y del contexto en el que se desenvuelvan.

Los **valores** son entes abstractos que las personas consideran vitales para ellas y que se encuentran muy influenciados por la propia sociedad; definen juicios y actitudes, se refieren a lo que el individuo aprecia y reconoce, rechaza o desecha. El valor, de cierta forma, es el hilo conductor que califica y da sentido a una actitud. Los valores son la parte que mueve a las decisiones y actividades en el ámbito de la educación, sirven para guiar las metas y procedimientos de aprendizaje y proporcionan marcos de referencia para enfrentar y resolver problemas y conflictos.

Fines de la formación integral. Los fines sobre los que girará la formación integral abarcan lo intelectual, lo humano, lo social y lo profesional. Cada uno de éstos atiende los siguientes aspectos:

- **Formación intelectual.** Este tipo de formación tiende a fomentar en los estudiantes el pensamiento lógico, crítico y creativo necesario para el desarrollo de conocimientos, sobre todo aquellos de carácter teórico que circulan de manera privilegiada en el ámbito universitario; así como a propiciar una actitud de aprendizaje permanente que permita la autoformación. Un alumno formado de esta manera, desarrolla la habilidad para razonar, analizar, argumentar, inducir, deducir y otras, que le permiten la generación y adquisición de nuevos conocimientos y la solución de problemas.
- **Formación humana.** La formación humana es un componente indispensable de la formación integral y se relaciona con el desarrollo de actitudes y la integración de valores que influyen en el crecimiento, personal y social del ser humano como individuo. La formación humana debe abordar al sujeto en sus dimensiones emocional, espiritual y corporal.
- **Formación social.** Fortalece los valores y las actitudes que le permiten al sujeto relacionarse y convivir con otros. Desde esta perspectiva se propicia la sensibilización, el reconocimiento y la correcta ubicación de las diversas problemáticas sociales; se fortalece el trabajo en equipo y el respeto por las opiniones que difieren de la suya y el respeto hacia la diversidad cultural.
- **Formación profesional.** Este desarrollo está orientado hacia la generación de conocimientos, habilidades y actitudes encaminados al saber hacer de la profesión. La formación profesional incluye tanto una ética de la disciplina en su ejercicio como los nuevos saberes que favorezcan la inserción de los egresados en condiciones favorables en la situación actual del mundo del trabajo.

Modelo Académico y Modelo Educativo

Si el **Modelo Educativo** proporciona orientaciones generales e indica los más importantes contenidos de la formación en los programas de una institución educativa, el **Modelo Académico** indica el cómo, las formas concretas en que una institución diseña su oferta educativa y se organiza para impartir los programas. El **Modelo Educativo**, junto con la misión institucional proporciona los elementos fundamentales para la construcción del **Modelo Académico**.

Un **Modelo Académico** debe servir de guía para el diseño de los currículos de la institución, debe traducir el **Modelo Educativo** en cuestiones generales que normen el diseño curricular. El **Modelo Académico** se refleja en la forma en que una institución se organiza para impartir sus programas de estudio. Es la combinación del tipo de organización (escuelas, departamentos, mixto, red) con el tipo de currículum (rígido, semiflexible, flexible).

A diferencia del **Modelo Educativo**, que se construye colectivamente y requiere del consenso de la comunidad académica, la elaboración del **Modelo Académico** contiene una parte técnica importante que debe ser elaborada por expertos en diseño curricular. Las tareas y responsabilidad de dichos expertos es la de traducir el **Modelo Educativo** (y los consensos en torno a él) en un conjunto de normas que deberán guiar el diseño, organización e impartición de los programas de la institución, considerando, entre otros aspectos, la estructura académico

administrativa de la institución, sus normas, cultura y recursos disponibles.

Elementos del modelo

- Proporción de contenidos formativos por áreas, ejes y niveles.
- Definición y selección de los contenidos para el conjunto de los programas de la institución, y proporción eje contenidos a ser definidos en cada uno de los programas.
- Mecanismos para el reconocimiento de necesidades formativas diversas.
- Determinación de la posibilidad de trayectorias formativas diversas.
- Articulación de la asignatura tradicional con experiencias formativas diversas.
- Normas o reglas para el tránsito de los estudiantes en los planes de estudio.
- Normas para determinar el tránsito entre niveles y modalidades, así como la movilidad entre instituciones educativas.
- Definición del modelo de evaluación, acreditación y, en su caso, de certificación de competencias.

Planes y Programas de estudio

- Seguimiento de egresados para valorar los contenidos actuales e incorporar nuevos contenidos curriculares.
- Incorporación oportunidades de aprendizaje diversas en distintos ambientes de aprendizaje.
- Combinación de modalidades presenciales con no presenciales, sincrónicas con asincrónicas.
- Aprovechamiento de las experiencias de vinculación, investigación, servicio social y prácticas profesionales como espacios privilegiados para la construcción de conocimiento.
- Análisis y determinación del papel del personal docente en el proceso formativo.
- Incorporación de programas de asesoría y tutorías para el acompañamiento personalizado a los estudiantes.
- Mejoramiento del uso de la información sobre los resultados de los exámenes de ingreso y departamentales para la toma de decisiones.
- Desarrollo de propuestas curriculares con una visión multi e interdisciplinaria, privilegiando los enfoques transversales.
- Diseño de nuevos programas en modalidades abiertas y/o a distancia.

Métodos de enseñanza aprendizaje

- Innovaciones constantes en contenidos, métodos y planteamientos pedagógicos y didácticos acordes al **Modelo Educativo** que sustenta los planes y programas.
- Reorientación del papel del docente, como creador de situaciones educativas que faciliten y fomenten el aprendizaje.
- Reorientación del papel del estudiante como constructor y responsable de su propio aprendizaje.
- Vinculación de los aprendizajes al desarrollo del estudiante.
- Oportunidades para asociar aprendizajes a prácticas, al desarrollo profesional y a otros espacios formativos.
- Orientación del desarrollo de competencias para la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes para la comunicación, el análisis creativo y crítico, la reflexión independiente y el trabajo en equipo.
- Uso de tecnologías de información y comunicación para la interacción, la colaboración y el aprendizaje.
- Creación de espacios y ambientes adecuados que permitan el aprendizaje significativo,
- Desarrollo de estrategias de evaluación de los estudiantes y profesores acordes con el modelo centrado en el aprendizaje.

Modalidades alternativas a la presencial

El diseño e instrumentación de modalidades educativas alternativas a las tradicionales, o la posibilidad de combinar modalidades, requiere:

- Definir nuevos modelos de aprendizaje, considerando el diseño particular para las modalidades presenciales, a distancia, virtual y mixtas.
- Coexistencia de modelos pedagógicos en educación escolarizada, semiabierta, a distancia y virtual.
- Movilidad de estudiantes y profesores entre los sistemas alternativos y los convencionales.

2.3 Propuesta descrita en el CC2001 (Computing Curricula 2001)

Computing Curricula 2001 (CC2001) [CC2001 01, CC2001 02 y CC200103], de la **ACM** (Association for Computing Machinery), está compuesto por cinco volúmenes: un volumen que ofrece una perspectiva general y otros cuatro dedicados cada uno a una determinada disciplina. El equipo inicialmente encargado de elaborar el currículum estaba compuesto por expertos en Informática y no tardaron en observar dificultades para abarcar todo el ámbito relacionado. Su solución fue adoptar un enfoque más amplio y elaborar recomendaciones curriculares específicas para cada disciplina: Informática, Arquitectura de Computadores, Ingeniería del Software y Sistemas de Información.

El volumen que no está dedicado a ninguna disciplina ofrece una perspectiva general de todos los currículos y responde a dos necesidades básicas:

1. Definir el ámbito de las distintas disciplinas y el conjunto de temas común, puesto que, tal y como reconoce el propio equipo, resulta complicado tanto a estudiantes como a docentes encontrar definiciones precisas y concisas de los distintos campos de la Informática.
2. Definir principios, estrategias y guías para crear y mantener todos los volúmenes. Sólo el volumen dedicado a Informática está terminado.

Para poder hacer un estudio del currículum en Informática con una perspectiva más amplia, el equipo de trabajo se encargó de crear dos tipos de grupos: aquéllos encargados de identificar y organizar los contenidos de la **disciplina** en áreas de conocimiento y aquellos que tenían como objetivo el estudio de aspectos **pedagógicos**.

Este informe ha sido diseñado principalmente como un recurso para aquellas escuelas y universidades que pretendan desarrollar o mejorar los programas de primer grado en Informática.

El informe **CC2001** tiene que identificar los conocimientos y destrezas fundamentales que todo titulado debería poseer. También se plantean como principios que el cuerpo de conocimientos obligatorio sea lo más pequeño posible, y que se acompañe con una definición de cursos completos que sirvan de guía para el diseño del currículum.

El informe pretende conseguir un alcance internacional y en su desarrollo se planteó contar con la participación de las instituciones educativas, del sector público y privado. Asimismo, el **CC2001** se propuso plantear, no sólo recomendaciones curriculares de alto nivel, sino las estrategias y tácticas para su implementación, e incluir, además, la **práctica profesional** como una componente integral del currículum.

Cuerpo de conocimientos

Una de las principales tareas necesarias para la definición del informe **CC2001** es la identificación y organización de los contenidos adecuados para el currículum de una licenciatura en sistemas computacionales.

En las fases iniciales de elaboración del proyecto, se identificaron las áreas en las que se dividía el cuerpo de conocimientos. Se proponen catorce áreas.

1. **DS** Estructuras Discretas
2. **PF** Fundamentos de Programación
3. **AL** Algoritmos y complejidad
4. **AR** Arquitectura y organización
5. **OS** Sistemas Operativos
6. **NC** Cómputo centrado en redes
7. **PL** Lenguajes de programación
8. **HC** Interacción hombre-máquina
9. **GV** Computación gráfica y visual
10. **IS** Sistemas Inteligentes
11. **IM** Manejo de información
12. **SP** Aspectos Sociales y Profesionales
13. **SE** Ingeniería de Software
14. **CN** Ciencia de la Computación

Para cada una de estas áreas se designó un grupo de trabajo compuesto por expertos y profesores con experiencia en la misma, que definió y organizó sus contenidos. Cada área se divide en unidades que son módulos temáticos individuales. Las unidades, a su vez, se dividen en temas, como se muestra a continuación:

DS. Estructuras Discretas	(43 horas)
DS1. Funciones, relaciones y conjuntos	(6)
DS2. Lógica básica	(10)
DS3. Técnicas de prueba	(12)
DS4. Bases del conteo	(5)
DS5. Grafos y árboles	(4)
DS6. Probabilidad discreta	(6)
PF. Fundamentos de Programación	(38 horas)
PF1. Construcciones de programación fundamentales	(9)
PF2. Algoritmos y solución de problemas	(6)
PF3. Fundamentos de estructuras de datos	(14)
PF4. Recursión	(5)
PF5. Programación para el manejo de eventos	(4)
AL. Algoritmos y complejidad	(31 horas)
AL1. Análisis básico de algoritmos	(4)
AL2. Estrategias algorítmicas	(6)
AL3. Fundamentos de computación algorítmica	(12)
AL4. Algoritmos distribuidos	(3)
AL5. Computabilidad básica	(6)
AL6. Complejidad clase P y NP	
AL7. Teoría de autómatas	
AL8. Análisis algorítmico avanzado	
AL9. Algoritmos criptográficos	
AL10. Geometría algorítmica	
AL11. Algoritmos paralelos	
AR. Arquitectura y organización	(36 horas)
AR1. Lógica digital y sistemas digitales	(6)
AR2. Representación de datos a nivel máquina	(3)
AR3. Ensamblador a nivel de organización de máquina	(9)
AR4. Organización y estructura de sistemas de memoria	(5)
AR5. Interfases y comunicación	(3)
AR6. Organización funcional	(7)
AR7. Multiprocesamiento y arquitecturas alternativas	(3)
AR8. Mejoramiento del desempeño	
AR9. Arquitectura para redes y sistemas distribuidos	

OS. Sistemas Operativos	(18 horas)
OS1. Revisión de los sistemas operativos	(2)
OS2. Principios de los sistemas operativos	(2)
OS3. Concurrencia	(6)
OS4. Calendarización y despacho	(3)
OS5. Manejo de memoria	(5)
OS6. Manejo de dispositivos	
OS7. Seguridad y protección	
OS8. Sistemas de archivos	
OS9. Sistemas de tiempo real y empujados	
OS10. Tolerancia a fallas	
OS11. Sistemas de evaluación del desempeño	
OS12. Lenguajes Script	
NC. Cómputo centrado en redes	(15 horas)
NC1. Introducción a la redes	(2)
NC2. Comunicación y redes	(7)
NC3. Seguridad en redes	(3)
NC4. La Web, un ejemplo de redes cliente-servidor	(3)
NC5. Construcción de aplicaciones para la Web	
NC6. Manejo de redes	
NC7. Compresión y descompresión	
NC8. Tecnología de datos multimedia	
NC9. Computación móvil e inalámbrica	
PL. Lenguajes de programación	(21 horas)
PL1. Revisión de los lenguajes de programación	(2)
PL2. Máquinas virtuales	(1)
PL3. Introducción a la traducción lenguajes	(2)
PL4. Declaraciones y tipos	(3)
PL5. Mecanismos de abstracción	(3)
PL6. Programación orientada a objetos	(10)
PL7. Programación funcional	
PL8. Sistemas de traducción de lenguajes	
PL9. Tipos de sistemas	
PL10. Semántica de los lenguajes de programación	
PL11. Diseño de lenguajes de programación	
HC. Interacción hombre-máquina	(8 horas)
HC1. Fundamentos de la interacción hombre-máquina	(6)
HC2. Construcción de una interfase gráfica simple	(2)
HC3. Evaluación del software centrado en los humanos	
HC4. Desarrollo del software centrado en los humanos	
HC5. Diseño de una interfase gráfica	
HC6. Programación de una interfase gráfica	
HC7. Aspectos de los sistemas multimedia	
HC8. Aspectos de colaboración y comunicación	
GV. Computación gráfica y visual	(3 horas)
GV1. Técnicas fundamentales de graficación	(2)
GV2. Sistemas gráficos	(1)
GV3. Comunicación gráfica	
GV4. Modelado geométrico	
GV5. Representación básica	
GV6. Representación avanzada	
GV7. Técnicas avanzadas	
GV8. Animación por computadora	
GV9. Visualización	

GV10. Realidad virtual
GV11. Visión por computadora

IS. Sistemas Inteligentes (10 horas)

IS1. Fundamentos de los sistemas inteligentes (1)
IS2. Búsqueda y satisfacción de restricciones (5)
IS3. Representación del conocimiento y razonamiento (4)
IS4. Búsqueda avanzada
IS5. Representación avanzada del conocimiento y razonamiento
IS6. Agentes
IS7. Procesamiento del lenguaje natural
IS8. Aprendizaje automático y redes neuronales
IS9. Sistemas de planificación inteligentes
IS10. Robótica

IM. Manejo de información (10 horas)

IM1. Modelos y sistemas de información (3)
IM2. Sistemas de bases de datos (3)
IM3. Modelado de datos (4)
IM4. Bases de datos relacionales
IM5. Lenguajes de consulta de bases de datos
IM6. Diseño de bases de datos relacionales
IM7. Procesamiento transaccional
IM8. Bases de datos distribuidas
IM9. Diseño físico de las bases de datos
IM10. Minería de datos
IM11. Almacenamiento y recuperación de datos
IM12. Hipertexto e hipermedia
IM13. Información y sistemas multimedia
IM14. Librerías digitales

SP. Aspectos Sociales y Profesionales (16 horas)

SP1. Historia de la computación (1)
SP2. Contexto social de la computación (3)
SP3. Métodos y herramientas de análisis (2)
SP4. Responsabilidad profesional y ética (3)
SP5. Riesgos y responsabilidades de los sistemas de información
SP6. Propiedad intelectual (3)
SP7. Privacidad y libertades civiles (2)
SP8. Delitos informáticos
SP9. Aspectos económicos de la informática
SP10. Marcos filosóficos

SE. Ingeniería de Software (31 horas)

SE1. Diseño de software (8)
SE2. Uso de API (5)
SE3. Herramientas y desarrollo de software (3)
SE4. Procesos del software (2)
SE5. Requerimientos y especificaciones del software (4)
SE6. Validación del software (3)
SE7. Evolución del software (3)
SE8. Manejo de proyectos de software (3)
SE9. Computación basada en componentes
SE10. Métodos formales
SE11. Fiabilidad del software
SE12. Desarrollo de sistemas especializados

CN. Ciencia de la Computación

CN1. Análisis numérico

CN2. Investigación de operaciones

CN3. Modelado y simulación

CN4. Computación de alto desempeño

Nota: Los números entre paréntesis representan el mínimo de horas requeridas para cubrir la documentación escrita.

Aquellas unidades de conocimiento que son consideradas por amplio consenso como esenciales para cualquier ingeniería en computación, han sido calificadas como troncales. El resto de las unidades son no troncales.

2.4 Tendencias en la formación de ingenieros de sistemas

Desde hace ya varios lustros los investigadores y los estudiosos del futuro [Feigernbaum 85 y Shaw 92], han empezado a preocuparse por un fenómeno que según ellos cambiará fundamentalmente las relaciones sociales y económicas; la **sociedad postindustrial** en la cual la **información** jugará un papel fundamental. Esto ha llevado a algunos a pensar, que los nuevos juegos de poder entre las naciones, girarán en torno a estos aspectos, y que por lo tanto, las naciones deben estar preparadas para esta revolución de la información.

En opinión de algunos, está ocurriendo una nueva fusión de la **tecnología de información** y de la de **telecomunicaciones**, que afectará radicalmente a todas las organizaciones, aún a las que no hayan sido usuarias importantes de tecnología, esta nueva fusión es extraordinariamente dinámica, y va a conducir a cambios fundamentales en la estructura de las empresas, quienes estarán ahora más interconectadas, favoreciendo así el **trabajo cooperativo**.

Otro aspecto que hay que destacar con respecto a la tecnología de información, es que además de posibilitar la **automatización** de algunos procesos, permite generar grandes cantidades de información que antes no estaban disponibles en la organización, y que ofrece la posibilidad de integrar la conversión, el almacenamiento, el procesamiento y la comunicación de información, y de comprimir el tiempo y el espacio, no sólo en velocidad, sino también, en la cantidad de información transmitida.

Es en el contexto anterior que debe entenderse la importancia del desarrollo de la carrera de ingeniería de sistemas computacionales, como un medio para poder ser depositarios de todos los beneficios de este nuevo paradigma y como un requisito fundamental para la **competitividad**.

Paradigmas cambiantes

La carrera de ingeniería en sistemas computacionales está sufriendo un cambio de paradigma, debido a las nuevas formas de concebir los siguientes aspectos:

- La profesión
- La escuela
- La educación
- La investigación
- El trabajo
- La innovación

Presentaremos a continuación sus reflexiones con respecto a los cambios en la carrera que están siendo inducidos por esta nueva visión.

Actualmente la mayoría de los ingenieros de sistemas computacionales, ven su disciplina como el estudio de los fenómenos que rodean a las computadoras, para ellos, su profesión la constituyen un conjunto de expertos que dedican su vida a resolver problemas de hardware y de software, para producir sistemas de información más rápidos, baratos y confiables.

Pero la noción anterior entra en conflicto con nuestro conocimiento de otras profesiones, pocos dirían, por ejemplo, que el derecho, estudia los fenómenos que tienen que ver con las leyes, sino más bien, que los seres humanos están preocupados de vivir en sociedades ordenadas con gobiernos, constituciones y cortes. De la misma manera podemos decir, que el proceso de registro, procesamiento y comunicación de información son partes de una preocupación de todos los seres humanos por una coordinación efectiva de su trabajo y acción.

Teniendo en cuenta lo anterior, los profesionales de la computación, son vistos ahora como personas que se ocupan de las preocupaciones de otras personas con respecto a esa área, estas preocupaciones no se reducen al diseño de mejor hardware y software, sino, que incluyen la instalación, configuración y mantenimiento de sistemas de computación en las organizaciones, los estándares para la comunicación e intercambio de información, la privacidad e integridad de las conversaciones, archivos y documentos, en el contexto histórico de la computación y las comunicaciones, así como los valores compartidos por la gente que usa las computadoras y las redes. Sin embargo, esas nuevas ideas no han afectado todavía nuestro currículo, nuestra enseñanza y nuestra forma de hacer los negocios.

Relación con la escuela

La escuela ya no es el único sitio en donde se puede tener acceso a librerías, computadoras e instrumentos; pues las primeras pueden ser accedidas electrónicamente y a las segundas se puede llegar remotamente.

Similarmente, se está volviendo posible ofrecer enseñanza a través de canales de multimedia, incluyendo la televisión interactiva, el video y aún, el correo electrónico. En los años venideros pocos estudiantes necesitarán venir la escuela para interactuar con los profesores.

Los estudiantes no quieren prolongar su estadía en la escuela, sino que ven el diploma como un requisito para obtener un mejor trabajo, cada vez más creen que para ser más valiosos para sus empleadores necesitan menos teoría y más práctica, el número de estudiantes que trabajan durante sus estudios está aumentando.

Además de lo anterior, muchas firmas privadas están ofreciendo servicios educativos sobre las redes, las escuelas y universidades están empezando a tener competencia, cosa a la que no estaban acostumbradas, esto las fuerza a formular la educación como un servicio que debe establecer sus nichos del mercado y ofrecer un mejor valor.

Respecto a la educación

La aproximación a la educación que utilizamos en la formación del ingeniero, está basada en una suposición implícita que antes de que podamos tomar una acción efectiva, debemos tener un modelo preciso del mundo, el cual adquirimos a través del conocimiento, por consiguiente, nuestra enseñanza está organizada como una presentación continua de hechos, procedimientos, métodos y modelos, importantes que transferimos a los estudiantes como un subconjunto del cuerpo de conocimiento, que constituye la disciplina.

Nuestros currículos son especificaciones de esas presentaciones, nuestros programas de investigación constituyen una búsqueda de nuevos hechos, leyes y modelos que puedan, algún día manifestarse en el currículo.

Las anteriores suposiciones implícitas están perdiendo validez, el mundo cambia, ahora muy rápidamente y es demasiado complejo para permitir una reflexión completa antes de la acción, la gente se ve forzada a la acción antes de que pueda entender completamente lo que está pasando, el deseo de actuar efectivamente en ese mundo, es una exigencia de los estudiantes y empleadores.

Los estudiantes aceptan la teoría sólo como un medio de extender, su acción a otros dominios.

Lo anterior, no significa que debamos reemplazar el conocimiento para la información, por el conocimiento para la acción, sino que debemos reconocer que existe una segunda clase de conocimiento además de los hechos, los procedimientos, las reglas y los modelos. La clase de conocimiento que sólo puede ser obtenido en la interacción con otros, que ya lo tienen, y que incluye habilidades para escuchar, diseñar, preocuparse, persuadir, organizarse para aprender, para ser un profesional y aun para ser honesto.

Respecto a la investigación

Después de la segunda guerra mundial, se estableció un contrato social bajo el cual el gobierno pagaba a los investigadores para que se dedicaran a la investigación, con el entendido, de que se obtendrían beneficios substanciales para la sociedad, en forma de seguridad, salud y bienestar económico, como consecuencia de esas intenciones del gobierno, las escuelas, reestructuraron sus sistemas de recompensas alrededor del éxito en la investigación produciendo el popular sistema actual de publique o muera, en el contexto de la búsqueda universal por la reputación en investigación, esto ha producido entre los profesores jóvenes un frenesí de publicación de artículos y una resistencia a gastar tiempo en dar clases.

En las escuelas se concibe la investigación como un proceso formal de generar nuevo conocimiento para agregar al acervo de conocimiento de la humanidad, se considera la investigación como el primer paso en un proceso lineal que transforma ideas en productos.

Según eso después de la investigación vienen el desarrollo la producción y el mercadeo, el flujo a través de ese proceso es lo que se denomina usualmente transferencia de tecnología, como la creación de conocimiento; se considera en las escuela más importante que su transferencia o aplicación, la investigación tiene un puesto más privilegiado que la docencia o los servicios.

Se está gestando un descontento extendido y creciente con las concepciones anteriores; la relación entre mucho del trabajo que se hace en las escuelas y las preocupaciones de la gente las empresas o el sector público no son muy evidentes, ni para un observador externo, ni para el investigador.

Aquellos que financian la investigación están empezando a pedir que ella, esté conectada con alguna preocupación real de largo plazo y que no sea simplemente el conocimiento por el conocimiento.

La investigación debe de ser vista como la anticipación de ciencia y tecnología que pueda ser útil en el mundo que nos preocupa.

Respecto a la innovación

Por tradición le damos mucha importancia a la innovación, nuestra visión actual es que ella consiste en la introducción de una nueva máquina o procedimiento, que hace que un conjunto de acciones sea más eficiente. La innovación es concebida como el trabajo de personas especialmente dotadas. Uno de los trabajos del administrador de tecnología es el de encontrar gente creativa y de involucrarla en los procesos tecnológicos. Según lo anterior sólo unos pocos son capaces de generar innovaciones y sólo unas pocas de estas pueden llevarse al mercado.

La realidad de las organizaciones que aprenden y que están haciendo permanentemente mejoras en sus productos y ganando reputación de innovadoras, contradice la concepción anterior. Ejemplos de innovaciones son los restaurantes de comida rápida, las colas únicas en los bancos, el reemplazo de la regla de cálculo por la calculadora, etc.

Esto nos lleva a una nueva concepción de la innovación como un cambio en las prácticas estándar de una comunidad que le ayuda a realizar sus propósitos más efectivamente, un innovador es una persona u organización que articula un cambio, ofrece los medios para realizarlo y moviliza a la gente para que adopte la nueva práctica. La innovación es un fenómeno organizacional, no sólo individual.

Respecto al trabajo

Nuestra concepción de la educación está influenciada por nuestra concepción del trabajo, nuestra visión tradicional de este es que está constituido por un conjunto de tareas por medio de las cuales un conjunto de personas cumple un objetivo. Además que el trabajo puede ser optimizado, reduciendo el número de movimientos y etapas, y que la productividad puede ser aumentada si hay menos pasos o si las tareas son planeadas, especificadas y supervisadas por los administradores.

Un nuevo entendimiento de tipo lingüístico, está empezando a surgir, el trabajo es un proceso por medio del cual un agente completa una acción que conduce a la satisfacción de un requerimiento de un cliente. El trabajo puede incluir movimientos, pero muchos requerimientos, son satisfechos sin necesidad de que este exista por ejemplo cerrar un negocio, muchas tareas son realizadas a través de conversaciones telefónicas, fax o correo electrónico.

Un punto importante de lo anterior es que muchos opinan que el trabajo efectivo comprende dimensiones más amplias que la realización de tareas eficientes.

Muchas de las habilidades que les faltan a nuestros estudiantes son en el área de comunicación y colaboración, más que en aspectos técnicos, y el adquirirlas les permitirá desempeñarse mejor en su nuevo trabajo.

Globalización

Las evidencias empíricas nos explican en gran medida la vida económica del momento que ha estado sujeta a la modernización y a la reestructuración del aparato productivo en sus aspectos técnicos y organizativos. Esta es una consecuencia, entre otras razones de la generación de los conocimientos científicos y tecnológicos, que se han convertido en aspectos estratégicos de la sociedad y de las empresas en especial, son tomadas como ventajas competitivas que se desarrollan para la supervivencia. Dentro de lo cual los cambios tecnológicos y las innovaciones son elementos claves para que las empresas compitan, con posibilidades de éxito en los mercados.

Este nuevo escenario se denomina el de la **globalización** y tiene diferentes características, se exige la apertura de mercados en los países en desarrollo, mientras aparecen nuevas formas de protección económica en las naciones industrializadas. Las nuevas necesidades de comunicación son parte substancial del crecimiento mientras hay carencias en la infraestructura de comunicaciones en los países en vías de desarrollo.

Las nuevas tecnologías se presentan como uno de los recursos fundamentales, lo cual plantea nuevos problemas en cuanto a su planeación, manejo, gestión, gerencia, evaluación y prospectiva; se profundiza la dicotomía entre las necesidades del mercado y las tendencias sociales de los sectores y comunidades de menores recursos. Continúan los efectos perversos de un estado de por sí pequeño; son evidentes las debilidades inherentes a la formación y preparación de la población en general para afrontar los retos que plantea el valor estratégico del conocimiento científico y tecnológico.

La consecuencia más obvia de los planteamientos anteriores, en lo que tiene que ver con la formación de los ingenieros de sistemas, es la enorme necesidad de profesionales capacitados en estas áreas para poder afrontar los enormes desafíos que implica la globalización.

Globalización de la información

La posibilidad de poder tener acceso a cualquier información de cualquier lugar, en cualquier momento, al utilizar la superautopista de información y redes como **Internet**, induce profundos cambios en la forma de organización de las empresas al permitir llevar a extremos insospechados, en el tiempo y en el espacio las posibilidades de coordinación dos implicaciones importantes tiene esto en la formación de los ingenieros de sistemas, por un lado es muy probable que los modelos pedagógicos y en general los estilos tradicionales de impartir educación cambien

radicalmente. Se habla por ejemplo de la universidad virtual, aunque todavía hay muchas preguntas por contestar con respecto a esta idea y por otro es fundamental que el ingeniero de sistemas tenga una formación que le permita entender los profundos cambios organizacionales que está teniendo la informática en las empresas para que las transformaciones se hagan de una manera exitosa.

La tendencia anterior llevará a que se creen grandes problemas relacionados con la seguridad la intimidad y el uso apropiado de la información y planteará problemas éticos sociales y legales de gran magnitud, que deberá enfrentar el ingeniero de sistemas con el concurso de otros profesionales.

Grupos de trabajo

Saber comunicar es tal vez la calidad personal más importante en un ingeniero recién egresado, trabajar en una empresa implica integrarse en un equipo y esto requiere ante todo una buena comunicación excepto, en ciertos casos las empresas no necesitan genios aislados, sino personas que contribuyan realmente al éxito del equipo.

Uno de los aspectos más destacados de las organizaciones modernas es el surgimiento de las adhocracias (estructura que acorta y simplifica los procesos), que se refieren al uso de equipos de trabajo que se conforman dinámicamente, según las necesidades de un proyecto y redes altamente descentralizadas de grupos empresariales relativamente autónomos, las tecnologías informáticas pueden por ejemplo, ser usadas para encontrar y coordinar gente, con conocimientos y habilidades diversos, en diferentes partes de la organización, esto puede ser enormemente potenciado por la facilidad de estas para hacer más veloz el metabolismo de información de las organizaciones o sea, la tasa a la cual estas capturan, mueven, digieren y responden la información y por el aumento en la capacidad de compartir la información entre la gente.

Otro efecto importante de las facilidades de coordinación que proporciona la informática es que ellas facilitan el surgimiento de organizaciones verdaderamente globales, entendiendo por esto aquellas que incorporan grupos de trabajo de diferentes sitios para el diseño de productos o de nuevas estrategias o las que tienen mercado de alcance global y no local.

En un ambiente como el descrito más arriba, es fundamental, que el estudiante desarrolle habilidades para trabajar en grupo y para entender las características de los nuevos ambientes de trabajo lo cual debe verse reflejado en los currículos.

Transformaciones en el mundo del software

El mundo del software ha tenido grandes transformaciones en el último tiempo, una de ellas es la gran importancia que ha ido adquiriendo y que lo ha hecho predominar sobre el hardware, por ejemplo, la iniciativa de los nuevos desarrollos informáticos la tienen usualmente las compañías de software dentro de los costos de un equipo el porcentaje atribuible al hardware es cada vez más bajo, etc.

Otro aspecto importante de destacar es la creciente importancia de la informática del hogar, se estima que muy pronto el volumen de negocios correspondiente a la informática del hogar va a superar el de la informática empresarial lo cual es lógico pues hay más hogares que empresas y en general la absoluta masificación de la tecnología computacional cuyo resultado más directo, es una demanda insatisfecha muy grande de soluciones de software en diferentes campos.

Lo anterior junto con las nuevas posibilidades de comercialización de software a través de **Internet** hacen pensar que la industria del software (una de las industrias sin chimeneas por excelencia), puede llegar a ser muy importante y a constituirse en una alternativa muy interesante de desarrollo para el país. Una de las consecuencias más importantes que esto puede llegar a tener, es la necesidad de contar con un volumen grande de profesionales calificados para el desarrollo profesional de software.

Otro aspecto importante de tener en cuenta es el siguiente: la producción de software en donde se programa absolutamente todo se hace cada vez más rara, cada vez es más importante la reutilización de componentes de software y hardware existentes y la preparación del producto para su integración en el medio en donde se va a usar. Esta preparación consiste esencialmente en la realización de las interfaces adecuadas. La fase crítica en todo el proceso es la integración global.

Como consecuencia de lo anterior tanto para prestar servicios como en la reutilización de productos el ingeniero debe ser capaz de buscar en el mercado productos hardware y software, que le permitan acelerar su trabajo y bajar los costos, esto implica que debe poder, evaluar la calidad del producto negociar con el proveedor, estimar el grado de confianza que se puede tener en este y analizar los aspectos jurídicos propiedad industrial.

En el plano técnico, se trata de saber integrar en un sistema global un producto desarrollado por otros equipos también se acentúa la necesidad de saber instalar y configurar productos del mercado.

Subcontratación (Outsourcing)

Actualmente las organizaciones están delegando el área de sistemas en otras empresas especializadas en lo que se denomina usualmente **outsourcing**. Esto ha llevado a que lo usual ahora, sea que el egresado se vincule a **empresas de consultoría**, en donde se requiere una alta especialización. La consecuencia lógica de esta situación es que la formación del ingeniero de sistemas va a ser cada vez más exigente y especializada.

Lo anterior implica también que el ciclo de vida del ingeniero de sistemas va a cambiar, antiguamente una vez graduado el ingeniero entraba a trabajar a una empresa normalmente en labores de apoyo de sistemas, como mantenimiento y asistencia a los usuarios, ganaba un poco de experiencia y buscaba conectarse con otra empresa en donde tuviera un salto en salario y en funciones.

Este paso se repetía dos o tres veces hasta ubicarse en una empresa cuya actividad principal no eran los sistemas; allí se atrevía a dar el salto desde los sistemas hacia un área colateral como planeación, finanzas o mercadeo. Lo más importante era que su ciclo se desarrollaba en compañías que no eran de su profesión, los que lograban conectarse con multinacionales del área de los sistemas, lo hacían generalmente con funciones de soporte y ventas, este esquema va a cambiar ahora.

El profesional entrará a trabajar en compañías de sistemas, usualmente más pequeñas, más planas con menos niveles, quizás dos o tres, pero concentradas en actividades como el desarrollo de software, las comunicaciones, etc.

La carencia de un árbol frondoso hará que su carrera sea más corta y concentrada en actividades verdaderamente relacionadas con el desarrollo de proyectos, el salto hacia lo administrativo se reducirá pues esos cargos están ocupados por los dueños. En este ambiente de trabajo, hay mayor competencia y mayor riesgo, hay imperativos más exigentes, pues las compañías viven de obtener contratos, lo cual los obliga a distinguirse por la buena calidad, el buen servicio y el cumplimiento.

El riesgo aumenta porque hay menos márgenes de acción en la compañía un proyecto mal ejecutado o valorado puede llevarla a la quiebra. Hay por consiguiente mayores requerimientos de productividad los contratos están rodeados de muchas cláusulas de cumplimiento, lo que no sucede como empleado bajo la frondosidad de una empresa grande que permite estructuralmente asimilar los costos extras.

En la empresa pequeña deberá entrar a producir inmediatamente, pues esta no tiene las posibilidades de financiar el período de inducción y entrenamiento, lo que obliga a que el profesional posea ya el manejo de herramientas más ágiles y gran capacidad de materialización. Hay mayor movilidad de temáticas, puesto que entre proyecto y proyecto se marcan fuertes diferencias sobre los objetos simbólicos a manejar contrario al terreno estable de las necesidades

de una entidad grande las plataformas de trabajo, tanto físicas como de ambientes de desarrollo son variadas pues son inversiones, ya hechas por los contratantes los proyectos deben terminar a tiempo y sin dejar cabos sueltos, pues estos incurrirían en sobre costos a los cuales es altamente sensible la pequeña compañía se requiere una capacidad mucho más desarrollada en la comunicación debido a la permanente interacción que hay que desplegar con los contratistas y a la movilidad y variedad de éstos como ya comienza a observarse.

Las convocatorias para empleo cambiarán, ya no se pedirá tanto un listado de milagros, deseos, sueños, fantasías y hasta mentiras, a través de la hoja de vida, sino que se solicitará una muestra del trabajo que se está en capacidad de realizar, tal como código y documentación para el caso de actividades de desarrollo.

Velocidad de los cambios

Es casi ya un lugar común la constatación de la enorme velocidad a la que ocurren los cambios en nuestra sociedad y particularmente en lo que tiene que ver con el área de sistemas computacionales.

Esto nos lleva a pensar que el profesional de sistemas debe tener una gran capacidad para evolucionar es necesario que los jóvenes egresados estén listos a la movilidad en todos los sentidos de la palabra, las empresas esperan que ellos sean capaces de cambiar de contexto técnico, de contexto aplicativo, de nivel de responsabilidad y muchas veces de lugar de trabajo.

Junto con esta capacidad de adaptación y evolución, los ingenieros deben ser capaces de valorar su experiencia, las empresas se dan cuenta de que la evolución del trabajo puede ser tan frecuente que es prácticamente imposible llegar a un dominio completo de la profesión.

La enorme velocidad de los cambios en el mundo informático, implica también que los currículos de sistemas deben ser **flexibles** para poder estar actualizados permanentemente, además se debe fomentar la agilidad en los procesos administrativos de las escuelas para que los cambios curriculares puedan tramitarse en forma expedita.

Capítulo 3: Propuesta de Currículum

En este capítulo se presenta la propuesta curricular para la carrera de **ingeniería en sistemas computacionales**, haciendo énfasis en los objetivos hacia las áreas o niveles de la carrera, definiendo los contenidos y las competencias o capacidades que se deben adquirir a fin de lograr el cumplimiento de los objetivos educativos e instructivos del diseño curricular, propuesto por el **Instituto Politécnico Nacional**.

La primera parte describe las **características y retos de la ingeniería en Sistemas Computacionales**, como la demanda, la diversidad de modalidades, el papel del ingeniero en sistemas, la calidad, las características de los profesores, etc.

Después se dan algunas definiciones de lo que debería de ser un **ingeniero en sistemas computacionales**, según las organizaciones internacionales y cual sería la que mejor se adapta a las condiciones mexicanas.

Luego se describe el **perfil profesional** del ingeniero en sistemas computacionales, resaltando las habilidades y cualidades, mínimas que debe de cubrir y desarrollar el currículo en cada uno de nuestros estudiantes.

Posteriormente se hace una descripción de los aspectos que debe de considerar el currículo, como son las materias a considerar ciencias básicas, ciencias básicas de ingeniería, aplicación profesional y las socio-humanísticas, también se enlistan los recursos específicos, el soporte administrativo e investigativo, de destaca el papel de la escuela; se incluye la flexibilidad del plan de estudios, la formación básica y como persona, la formación en disciplinas de la carrera, los modelos pedagógicos, la investigación y educación continua; descritas en el **Nuevo Modelo del IPN**.

Para finalizar se presentan las relaciones con el sector productivo, el sector público y la sociedad, que también forman parte de la formación de un **Ingeniero en Sistemas Computacionales**; en el **Apéndice B**, se tiene la propuesta curricular resultado de este estudio.

3.1 Características y retos de la ingeniería en Sistemas Computacionales

El gran auge que ha tenido la informática en los últimos tiempos, ha conducido a que la carrera de ingeniería en sistemas computacionales tenga un gran dinamismo, lo cual se ha manifestado en que un número muy importante de diferentes instituciones de educación superior, ofrezca esta carrera o como especialidad. La razón para esto, es la gran demanda que existe por la carrera entre los estudiantes del nivel medio superior, la cual, la coloca entre las carreras que tienen un mayor número de aspirantes en el **Instituto Politécnico Nacional**.

Finalmente, la **demanda** por cursos de educación continuada es muy alta, teniendo en cuenta, las enormes necesidades de actualización que tienen los profesionales de sistemas, y los crecientes requerimientos a las empresas por una mayor competitividad. Esta demanda es a veces satisfecha por las escuelas y en su defecto, por otras instituciones no formales.

El problema con la **diversidad de modalidades** de programas existentes, es que no siempre el mercado laboral puede distinguir entre ellas, lo cual puede generar situaciones de confusión, en las empresas; y de desempleo o subempleo entre los profesionales de esta área.

Encontramos una dificultad para definir el **papel de un ingeniero de sistemas computacionales**, debido al gran dinamismo de la profesión, que si bien se da también en otras carreras, tiene en esta un ritmo especialmente vertiginoso. Una consecuencia inevitable de esto es que la imagen que se les da a los estudiantes, tanto del nivel medio superior como superior, sobre las posibilidades y el futuro del ejercicio profesional en el área sea bastante confusa y a veces contradictoria.

Por ejemplo, hay quienes dicen que en el futuro no se necesitarán ingenieros de sistemas pues los programas de computador están evolucionando de tal manera que cada vez serán más fáciles de utilizar, y que por lo tanto, cuando esto ocurra, todo el mundo, podrá ser un programador.

Otros afirman por el contrario, que el campo de la informática es cada vez mayor, pues ésta está invadiendo cada vez más terrenos, llegando a ocupar prácticamente todos, y que para que las cosas funcionen se necesitan conocimientos técnicos que difícilmente puede llegar a tener alguien que no posea una formación sólida en el área de sistemas computacionales.

Otra característica importante de la carrera en el país, debida a la enorme proliferación de programas existentes, es la desigual **calidad** de los mismos, esto ha llevado a que se presenten serios problemas de desempleo entre los ingenieros de sistemas computacionales.

Por otro lado la escuela (y la mayoría de las escuelas públicas), cuentan con un reducido número de **profesores** de planta, lo cual explica el nivel tan bajo de investigación existente, además, se constituye en un obstáculo para la evolución de los programas, y en un limitante para aumentar su calidad.

En cuanto al nivel de formación de los profesores, la mayoría de los profesores apenas cuentan con un título de ingeniería, y sólo en muy pocos casos, tienen grados de maestría o doctorado, en lo que tiene que ver con los recursos de soporte a la docencia, lo usual es que las instituciones cuenten con medios muy precarios, lo cual hace, entre otros, que los ambientes computacionales de las instituciones de educación, sean muy pobres, comparados con los de las empresas, en las que se van a desempeñar los futuros profesionales.

Pero también hay deficiencias en lo relacionado con los laboratorios y con los recursos bibliográficos, pues existen también serias limitaciones en la mayoría de las instituciones.

Por sí esto no fuera suficiente, también se tienen limitaciones en la capacidad logística de la mayoría de las escuelas.

Otro aspecto que caracteriza a los programas de ingeniería en sistemas computacionales, y en general a las instituciones educativas, es la utilización de **metodologías educativas** muy tradicionales y poco efectivas, que generan poca motivación entre los estudiantes y que no conducen a un aprendizaje adecuado, ni a la generación de hábitos de estudio. Además de lo anterior, el uso de la tecnología informática, para potenciar y hacer más efectivos los procesos de aprendizaje, es muy bajo, lo cual es paradójico tratándose de los programas de ingeniería de sistemas computacionales.

El modelo de producción masivo tiende a cambiar y si esto se da en la producción, con mayor razón, se debe dar en la educación, las economías de escala que han buscado el rendimiento en términos de recursos o del tiempo tienden a perder su valor, a todo un grupo de **40** estudiantes se les enseña lo mismo, sin consideraciones individuales, lo que hace que se tienda a nivelar por lo bajo. Los nuevos paradigmas apuntan a sacar más provecho de los individuos, y para ello su preparación debe registrar el tratamiento personalizado, como no habrá suficientes de los profesores tradicionales, para que cada alumno reciba la dosis de paternalismo usual.

3.2 La ingeniería en sistemas computacionales

Después de discutir en las sesiones del diplomado, llegamos la conclusión de que hay dos maneras de concebir la profesión, una con énfasis en los **sistemas** y la otra en el **manejo de información**. En el primer caso se hace énfasis en el modelado y el análisis de sistemas computacionales, en el segundo en los sistemas de información (ambas se expusieron en el **Capítulo 1**).

Según la **IEEE** (Institute of **E**lectrical and **E**lectronics **E**ngineers) [**CC2001 01, 02 y 03**], la ingeniería de sistemas computacionales, es la aproximación interdisciplinaria que gobierna el esfuerzo técnico total requerido para transformar un requerimiento, en una solución de sistemas.

Esto incluye la definición de las medidas de desempeño técnico, la integración de las especialidades de la ingeniería para el establecimiento de una arquitectura de sistemas y la definición de procesos que soportan el estilo de vida y que balancean los criterios de costo, desempeño y los objetivos de planeación.

Otra definición de la ingeniería en sistemas computacionales, es el arte y la ciencia de producir un producto, con base en diferentes fases que incluyen esfuerzos para la definición, el diseño, el desarrollo, la producción y el mantenimiento. El sistema debe ser funcional, confiable, de alta calidad y debe haber sido desarrollado dentro de restricciones de costo y tiempo.

Una posible definición de lo que es la ciencia de la computación, podría ser que esta es el estudio de la teoría que subyace al diseño de software para computadoras y a la arquitectura de los sistemas computacionales.

Como puede verse, la concepción de la ingeniería en sistemas computacionales, define su objeto según un enfoque sistémico. Por otro lado, las ciencias de la computación definen su objeto con base en los desarrollos en las computadoras.

Podemos resumir diciendo que la ingeniería en sistemas computacionales, se refiere a los aspectos humanos y organizacionales, y a la tecnología, relacionados con la planeación, el análisis, la modelación, la captura, la transmisión, la presentación y la seguridad de la información; en cuanto que éste, es un recurso estratégico de las organizaciones, esto implica por supuesto elementos importantes de la modelación y diseño de sistemas.

3.3 Perfil profesional

El profesional de ingeniería de sistemas debe tener capacidades para diagnosticar, diseñar, construir, evaluar, auditar y mantener sistemas y procesos de información, dentro de un marco administrativo, empresarial y humanista. Debe, además tener autonomía para dirigir su desarrollo personal y una actitud de compromiso hacia la sociedad que lo circunda.

Un aspecto que se debe tener en cuenta es que no se debe supeditar la preparación educativa únicamente a los requerimientos inmediatos de la empresa, pues hay que tener siempre en mente que se están formando personas y no, únicamente engranajes para que se acoplen a los sistemas de información de la empresa. Por esta razón hay que descartar todo perfil que tienda a que el ingeniero en sistemas computacionales, se convierta únicamente en alguien que únicamente se ocupa de resolver los problemas de la empresa olvidando su desarrollo personal.

Lo anterior implica el desarrollo de algunas **habilidades y cualidades**:

- Crear esquemas donde se aprenda más y se enseñe menos (aprender a aprender).
- Trabajar en grupo.
- Liderazgo para vender ideas, saber negociar los proyectos y generar su propia empresa.
- Se considera fundamental la formación básica y el desarrollo de las calidades humanas.
- Proponer, diseñar, construir, evaluar, auditar y mantener soluciones informáticas.
- Dirigir proyectos informáticos.
- Entender los problemas humanos y organizacionales implícitos en la implantación de las soluciones informáticas con el fin de que esta pueda ser llevada a feliz término.
- Buscar en el mercado productos (hardware y software) que le permitan acelerar su trabajo y bajar los costos, esto implica que debe poder evaluar la calidad del producto, negociar con el proveedor, estimar el grado de confianza que se puede tener en el proveedor y analizar los aspectos jurídicos.
- En el plano técnico, se trata de saber integrar en un sistema global un producto, desarrollado por otros equipos. También se acentúa la necesidad de saber instalar y configurar productos del mercado.

3.4 Consideraciones respecto al plan de estudios

En base al campo ocupacional, el campo de acción, la definición del problema y el objetivo propuesto para la carrera de ingeniería en sistemas computacionales; en la formación del ingeniero es fundamental que haya materias relacionadas con las **ciencias básicas**, las **ciencias básicas de ingeniería**, la **aplicación profesional** y las **socio-humanísticas**.

Se consideran **ciencias básicas** a las disciplinas como la física, las matemáticas, la biología y la química, que constituyen la base teórica de la ingeniería. Se considera que es fundamental la existencia de estas materias en el currículum de la ingeniería en sistemas computacionales, pues contribuyen de una manera substancial en su formación básica. En aspectos como su capacidad de análisis y síntesis.

Son **ciencias básicas de ingeniería**, todas aquellas disciplinas, como los métodos numéricos, la modelación, la estadística, la programación lineal y la electrónica, que son indispensables en la formación de cualquier ingeniero, sin ser ciencias básicas. Dos aspectos las hacen importantes, el contribuir a desarrollar habilidades, como su capacidad de análisis y de modelación de la realidad, y la enorme pertinencia que tienen algunas de ellas en su devenir profesional, se incluyen aquí las ciencias básicas de ingeniería en sistemas computacionales como la lógica matemática y las matemáticas discretas.

Las **materias de aplicación profesional** son las que definen al egresado, como un profesional en sistemas computacionales, propiamente dicho, e incluyen aspectos como la estructura de datos, la complejidad algorítmica, la computación numérica y simbólica, la ingeniería de software, la inteligencia artificial y la robótica. Los aspectos básicos sobre la estructura y el funcionamiento de las computadoras, arquitectura de computadoras, sistemas operativos, las redes de computadoras, las bases de datos, etc. Además de estas también se deben incluir materias de profundización en diferentes áreas como ingeniería de software, bases de datos, redes, etc.

Las **socio-humanísticas**, son todas aquellas materias que contribuyen a la formación del estudiante como individuo y como miembro de una sociedad, se considera que esta formación debe impartirse a lo largo de toda la carrera. Además que hay muchas actividades que pueden contribuir a ella, como las prácticas y las actividades extracurriculares.

Se debe tener en cuenta que la formación **socio-humanística**, no se consigue únicamente con clases, pues aunque estas son importantes, no son suficientes y se requiere la existencia de espacios y mecanismos que permitan una **formación integral**. Hay que tener en cuenta que el ejemplo que los profesores dan, afecta considerablemente la formación del estudiante.

Se considera que el plan de **estudios debe ser flexible [IPN 01]**, lo cual puede lograrse de muchas maneras, por ejemplo desarrollando la autonomía del estudiante, y permitiéndole que elija algunas de las materias alrededor de las que debe tomar; descongestionando el currículum, pues el afán de quererlo ver todo crea una saturación psicológica y anímica; dando campo a que las materias obligatorias de hoy puedan ser reemplazadas por otras a medida que la tecnología evolucione, etc.

Otro aspecto que puede tenerse en cuenta en la flexibilización del currículum y que valdría la pena explorar, es el establecimiento del trabajo por créditos y no por asignaturas.

Recursos específicos

Es complejo establecer el número exacto de recursos requeridos para garantizar un **mínimo de calidad** en los programas, pues puede haber variaciones importantes dependiendo de las particularidades de cada asignatura, sin embargo, se considera conveniente fijar unas guías de referencia que definan unos límites mínimos de recursos que deben tenerse para no comprometer la calidad de los programas.

El recurso fundamental de cualquier programa, son los profesores, los organismos internacionales, recomiendan que las instituciones cuenten con al menos **2** profesores de tiempo completo por cada **40** estudiantes, en el programa, es deseable además, que algunos de ellos tengan nivel de postgrado. Se considera además conveniente contar con profesores de cátedra que puedan contribuir con su valiosa experiencia profesional.

En cuanto a los recursos físicos, es recomendable contar con:

- Una estación de trabajo por cada **6** estudiantes. Se requeriría una cantidad menor de estaciones de trabajo si los estudiantes tienen acceso a computadoras en su casa. Hay que aclarar además que se debe contar con estaciones de trabajo en por lo menos los ambientes **Windows** y **UNIX/LINUX**.
- Es indispensable contar con laboratorios de **física** y **química**.
- En la **biblioteca** un mínimo de **400** títulos relacionados con la formación básica y profesional. Además tener un mínimo de dos copias de cada uno por cada **40** estudiantes, con una actualización anual del **10%**.
- En la **hemeroteca** debe contarse con una suscripción a las principales revistas de la profesión.
- Cada vez se hace más necesario poder proporcionar a los estudiantes acceso a **Internet** y a las facilidades de **correo electrónico**.

Soporte administrativo e investigativo

El **soporte administrativo** requerido para un programa de ingeniería sistemas computacionales, es similar al requerido para otras ingenierías, un decano o jefe de departamento, un coordinador académico y personal auxiliar de soporte. Es muy conveniente que estos sean de tiempo completo y que participen en las actividades docentes.

Es muy difícil concebir la docencia si los profesores no participan activamente en actividades de investigación y actualización permanente. Esta es una de las razones que conducen a pensar que las instituciones deben contar con profesores de tiempo completo comprometidos, con el trabajo académico. Para dar soporte a la investigación, se requiere también contar con una infraestructura computacional adecuada adicional a la que se utiliza para la actividad docente y permanentemente actualizada.

Igualmente se requiere que los profesores cuenten con acceso a **Internet** y a revistas especializadas en temas avanzados de la informática.

Papel de la escuela

Los nuevos desarrollos tecnológicos y los que nos esperan en el futuro están obligando a replantear el papel de la escuela en la época actual, uno de los aspectos que hay que tener en cuenta, en esta reflexión, es la existencia de instituciones que están ofreciendo servicios que antiguamente eran proporcionados únicamente por las escuelas de informática. Constituye entonces un deber de las instituciones de educación superior el replantear su misión y encontrar los medios más adecuados para llevarla a cabo. Un lugar preponderante dentro de este proceso, lo deben ocupar las reflexiones sobre los aspectos pedagógicos.

Además la escuela debe pretender cumplir con los procesos de acreditación nacionales e internacionales, no sólo a nivel institucional, sino a nivel programático, teniendo muy en cuenta ópticas de mejoramiento continuo en todos los procesos educativos, dentro de estas labores son fundamentales los procesos de **autoevaluación**.

En los procesos de enseñanza aprendizaje hay dos actores; uno es el **estudiante** como sujeto principal del proceso educativo y otro es el **profesor** como **facilitador**, el escenario real es la escuela como institución, que debe generar un ambiente creativo y un tramado complejo de actividades que involucre a los estudiantes de todos los diferentes niveles, donde el trabajo en equipo es clave. Ese cambio significa considerar en la práctica, que el proceso educativo es una

obra abierta y un trabajo creativo, donde lo fundamental es la interacción entre los actores principales antes mencionados, al final del proceso, el estudiante estará capacitado para analizar problemas abiertos, en su solución tendrá que conciliar las necesidades de carácter social o empresarial con los recursos disponibles para llegar a dicha solución; es de anotar que en el diseño de soluciones para problemas abiertos las condiciones son variadas, las limitaciones son muchas, la asignación y determinación de los recursos, es parte del problema que se trata de resolver y por lo tanto las soluciones son múltiples.

Se reafirma la necesidad e importancia de la participación, lo cual requiere iniciar el tránsito de una cultura reactiva a una preactiva. En este contexto se afirma la importancia de la investigación, pero no aquella que se hace por parte de un individuo aislado, sino aquella en la cual participan diversos actores sociales, sin duda el cambio de la cultura y del correspondiente clima organizacional deben contribuir a la creación de una capacidad de liderazgo de la juventud.

Se requiere entonces generar una cultura organizacional nueva. Donde se activen las capacidades de trabajo en equipo dentro de un ambiente institucional favorable que ofrezca un ambiente propicio para la creatividad, la imaginación, la controversia y la evaluación permanente del trabajo coordinado en ambientes diversos y heterogéneos.

Flexibilidad del plan de estudios

Se considera que el plan de estudios debe ser flexible, tanto en lo **espacial**, como en lo **temporal**. Un estudiante debe poder avanzar a su ritmo y si alguien avanza más rápido hay que permitirle, privilegiando, así a los mejores. Por esto deben contemplarse holguras en los planes de estudio, desde el punto de vista del espacio las holguras se pueden establecer con la amplitud de las posibles elecciones temáticas y con la existencia de proyectos personales o institucionales, que deben ser elegidos por el estudiante. Además dando campo a que las materias obligatorias de hoy puedan ser reemplazadas por otras a medida que la tecnología evolucione.

Un subproducto importante de un plan de estudios flexible es el fomento a la **autonomía** del estudiante, quien debe concebir su carrera como un cúmulo de posibilidades de desarrollo personal, que él debe elegir y no como una carrera de obstáculos que hay que vencer para obtener lo más rápidamente posible el diploma que lo acredita para el ejercicio profesional.

Formación básica y como persona

La experiencia muestra que la **formación como persona** es un factor concluyente en el éxito de un ingeniero en sistemas computacionales, por ello se considera muy importante desarrollar en él habilidades como el espíritu crítico y constructivo, la solidaridad social, la necesidad de adaptarse al cambio como consecuencia natural del avance social y de la profundización del conocimiento, la adaptabilidad como forma de vida en un mundo complejo e inestable, el valor de los sistemas de simbolización como medios expresivos de comunicación, el valor de la disciplina personal como fuente creadora de un espíritu independiente y autónomo, el valor de ser creativos, activos, emprendedores, participativos, bien informados, y profundos conocedores de saberes científicos, técnicos y contextuales. Para poder lograr lo anterior se requiere que el ingeniero de sistemas tenga excelentes facilidades de comunicación con sus superiores, sus subordinados, sus compañeros y en general, con las demás personas. Además que tenga habilidades para la comunicación oral y escrita, en su lengua materna y competencia, en una segunda lengua (por ejemplo en inglés).

Pero las actitudes como la creatividad, el liderazgo, la capacidad de innovación, la ética, la capacidad investigativa, la disciplina y la responsabilidad, a diferencia de los contenidos informativos no se transmiten con cursos. Son cualidades que se adquieren en el combate diario con la vida y con la profesión, por lo que se considera conveniente que en el proceso formativo del estudiante en sistemas computacionales, se enfatice el trabajo tangible con la realidad; no parece ser una casualidad que los estudiantes que durante el transcurso de su carrera realizan prácticas empresariales o participan en programas de apoyo a la comunidad, muestran una mayor madurez en los aspectos mencionados que sus compañeros que no las realizaron.

Dentro de las habilidades personales hay una que se considera fundamental para su desempeño exitoso en el área de sistemas, su capacidad de trabajo en grupo y de interacción con profesionales de otras disciplinas, se recomienda por lo tanto fomentar dentro de la carrera todas aquellas actividades que contribuyan a desarrollar en el estudiante estas habilidades.

Otro aspecto que se considera fundamental en la formación de los ingenieros en sistemas computacionales, es la ética y el desarrollo de sus cualidades humanas, en particular se juzga muy conveniente que los profesionales en sistemas computacionales, sean generosos y humildes. Lo primero para hacer partícipes a los demás de sus conocimientos y habilidades, y lo segundo para aceptar que para poder prestar un beneficio a la comunidad, es necesario entender sus problemas con el fin de contribuir a dar soluciones adecuadas a ellos.

Con respecto a la **formación ética**, se cree que lo difícil no es tanto darse cuenta de su importancia que es evidente, sino identificar métodos eficientes que contribuyan a su desarrollo, en muchos casos se requiere mucho menos inteligencia para tener una buena idea que para llevarla a la práctica.

Un aspecto que se debe tener en cuenta es que no se debe supeditar la preparación educativa únicamente, a los requerimientos inmediatos de la empresa, pues hay que tener siempre en mente, que se están formando personas y no únicamente engranajes para que se acoplen a los sistemas de información de la empresa. Esto hace de la formación humanística, un ingrediente muy importante, esta debe impartirse a lo largo de toda la carrera, por medio de diferentes actividades que deben incluir algunas de naturaleza diferente a los cursos, como los semestres de práctica y las actividades extracurriculares.

Formación en disciplinas de la carrera

Con respecto a la formación en temas de su carrera, se considera fundamental en el ingeniero en sistemas computacionales, su capacidad de análisis, su visión holística (considera su objeto como un conjunto) de los sistemas y sus destrezas, para aprender, a resolver problemas de computación; no sólo en lo relacionado con el hardware y el software, sino con la implantación exitosa de los sistemas en las organizaciones, lo cual requiere que se realicen un conjunto de actividades, para que las organizaciones y las personas puedan sacar el máximo beneficio de los desarrollos informáticos.

Debe buscarse darle respuestas al clamor empresarial de tener una relación fuerte con la práctica minimizando el uso de cursos y en su reemplazo, propugnando por la formación de una cultura de proyectos, cimentada desde el primer semestre en los estudiantes.

Debe procurarse que los mejores profesores marquen la vida de los estudiantes, desde los primeros niveles bajo un enfoque de trabajo y estándares internacionales, entre diversas disciplinas y con fortaleza en ciencias básicas, fundamentalmente las matemáticas.

Los conocimientos en sistemas son obsoletos a los seis meses, lo que obliga a crear fortalezas y competitividad en la fundamentación teórica y no en las herramientas e instrumentos que son efímeros, pero como ingeniero, debe conocer algunas, trabajarlas y familiarizarse con ellas. Una formación eminentemente práctica, tal vez solucionará el problema inmediato de una u otra empresa, pero formará profesionales sin ningún impacto a mediano y largo plazo, que se volverán obsoletos muy rápidamente.

Hay que tener en cuenta además que la labor del ingeniero en el futuro será más especializada y exigente lo cual se debe reflejar en su formación.

La masificación de la informática y la preponderancia cada vez mayor del software sobre el hardware, hacen pensar que el negocio del software será de una gran importancia en el futuro.

Si se quiere entonces que la industria del software florezca en el país, se requiere que las instituciones educativas se apersonen y reflejen esas necesidades en sus currículos de ingeniería o quizás de postgrado.

Modelos pedagógicos

Una parte muy importante de los procesos de formación tiene que ver con los modelos pedagógicos que se utilicen para realizar la misma, esto nos lleva a pensar que el currículo es mucho más que un plan de estudios.

Existe actualmente la convicción a nivel de las instituciones de educación superior de que los modelos pedagógicos utilizados por éstas actualmente no son los adecuados, se requieren metodologías activas que fomenten la participación activa de los estudiantes.

Haciendo que los estudiantes descubran o construyan el conocimiento, en vez de recibirlo pasivamente, que desarrollen la comunicación y la argumentación teniendo al idioma como un instrumento de socialización, que induzcan al estudiante a la solución de problemas reales, que le enseñen a trabajar en grupo, etc.

Se debe cambiar la relación profesor alumno, de manera que el docente deje de ser considerado como un simple transmisor de información y el estudiante deje de ser visto como un ente pasivo, una caja negra o simple materia prima.

El profesor debe convertirse en un orientador del proceso de enseñanza aprendizaje, un colaborador en el proceso de construcción académica, en donde el sujeto es el estudiante y si esto es así, el trabajo en el aula de clase debe seguir un enfoque de autogestión de **autoevaluación**, en donde el estudiante tome parte en las responsabilidades de su actividad académica.

Se deben explorar las nuevas posibilidades que ofrecen tecnologías de la información y la comunicación (**TIC**), como Internet, el software educativo y el correo electrónico, para plantear formas más efectivas de enseñar de establecer comunicación y de coordinar, el trabajo entre los profesores y los estudiantes.

Se juzga conveniente que la escuela se preocupe por la formación de los docentes, no sólo en el área de sistemas, sino también, en el área educativa y pedagógica.

Se considera también importante contar con docentes de tiempo completo comprometidos con la formación, conocedores del perfil buscado. Esta última recomendación debe también ser aplicable a los profesores de cátedra.

Una idea que podría ser interesante de explorar con respecto a los modelos pedagógicos, es la utilización de la teoría educativa del **Nuevo Modelo Educativo para el IPN**, para derivarlo del mismo enfoque realizar el proyecto educativo del programa.

Debe de tener su base en que el individuo puede crear situaciones problemáticas, al cuestionar la realidad a partir de supuestos teóricos y de allí derivar sus ideales y construir el futuro posible, en donde existe un cúmulo de alternativas entre las cuales se puede elegir.

De esta forma la gestión se convierte en un proceso creativo tanto a nivel individual, como colectivo, en donde se pone a prueba la voluntad del sujeto para lograr lo que quiere y su capacidad de **autodirección**.

A su vez se realiza sobre la base del diálogo caracterizado por la sinceridad, la rectitud y la comprensibilidad, para encontrar entre todos los actores de la comunidad educativa del programa directivos escolares, directivos del programa, egresados, estudiantes, asesores especializados, en sistemas, etc.

Las soluciones a los problemas planteados y a través del consenso tomar decisiones para dar respuesta a las necesidades de la institución, guiada siempre por su, querer ser.

Investigación y educación continua

Se considera muy conveniente que la escuela, dé la oportunidad al estudiante de introducirse en el mundo de la investigación en el área de sistemas.

Aunque en la ingeniería no debe exigirse la investigación, si deben darse los fundamentos para que quien desee hacerla, la pueda realizar. Son muchos los profesionales que queriendo hacer estudios de postgrado en el exterior, no lo logran, simplemente por tener una formación deficiente.

Además de lo anterior la investigación, es un elemento fundamental para el desarrollo de las instituciones, y por consiguiente de los currículos, por esta razón es fundamental que las instituciones se involucren en proyectos de investigación, esto va a hacer que la creación de programas de maestría y doctorado, sea un camino obligado de las instituciones a mediano plazo. Se considera además que se le debe dar énfasis a la investigación aplicada, entendida, esta como la búsqueda de soluciones a los problemas informáticos del país.

También es muy conveniente que las escuelas, desarrollen otros tipos de actividades complementarias a la formación de ingeniería y maestría, como la educación continua y las especializaciones. Esto les permite tener una muy buena retroalimentación con respecto a la pertinencia relevancia y adecuación de los conocimientos que imparten.

3.5 Relaciones con el sector productivo, el sector público y la sociedad

Desde hace algún tiempo las escuelas han venido advirtiendo sobre la importancia de establecer vínculos perdurables de trabajo conjunto con el sector productivo, el sector público y la sociedad.

Hay algunos ejemplos que muestran que esa actividad puede ser muy fructífera, por ejemplo, las prácticas profesionales, han tenido un efecto muy positivo sobre los estudiantes, las empresas y las escuelas. Igualmente, el servicio social, permite que los estudiantes trabajen durante un semestre en actividades del sector público, ha tenido resultados muy satisfactorios (cuando se ha aplicada de forma correcta), esto induce a pensar que este tipo de actividades deberían multiplicarse.

La sensación que existe actualmente, sin embargo, es que hay que estrechar mucho más los vínculos entre la escuela y esos sectores, por ejemplo, en lo que tiene que ver con la investigación los logros en ese sentido, son muy módicos.

El número de escuela e institutos que realizan investigación en el área de sistemas, es muy reducido en México, quizás no llega a una docena. Lo cual es sorprendente si tenemos en cuenta la gran cantidad de instituciones que ofrecen programas de sistemas. Esto muestra que en la mayoría de los casos los profesores, se contentan con realizar labores docentes, en una disciplina tan cambiante, conduce al atraso de los programas, a comprometer seriamente la calidad de los mismos y en últimas, a impedir que las instituciones evolucionen.

Es imperativo entonces que las universidades tomen conciencia de esta situación, para remediarla, que el sector oficial tenga políticas de fomento a la investigación y que se diseñen políticas que permitan la realización de proyectos de investigación conjunta entre el sector productivo y el académico.

Un requisito fundamental para lograr lo anterior es que las escuelas y centros de investigación cuenten con profesores de tiempo completo comprometidos con su institución, que se puedan dedicar a esas actividades.

También se considera muy importante que las universidades ofrezcan cursos de capacitación o educación continua, pues estos conducen a un saludable contacto de los académicos con los problemas del país y les permiten tener una retroalimentación sobre la calidad y la pertinencia de los conocimientos que imparten.

Esto es especialmente valioso en un mundo como el actual, en donde la demanda de este tipo de servicios tiende a crecer significativamente. Si las instituciones educativas descuidan esta labor la formación de los estudiantes será cada vez más irrelevante e inapropiada

La formación de líderes y empresarios debería ser una prioridad importante en los programas de ingeniería de sistemas. Algunas recomendaciones que podrían contribuir a fomentar el espíritu empresarial entre los estudiantes son las siguientes:

- Crear convenios entre la universidad y la empresa para que los estudiantes trabajen en proyectos de interés mutuo y con reglas del juego claras.
- Implementar seminarios y talleres sobre creación de empresas.
- Hacer visitas y recibir asesoría de entidades gestoras de empresas. Algunas empresas dan formación a sus contratistas para que estos puedan después prestarles servicios de calidad.
- Fomentar que se hagan proyectos de grado en las empresas y detectar los proyectos de grado con potencial que pueden sentar las bases para la creación de nuevas empresas.
- Crear unidades en las escuelas que registren, presenten y promuevan oportunidades de gestación de empresas.

Plan de Estudio

Para la carrera de **Ingeniero en Sistemas Computacionales** de la **Escuela Superior de Cómputo** del IPN, en el **Apéndice B**, se tiene la propuesta curricular resultado de este trabajo, se presenta en una primera instancia la distribución porcentual por área del conocimiento y posteriormente los objetivos por área del plan de estudio y los contenidos en cada materia propuesta.

Capítulo 4: Conclusiones

Después del análisis del currículum de la carrera de **ingeniería en sistemas computacionales**, y las diferentes propuestas realizadas por los organismos nacionales e internacionales, la principal labor que debe realizarse en los programas de ingeniería de sistemas, es la definición de su **identidad**, que si bien es difícil por los problemas expuestos en este documento, es de imperiosa necesidad, no sólo para poder dar una adecuada orientación al currículum, sino también, para poder comunicársela a los estudiantes, lo cual contribuirá a que estos clarifiquen las actividades que van a desarrollar durante su **ejercicio profesional**.

Se considera también que el plan de estudios debe ser **flexible**, tanto en lo espacial como en lo temporal, un estudiante debe poder avanzar a su ritmo, y si alguien avanza más rápido, hay que permitirse, privilegiando así a los mejores. Por esto deben contemplarse holguras en los planes de estudio.

Se considera fundamental que la profesión de sistemas computacionales, siga perteneciendo al área de **ingeniería**, por el importante aporte que la formación básica puede proporcionar al estudiante.

La **movilidad** en todos los sentidos de la palabra, para que sean capaces de cambiar de contexto técnico, de contexto aplicativo, de nivel de responsabilidad y muchas veces de lugar de trabajo.

La experiencia muestra que la **formación como persona** es un factor concluyente en el éxito de un ingeniero de sistemas computacionales. Por ello se considera muy importante que los programas desarrollen en él habilidades.

Dentro de las **habilidades** personales que hay que considerar para su desempeño exitoso en el área de sistemas computacionales, su capacidad de trabajo en grupo y de interacción con profesionales de otras disciplinas, se encuentran:

- Conocer el mundo empresarial.
- Manejar un proyecto de sistemas.
- Saber presentar su conocimiento en forma sintética.
- Mantener siempre un espíritu crítico y constructivo.
- La solidaridad social.

También se requiere que los programas contribuyan a que el egresado sea **generoso** y **humilde**; lo primero, para hacer partícipes a los demás de sus conocimientos y habilidades, y lo segundo para aceptar que, para poder prestar un beneficio a la comunidad, es necesario entender sus problemas con el fin de contribuir a dar soluciones adecuadas a ellos.

En lo que tiene que ver con los **aspectos técnicos** se recomienda no hacer énfasis únicamente en el software y el hardware, sino también en los aspectos organizacionales de la informática.

También se recomienda crear **fortalezas** y **competitividad** en la fundamentación teórica y no, únicamente en las herramientas e instrumentos que son efímeros.

Igualmente sería conveniente que en los programas se tenga en cuenta la importancia estratégica de la **industria de software**, para que, así, en el futuro se pueda contar con un volumen grande de profesionales calificados para el desarrollo profesional de software

Los **nuevos desarrollos tecnológicos** y los que nos esperan en el futuro, están obligando a replantear el papel de la escuela en la época actual. Constituye entonces un deber de las instituciones de educación superior el replantear su misión y encontrar los medios más adecuados para llevarla a cabo; igualmente inducir cambios culturales, para pasar de una **actitud reactiva** a

una **proactiva** y para generar ambientes educativos apropiados que permitan satisfacer los requerimientos de formación del ingeniero de sistemas computacionales.

Además la escuela, debe de cumplir con los **procesos de acreditación**, nacionales e internacionales, no sólo a nivel institucional, sino a nivel programático, teniendo muy en cuenta ópticas de mejoramiento continuo en todos los procesos educativos. Dentro de estas labores son fundamentales los procesos de autoevaluación, que se constituyen en un instrumento valioso en el mantenimiento de la **calidad de los programas** con respecto a este último aspecto es fundamental que las escuelas hagan lo necesario para poder contar con los recursos requeridos para este fin, tanto en lo que tiene que ver con el profesorado, como con la infraestructura de soporte a la docencia, computadoras material bibliográfico, laboratorios, etc.

Se debe de incentivar el uso de **metodologías educativas** que fomenten la participación activa de los estudiantes, haciendo que éstos descubran o construyan el conocimiento, en vez de recibirlo pasivamente, que desarrollen la comunicación y la argumentación, teniendo al idioma como un instrumento de socialización, que induzcan al estudiante a la solución de problemas reales, que le enseñen a trabajar en grupo, etc.

Debemos como profesores de reconocer que existe una segunda clase de **conocimiento**, además de los hechos, los procedimientos, las reglas y los modelos, la clase de conocimiento que sólo puede ser obtenido en la **interacción** con otros que ya lo tienen. Adicionalmente a lo anterior es fundamental que las instituciones exploren las nuevas posibilidades que ofrece las tecnologías de la información y las comunicaciones (**TIC**), como son el software educativo, el correo electrónico, la Internet, la Intranet, etc. para ponerlas al servicio de sus **procesos pedagógicos**. Una consecuencia natural de este proceder es que los estudiantes se van a interesar y a familiarizar con estas facilidades que van a estar presentes por doquier en nuestras sociedades futuras.

La **investigación** es un elemento fundamental para el desarrollo de las instituciones y por consiguiente de los currículos, por esta razón es fundamental que las instituciones se involucren en proyectos de investigación. Además serán de enorme utilidad para el desarrollo de las instituciones y por lo tanto de los estudiantes, las alianzas que se puedan establecer con el sector productivo, con el sector oficial y con la sociedad en general.

Son también muy útiles las actividades complementarias a la formación de ingeniería, como la educación continua y las especializaciones, pues permiten tener una muy buena retroalimentación con respecto a la pertinencia, relevancia y adecuación de los conocimientos que se imparten.

La mayor contribución que puede hacer el **sector productivo** a los programas de ingeniería en sistemas computacionales, es la de constituir alianzas con las instituciones educativas para emprender proyectos de beneficio común, esto requiere una gran imaginación para idear esquemas exitosos.

El papel fundamental que debe cumplir el **estado**, es el de fomentar el desarrollo de los diferentes programas de ingeniería en sistemas computacionales y velar por que en las instituciones educativas se cumplan los mínimos requisitos de **calidad**.

Se considera además que la adquisición de ciertas **habilidades** es crítica en su desempeño futuro del ingeniero en sistemas computacionales. Algunos de los aspectos que se consideran fundamentales para el profesional del futuro y particularmente para el de sistemas computacionales, se mencionan a continuación.

Hablar el mismo lenguaje que el **cliente**, la complejidad de un sistema de información debe ser transparente para los usuarios, el sistema debe ser simplemente una herramienta que está a su servicio el ingeniero en sistemas computacionales, debe adquirir rápidamente el lenguaje del usuario y presentar en esos términos el sistema que corresponda a sus necesidades.

El **lenguaje** también influye en el desarrollo del sistema el usuario debe encontrar en la interfase del sistema que manipula el vocabulario que usa normalmente y la ergonomía adecuada.

Manejar un proyecto para poder asumir plenamente las **responsabilidades** que se le imponen el ingeniero en sistemas, debe hacerse cargo de un proyecto en su totalidad, esto cubre aspectos tales como negociar el monto del contrato, administrar el proyecto y manejar los aspectos contractuales, además de los aspectos técnicos

El ingeniero debe conocer el mundo de la **empresa**, saber cómo funciona y qué tipo de relaciones existen en ese medio, la relación con los clientes.

La gran importancia que se le da a la informática, como **herramienta competitiva** refuerza la necesidad de que el profesional de sistemas, tenga un alto grado de compenetración con la estrategia de la empresa y sea capaz de plantear soluciones informáticas para apoyarla.

Saber presentar en forma **sintética**, expresarse oralmente o por escrito en su idioma, inglés y/o en chino, es indispensable. El ingeniero de sistemas debe ser capaz de adaptarse a las circunstancias, el tiempo y al público.

El ingeniero en sistemas debe de tener **generosidad y humildad**, la primera para hacer partícipes a los demás de sus conocimientos y habilidades y la segunda para aceptar que para poder prestar un beneficio a la comunidad es necesario empaparse de sus problemas con el fin de contribuir a dar soluciones adecuadas a ellos.

En relación a este documento, se trato de seguir los lineamientos que marca el **Nuevo Modelo Educativo** para el **IPN**, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

Hace posible efectuar un diagnóstico de la situación actual en materia de enseñanza de informática y computación, usando la definición y caracterización de los perfiles de los modelos nacionales e internacionales, como marco de referencia, además de las instrucciones de la reforma educativa para el **IPN**.

Este trabajo brinda una estructura conceptual sólida, completa y consistente, a la vez que clara, para la elaboración del nuevo plan de estudio para la carrera de ingeniería en sistemas computacionales.

Por otro lado, proporciona los elementos para la reorientación o adecuación de planes de estudio vigentes, proporcionando una idea de lo que debería contener el nuevo currículo de la carrera.

Sin duda no es éste un trabajo estático; los modelos habrán de revisarse, discutirse, reflexionarse y actualizarse periódicamente, para reflejar los cambios que tan dinámicamente se dan en el área de la computación. Sin embargo, no es novedad decir que existen invariantes y temas ya clásicos, en las escuelas de ingeniería, que en ningún currículum de estudios pueden estar ausentes.

Hay que recordar que el mejor de los planes y el mejor de los modelos, pierden valor y se opacan ante una mala implantación; los modelos son una guía normativa para definir qué hay que estudiar, pero nos corresponde a los profesores y alumnos llevarlos a buen termino, cosa que no será posible, si la mayoría de nosotros desconocemos que es lo que la institución requiere de nosotros.

Los cambios que se realicen en la actualidad, afectarán a las generaciones futuras, por lo que deben de realizarse con una enorme conciencia social, haciendo a un lado compromisos políticos, amiguismos, etc. para mejorar de forma efectiva a la carrera que es el caso de este estudio, si logramos que nuestros estudiantes sean mejores, estaremos mejorando a la escuela, al instituto, a la sociedad y finalmente a la nación, a la cuál nos debemos.

El ingeniero en sistemas computacionales, al final debe de prepararse para saber ser y saber hacer, para de esta manera sea un buen profesionalista, que se respete así mismo y a los demás y que tenga sentido de pertenencia, por su institución y a la nación.

Apéndice A: Currículum Actual

El currículum actual de la **Escuela Superior de Cómputo del IPN**, se encuentra conformado, por los mapas curriculares de las asignaturas comunes, las de las opciones de sistemas y electrónica, y de las asignaturas opcionales; cada estructura se muestra en este apartado, al tiempo que se describen al final las distribuciones por créditos y por áreas.

A.1 Mapa Curricular (Asignaturas Comunes)

En la **Tabla A.1** se muestra el mapa curricular de las asignaturas comunes para la carrera de **Ingeniería en Sistemas Computacionales** de la **ESCOM**.

Primer semestre	991299000103 Matemáticas discretas BA T:81 C. 9	991299000104 Cálculo I BA T:81 C. 9	991299000106 Física BA T/P: 54.0/27.0 C. 7.5	991299000105 Análisis vectorial BA T/P: 63.0/18.0 C. 8.0	991299000102 Programación I CI T/P: 54.0/27.0 C. 7.5	991299000101 computación y sociedad CS T:54 C. 6
Segundo semestre	991299000110 Cálculo II BA T:81 C. 9	991299000111 Álgebra lineal BA T:81 C. 9	991299000109 Ecuaciones diferenciales BA T:81 C. 9	991299000112 Circuitos eléctricos CI T/P: 54.0/27.0 C. 7.5	991299000108 Programación II CI T/P: 54.0/27.0 C. 7.5	991299000107 Comunicación oral y escrita CS T:81 C. 9
Tercer semestre	991227010317 Probabilidad y estadística BA T:81 C. 9	991227010315 Ingeniería de software I CI T/P: 54.0/27.0 C. 7.5			991227010314 Programación III CI T/P: 63.0/18.0 C. 8.0	991227010313 Proceso administrativo CS T/P: 63.0/18.0 C. 8
Cuarto semestre		991227010421 Bases de datos I DI T/P: 54.0/27.0 C. 7.5	991227010420 Sistemas operativos I DI T/P: 63.0/18.0 C. 8.0			991227010419 Economía CS T:63.0/18.0 C. 8.0
Quinto semestre	991227020527 Programación orientada a objetos DI T/P: 54.0/27.0 C. 7.5	991227010526 Redes de computadoras I DI T/P: 63.0/18.0 C. 8.0				991227010525 Finanzas CS T/P: 63.0/18.0 C. 8.0
Sexto semestre	991227010633 Inteligencia artificial DI T/P: 63.0/18.0 C. 8.0	991227010632 Redes de computadoras II DI T/P: 63.0/18.0 C. 8.0				991227010631 Generación y evaluación de proyectos CS T:54 C. 6
Séptimo semestre	991227010738 Técnicas de desarrollo de sistemas DI T/P: 54.0/27.0 C. 7.5	Optativa DI T/P: 54.0/27.0 C. 7.5	Trabajo terminal DI T/P: 81.0/162.0 C. 18.0			991227010737 Investigación de operaciones CS T/P: 63.0/18.0 C. 8.0
Octavo semestre	Optativa DI T/P: 54.0/27.0 C. 7.5	Optativa DI T/P: 63.0/18.0 C. 8.0	Trabajo terminal DI T/P: 81.0/162.0 C. 18.0			991227020855 Administración de centros de cómputo CS T:54 C. 6

BA: CIENCIAS BÁSICAS **CI:** CIENCIAS DE LA INGENIERÍA **DI:** DISEÑO DE INGENIERÍA **CS:** CIENCIAS SOCIALES

Tabla A.1: Mapa Curricular (Asignaturas Comunes).

A.2 Mapa Curricular (Opción de Sistemas)

En la **Tabla A.2** se muestra el mapa curricular de la opción de **sistemas**

Primer semestre							
Segundo semestre							
Tercer semestre		991227020318 Electrónica analógica CI T/P:54.0/27.0 C. 7.5	991227020317 Electrónica digital CI T/P:54.0/27.0 C. 7.5				
Cuarto semestre			991227020421 Ingeniería de software II DI T/P:63.0/18.0 C. 8	991227020423 Introducción a los microprocesadores y microcontroladores DI T/P:54.0/27.0 C. 7.5	991227020424 Comunicaciones digitales DI T/P:54.0/27.0 C. 7.5		
Quinto semestre			991227020530 Adquisición de datos CI T/P:54.0/27.0 C. 7.5	991227020526 Sistemas operativos II DI T/P:63.0/18.0 C. 8.0	991227020528 Bases de datos II DI T/P:63.0/18.0 C. 8.0		
Sexto semestre			991227020632 Programación visual DI T/P:54.0/27.0 C. 7.5	991227020633 Programación orientada a objetos II DI T/P:54.0/27.0 C. 7.5	991227020636 Compiladores DI T/P:63.0/18.0 C. 8		
Séptimo semestre					Optativa CI T/P:54.0/27.0 C. 7.5		
Octavo semestre							

BA: CIENCIAS BÁSICAS **CI:** CIENCIAS DE LA INGENIERÍA **DI:** DISEÑO DE INGENIERÍA **CS:** CIENCIAS SOCIALES

Tabla A.2: Mapa Curricular (Opción de Sistemas).

A.3 Mapa Curricular (Opción de Electrónica)

En la **Tabla A.3** se muestra el mapa curricular de la opción de **electrónica**.

Primer semestre							
Segundo semestre							
Tercer semestre		991227010318 Electrónica I CI T/P:54.0/27.0 C. 7.5	991227010316 Circuitos lógicos I CI T/P:54.0/27.0 C. 7.5				
Cuarto semestre		991227010752 Métodos matemáticos BA T/P:63.0/18.0 C. 8.0		991227010424 Electrónica II CI T/P:54.0/27.0 C. 7.5	991227010422 Circuitos lógicos II CI T/P:54.0/27.0 C. 7.5		
Quinto semestre			991227010530 Comunicaciones I DI T/P:54.0/27.0 C. 7.5	991227010528 Microprocesadores I DI T/P:54.0/27.0 C. 7.5	991227010529 Control CI T/P:54.0/27.0 C. 7.5		
Sexto semestre			991227010635 Instrumentación DI T/P:63.0/18.0 C. 8.0	991227010636 Comunicaciones II DI T/P:54.0/27.0 C. 7.5	991227010634 Microprocesadores II DI T/P:54.0/27.0 C. 7.5		
Séptimo semestre					991227010739 Arquitectura de las computadoras DI T/P:54.0/27.0 C. 7.5		
Octavo semestre							

BA: CIENCIAS BÁSICAS **CI:** CIENCIAS DE LA INGENIERÍA **DI:** DISEÑO DE INGENIERÍA **CS:** CIENCIAS SOCIALES

Tabla A.3: Mapa Curricular (Opción de Electrónica).

A.4 Mapa Reticular

En la **Tabla A.4** se muestra el mapa reticular.

SEMESTRE I	T	P	TOTAL	CRED	SEMESTRE II	T	P	TOTAL	CRED
Análisis vectorial	3.5	1.0	4.5	8	Álgebra Lineal	4.5	0.0	4.5	9
Cálculo I	4.5	0.0	4.5	9	Cálculo II	4.5	0.0	4.5	9
Computación y sociedad	3.0	0.0	3.0	6	Circuitos Eléctricos	3.0	1.5	4.5	7.5
Física	3.0	1.5	4.5	7.5	Comunicación Oral y Escrita	4.5	0.0	4.5	9
Matemáticas discretas	4.5	0.0	4.5	9	Ecuaciones Diferenciales	4.5	0.0	4.5	9
Programación I	3.0	1.5	4.5	7.5	Programación II	3.0	1.5	4.5	7.5
TOTALES	21.5	4.0	25.5	47.0	TOTALES	24.0	3.0	27.0	51.0
SEMESTRE III	T	P	TOTAL	CRED	SEMESTRE IV	T	P	TOTAL	CRED
Ingeniería de Software I	3.0	1.5	4.5	7.5	Bases de Datos I	3.0	1.5	4.5	7.5
Probabilidad y Estadística	4.5	0.0	4.5	9	Economía	3.5	1.0	4.5	8
Proceso Administrativo	3.5	1.0	4.5	8	Sistemas Operativos I	3.5	1.0	4.5	8
Programación III	3.5	1.0	4.5	8	Circuitos Lógicos II (E)	3.0	1.5	4.5	7.5
Circuitos Lógicos I (E)	3.0	1.5	4.5	7.5	Electrónica II (E)	3.0	1.5	4.5	7.5
Electrónica I (E)	3.0	1.5	4.5	7.5	Métodos Matemáticos (E)	3.5	1.0	4.5	8
Electrónica analógica (S)	3.0	1.5	4.5	7.5	Comunicaciones Digitales (S)	3.0	1.5	4.5	7.5
Electrónica digital (S)	3.0	1.5	4.5	7.5	Ingeniería de Software II (S)	3.5	1.0	4.5	8
					Introducción a los Microprocesadores y Microcontroladores (S)	3.0	1.5	4.5	7.5
TOTALES (E)	20.5	6.5	27.0	47.5	TOTALES (E)	19.5	7.5	27.0	46.5
TOTALES (S)	20.5	6.5	27.0	47.5	TOTALES (S)	19.5	7.5	27.0	46.5
SEMESTRE V	T	P	TOTAL	CRED	SEMESTRE VI	T	P	TOTAL	CRED
Finanzas	3.5	1.0	4.5	8	Generación y Evaluación de Proyectos	3.0	0.0	3.0	6
Programación Orientada a Objetos I	3.0	1.5	4.5	7.5	Inteligencia Artificial	3.5	1.0	4.5	8
Redes de Computadoras I	3.5	1.0	4.5	8	Redes de Computadoras II	3.5	1.0	4.5	8
Comunicaciones I (E)	3.0	1.5	4.5	7.5	Comunicaciones II (E)	3.0	1.5	4.5	7.5
Control (E)	3.0	1.5	4.5	7.5	Instrumentación (E)	3.5	1.0	4.5	8
Microprocesadores I (E)	3.0	1.5	4.5	7.5	Microprocesadores II (E)	3.0	1.5	4.5	7.5
Adquisición de Datos (S)	3.0	1.5	4.5	7.5	Compiladores (S)	3.5	1.0	4.5	8
Bases de Datos II (S)	3.5	1.0	4.5	8	Programación Orientada a Objetos II (S)	3.0	1.5	4.5	7.5
Sistemas Operativos II (S)	3.5	1.0	4.5	8	Programación Visual (S)	3.0	1.5	4.5	7.5
TOTALES (E)	19.0	8.0	27.0	46.0	TOTALES (E)	19.5	6.0	25.5	45.0
TOTALES (S)	20.0	7.0	27.0	47.0	TOTALES (S)	19.5	6.0	25.5	45.0
SEMESTRE VII	T	P	TOTAL	CRED	SEMESTRE VIII	T	P	TOTAL	CRED
Investigación de operaciones	3.5	1.0	4.5	8	Administración de Centros de Cómputo	3.0	0.0	3.0	6
Técnicas de desarrollo de sistemas	3.0	1.5	4.5	7.5	Trabajo Terminal II	4.5	9.0	13.5	18
Trabajo terminal I	4.5	9.0	13.5	18	Optativa	3.0	1.5	4.5	7.5
Optativa	3.0	1.5	4.5	7.5	Optativa	3.5	1.0	4.5	8
Arquitectura de Computadoras (E)	3.0	1.5	4.5	7.5					
Optativa (S)	3.0	1.5	4.5	7.5					
TOTALES (E)	17.0	14.5	31.5	48.5	TOTALES (E)	14.0	11.5	25.5	39.5
TOTALES (S)	17.0	14.5	31.5	48.5	TOTALES (S)	14.0	11.5	25.5	39.5
TOTAL OPCIÓN ELECTRÓNICA						155.0	61.0	216.0	371.0
TOTAL OPCIÓN SISTEMAS						156.0	60.0	216.0	372.0

T: HORAS TEORÍA POR SEMANA
P: HORAS PRÁCTICA POR SEMANA
CRED: CRÉDITOS
S: OPCIÓN SISTEMAS
E: OPCIÓN ELECTRÓNICA

El número total de créditos puede variar dependiendo de las asignaturas optativas que se seleccionen en 7° y 8° semestres.

Tabla A.4: Mapa Reticular.

A.5 Mapa Reticular, optativas de séptimo y octavo semestre

En la **Tabla A.5** se muestra el **mapa reticular** con las asignaturas optativas de séptimo y octavo semestre.

SEMESTRE VII	T	P	TOTAL	CRED	SEMESTRE VIII	T	P	TOTAL	CRED
Algoritmia y programación de multimedia I	3.0	1.5	4.5	7.5	Algoritmia y programación de multimedia II	3.0	1.5	4.5	7.5
Aplicación de los microcontroladores	3.0	1.5	4.5	7.5	Bases de datos distribuidas II	3.0	1.5	4.5	7.5
Bases de datos distribuidas I	3.0	1.5	4.5	7.5	Calidad y productividad	4.5	0.0	4.5	9.0
Desarrollo de aplicaciones para la Web I	3.0	1.5	4.5	7.5	Desarrollo de aplicaciones para la Web II	3.0	1.5	4.5	7.5
Fundamentos de derecho para la computación I	3.5	1.0	4.5	8.0	Graficación II	3.0	1.5	4.5	7.5
Graficación I	3.0	1.5	4.5	7.5	Instrumentación avanzada II	4.5	0.0	4.5	9.0
Instrumentación avanzada I	4.5	0.0	4.5	9.0	Inteligencia artificial avanzada II	4.5	0.0	4.5	9.0
Inteligencia artificial avanzada I	3.5	1.0	4.5	8.0	Liderazgo	3.5	1.0	4.5	8.0
Procesadores digitales de señales I	4.5	0.0	4.5	9.0	Procesamiento de señales II	3.0	1.5	4.5	7.5
Procesamiento de señales I	3.0	1.5	4.5	7.5	Programación avanzada II	3.0	1.5	4.5	7.5
Programación avanzada I	3.0	1.5	4.5	7.5	Programación de sistemas II	3.0	1.5	4.5	7.5
Programación de sistemas I	1.5	3.0	4.5	6.0	Reconocimiento de imágenes	3.5	1.0	4.5	8.0
Redes neuronales artificiales I	3.0	1.5	4.5	7.5	Redes neuronales artificiales II	3.5	1.0	4.5	8.0
Robótica I	4.5	0.0	4.5	9.0	Robótica II	4.5	0.0	4.5	9.0
Seguridad en Redes y Criptografía	3.0	1.5	4.5	7.5	Sistemas neurodifusos II	3.5	1.0	4.5	8.0
Sistemas neurodifusos I	3.0	1.5	4.5	7.5	Sistemas electrónicos avanzados II	4.5	0.0	4.5	9.0
Sistemas electrónicos avanzados I	4.5	0.0	4.5	9.0					
Tratamiento digital de imágenes	3.5	1.0	4.5	8.0					

T: HORAS TEORÍA POR SEMANA
P: HORAS PRÁCTICA POR SEMANA
CRED: CRÉDITOS

Tabla A.5: Mapa Reticular, optativas de séptimo y octavo semestre.

A.6 Distribución de horas totales y de créditos por área

En las **Tablas A.6** y **A.7** se muestran las **distribuciones de horas totales** y de **créditos por área**.

Área/Opción	Electrónica		Sistemas	
	Créditos	Porcentaje	Créditos	Porcentaje
Ciencias Básicas	77.5	20.9%	69.5	18.7%
Ciencias de la Ingeniería	75.5	20.3%	60.5	16.2%
Diseño de Ingeniería	159.0	42.9%	183.0	49.2%
Ciencias Sociales	59.0	15.9%	59.0	15.9%

Tabla A.6: Distribución de horas totales por área.

Área/Opción	Electrónica			Sistemas		
	Teoría	Práctica	Total	Teoría	Práctica	Total
Ciencias Básicas	666	63	729	603	45	648
	17.2	1.6	18.8	15.5	1.2	16.7
Ciencias de la Ingeniería	549	261	810	441	207	648
	14.1	6.7	20.8	11.3	5.3	16.7
Diseño de Ingeniería	1080	702	1782	1269	756	2025
	27.8	18.1	45.8	32.6	19.4	52.1
Ciencias Sociales	495	72	567	495	72	567
	12.7	1.8	16.6	12.7	1.8	16.6
Total	2790	1098	3888	2808	1080	3888
	71.8	28.2	100.0	72.2	27.8	100.0

Tabla A.7: Distribución de créditos por área.

Apéndice B: Currículum Propuesto

B.1 Distribución porcentual por área del conocimiento

En la [Tabla B.1](#), se muestra la **distribución porcentual por área del conocimiento**, propuesta para el currículo de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales.

Área del conocimiento	%
Entorno social	10.0
Matemáticas	17.5
Arquitectura de computadoras	17.5
Redes	12.5
Software de base	12.5
Programación e ingeniería de software	17.5
Tratamiento de información	5.0
Interacción hombre máquina	7.5

Tabla B.1: Distribución porcentual por área del conocimiento.

B.2 Objetivos por área del plan de estudio

A continuación se realiza una descripción de los **objetivos por área del plan de estudios**, propuestos para la carrera de ingeniería en sistemas computacionales, que se imparte en la ESCOM-IPN.

B.2.1 Organizaciones

Objetivo: Brindar un conjunto de conocimientos y aspectos de normatividad, relativos a las organizaciones en general, con la doble finalidad de adecuarlos a las organizaciones informáticas, y de tener bases conceptuales para el desarrollo e implantación de sistemas informáticos relacionados con los aspectos administrativo-contables.

Teoría de las organizaciones

- **Tipos y principios básicos de las organizaciones.** Clasificación según fines y propietarios. Organismos públicos y privados. Empresas. Industrias. Tipos de sociedades. Estructura y comportamiento de las organizaciones. Teoría clásica. Teoría moderna de la organización. Áreas administrativas funcionales. Escuelas de administración. Organigramas. La Unidad de Informática. Manuales de organización. Planeación. Reestructuración de organizaciones. Capacitación. Métodos de diseño de procedimientos.
- **Procedimientos administrativos.** Procesos. Procedimientos. Métodos. Técnicas y tecnologías. Instrumentos y herramientas. Eficiencia, eficacia. Procesos básicos: planeación, organización, dirección y control. Flujos de información. Análisis de la complejidad de procesos y procedimientos. Metodologías para el diseño de procedimientos. Simplificación de procesos y procedimientos. Redistribución de funciones. Manuales.
- **Recursos humanos.** El personal. Puestos y funciones. Estructuras de sueldos y salarios. Prestaciones. Seguridad social. Sistemas de pago. Motivación, inducción. Capacitación: importancia y necesidad. Organigrama. Relaciones. Nóminas. Planeación y control de plazas.

Tópicos de manejo financiero

- **Principios básicos de contabilidad.** Objetivo de la contabilidad de una organización. Contabilidad general. Cuentas: clasificación y catálogos. Asientos de diario. Registro de operaciones. Cuentas específicas. Bancos y conciliaciones bancarias. Cuentas de

inventarios, ventas, gastos de operación. Estados financieros básicos: balance general, estado de resultados. Fuentes de información financiera.

- **Contabilidad de costos.** Catálogos de cuentas. Materia prima. Sueldos y salarios. Gastos indirectos y producción. Gastos de producción. Costos industriales. Toma de decisiones relativas a costos. Costos de fabricación, desarrollo, adecuación y costos de adquisiciones.
- **Presupuestos.** Finalidades del presupuesto: de previsión, de planeación, de control, de inversión, de integración, de operación, de dirección, de control. Presupuestos de ingresos y de egresos. Presupuestos por áreas de responsabilidad, por programas y actividades. Técnicas y herramientas para la elaboración de presupuestos.
- **Planeación financiera.** La función financiera. Funciones de la tesorería. Propietarios y trabajadores. El capital de trabajo: activos y pasivos. Sistemas financieros nacional e internacional. Organizaciones bancarias y de seguros. Organizaciones bursátiles, alternativas de financiamiento e inversión. Financiamiento internacional. Estudios de factibilidad.
- **Aspectos fiscales en las organizaciones.** Ley de Ingresos de la Federación. Ingresos en la organización. Implicaciones fiscales: contribuciones, reparto de utilidades, declaraciones. Previsión social. Inversiones. Gastos y estímulos fiscales. Mecanismos del IVA. El área fiscal en la organización y su relación con la unidad de informática.

Tópicos de manejo económico

- **Conceptos básicos de microeconomía.** Objeto de la ciencia económica. Corrientes de pensamiento económico y sistemas económicos. Sectores de la economía. Factores de la producción. La información. El mercado y la determinación de precios. Oferta y demanda. Elasticidad. Controles de precios. Producción y costos.
- **Conceptos básicos de macroeconomía.** Niveles de ingreso. Consumo, ahorro e inversión. Balanza de pago, cuentas nacionales, deuda interna y deuda externa, indicadores (PIB, PNB, otros). Banca: central, pública, privada, comercial, de desarrollo. Política fiscal. Crédito bancario y tasas de interés. Mercados de capitales. Inflación y desempleo. Situación económica de México.
- **Economía de la empresa.** La empresa y la estructura de producción. La empresa y la estructura de servicios. Toma de decisiones de tipo económico. Riesgo e incertidumbre. Costos, gastos e inversiones. Capital. Mercado: oferta y demanda. Mercados nacionales e internacionales. Exportación. Incubadoras de empresas. Empresas de bienes y servicios informáticos.

B.2.2 Unidades de informática

Objetivo: Estudiar las unidades informáticas desde la óptica de las organizaciones. Para ello se aplicarán y particularizarán los conceptos generales de éstas a las unidades de informática, sean parte de una organización mayor o empresas independientes.

Función de la informática

- **Unidades de informática en las organizaciones.** Misión y visión. Función y objetivos. Ubicación en la organización. Reorganización de la unidad de informática. Funciones informáticas centralizadas, distribuidas, independientes. Funciones de compras, mantenimiento, integración de soluciones, desarrollo. Vínculos formales e informales de la unidad informática con los demás órganos. Personal informático para las unidades de informática.
- **Empresas y proyectos informáticos.** Tipos de empresas de servicios informáticos. Principios rectores para el desarrollo de tecnología nacional: adaptación, adecuación, autonomía, independencia. Empresas pequeñas: la figura de los socios-técnicos; la figura de los dueños-directores. Recursos y servicios externos (outsourcing). Captación de necesidades. Definición de productos y servicios para el mercado. Productos a la medida. Productos para consumo final.
- **Administración de unidades informáticas.** Planeación de la unidad. Análisis de requerimientos y definición de los servicios de la unidad. Determinación de volúmenes de

información a manejar. Hardware y software: selección, licitaciones, compra, renta, licencias de uso. Normas de operación. Controles. Elaboración de reportes para los diferentes niveles jerárquicos de la organización.

- **Bienes informáticos.** Hardware y software adquirido, rentado, bajo licencia de uso. Contratos y licencias. Mantenimiento de equipos. Seguros especiales para hardware, para software, para la información particular de la organización. Resguardo y respaldo de la información.

Recursos humanos

- **Administración del personal informático.** Manejo de personal: búsqueda, selección, capacitación, supervisión, actualización. Departamentos internos. Descentralización de funciones, equipos y personal. Preparación formal en niveles profesional y técnico. Captación y retención de personal calificado. Políticas de sueldos y salarios. Estímulos. Penalizaciones por delitos informáticos.
- **Actualización del personal informático.** Actividades para la actualización continua en la organización. Importancia y necesidad de la actualización bajo la forma de estudios formales, capacitación, entrenamiento. Políticas específicas para actualización. Inversión en actualización.

Auditoria en las unidades de informática

- **Auditoria informática.** Concepto y metodologías generales para auditoria. Medios y herramientas para realizar auditoria. Obtención y análisis de la información. Dictamen. Evaluación de la definición de la unidad informática y de su misión. Evaluación de los sistemas. Equipos y sistemas. Desempeño. Accesos, protecciones, seguros. Riesgos de ambientes de PC aisladas. Redes organizacionales: diseño y accesos. Contratos y licencias. Empresas auditoras.

B.2.3 Ética y normatividad jurídica

Objetivo: Brindar conocimientos de normatividad jurídica y de políticas nacionales e internacionales para una adecuada ubicación de los bienes y servicios informáticos en su entorno social. Proporcionar un marco de conceptos y valores éticos para el quehacer profesional y el uso de bienes y servicios informáticos.

Marcos legales

- **Consideraciones legales.** El hombre y el derecho. Las leyes y su aplicación. Personas físicas y personas morales. El estado y la constitución. Contratos. Leyes relativas a ingresos y egresos. Leyes orgánicas de la administración pública federal, el servicio público. Régimen de concesiones. Formas de adquisición de bienes por parte del estado: compra, expropiación, nacionalización, confiscación.
- **Derecho mercantil.** El comerciante. La empresa. Sociedad mercantil. Sociedad de responsabilidad limitada. Sociedad anónima. Sociedad cooperativa. Títulos y operaciones de crédito. Quiebra y suspensión de pagos.
- **Política informática.** Normas regulatorias de la actividad informática: nacionales e internacionales. Legislación específica. Delitos informáticos. Diagnóstico y planes nacionales de desarrollo. Organismos de la administración pública federal responsables de la definición, implantación y regulación de políticas. Evaluación de las políticas informáticas y análisis de sus resultados. Licitaciones públicas. Tecnología informática: adaptación, adecuación, autonomía, independencia.
- **Los derechos humanos.** Derecho a la confidencialidad de la información. Privacidad de la información. Bases de datos públicas y privadas. Redes públicas y privadas. La tecnología como un bien económico y las obligaciones derivadas. Regulación de los servicios informáticos. El "poder" informático y el poder de la información: usos y abusos. Ética.

La era de la información

- **Autoría informática.** La autoría y creación del software. Derechos de autor: registro, regalías. "Piratería" del software. Contratos y licencias de uso de software; categorías de licencias: organizacionales, académicas, individuales. Ética.
- **Impacto de la tecnología.** Cultura tecnológica. Automatización de procesos. Cambios en las formas de producción y de operación. Despidos de personal. Cambio de funciones y tareas del personal. Aceptación y resistencias. Educación, capacitación y entrenamiento. Robotización. Tareas peligrosas para el ser humano y elementos tecnológicos de reemplazo o protección.
- **Impacto social de la informática.** Cultura informática general. La tecnología informática en diferentes niveles de educación. Bondades y riesgos. Posibilidades de estratificación y separación de la sociedad. Diferencias generacionales. Aplicaciones a diversas áreas de conocimiento y a distintas actividades humanas. Herramientas y ambientes para el usuario final. Sociología de la informática.

B.2.4 Matemáticas básicas

Objetivo: Proporcionar los conocimientos clásicos de la disciplina matemática que son la base formal para todos los desarrollos posteriores.

Cálculo

- **Diferencial e integral en una variable.** Números enteros, racionales y reales. Funciones. Gráficas. Límite y continuidad. Derivabilidad y continuidad. La derivada. Técnicas de derivación. La integral indefinida y la integral definida. Métodos de integración. Integrales impropias. Aplicaciones.
- **Diferencial e integral en varias variables.** La topología de \mathbb{R} y las funciones de varias variables. Vectores. Funciones y operaciones con funciones. Gráficas de funciones. Límite y continuidad. La derivada de funciones de varias variables. La integral de funciones de varias variables. La integral sobre una trayectoria. La integral sobre una superficie. Sucesiones y series de funciones.
- **Ecuaciones diferenciales** Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden homogéneo y no homogéneo continuas. Ecuaciones separables continuas. Ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden. El Wronskiano. Sistemas de ecuaciones. Métodos de aproximación para soluciones. Problemas de aplicación.
- **Series de Fourier.** Funciones periódicas. Propiedades de ortogonalidad. Series de Fourier trigonométricas. Condiciones de Dirichlet y propiedades de convergencia. Forma compleja de la serie de Fourier. Integración y diferenciación de las series de Fourier.
- **Transformadas de Fourier.** Integral de Fourier. Propiedades de las transformadas de Fourier. Transformadas de Fourier de derivadas. Teorema de convolución.

Álgebra

- **Lineal.** Espacios vectoriales sobre un campo. Dependencia e independencia lineal. Sistemas de ecuaciones lineales. Matrices y transformaciones lineales. Triangulación y diagonalización. Aplicaciones. Funciones multilineales. Determinantes. Valores y vectores propios. Producto escalar. Producto hermitiano. Norma. Vectores ortogonales. Proyecciones. Bases ortogonales y ortonormales.
- **Clásica.** Conjuntos. Relaciones. Funciones. Igualdad y composición de funciones. Tipos de funciones. Funciones invertibles. Cardinalidad de un conjunto. Conjuntos finitos e infinitos. Relaciones de equivalencia. Particiones. Relaciones de orden. Números naturales. Principio de inducción. Números enteros. Algoritmos de división y de máximo común divisor. Números primos. Teorema fundamental del álgebra. Congruencias. Ecuaciones y sistemas de ecuaciones módulo n . Números complejos: operaciones y propiedades. Representación polar. Raíces de números complejos.

- **Moderna**. Teoría de grupos: operaciones binarias en un conjunto. Semigrupos y monoides. Definición de grupo y ejemplos. Subgrupos. Operaciones sobre grupos. Automorfismos. Teoría de anillos. Homomorfismos. Anillos de polinomios.

Geometría

- **Vectores, rectas, planos y curvas** Vectores en \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 . Álgebra de los vectores. Interpretación geométrica. Producto escalar. Producto vectorial, triple producto escalar. Coordenadas polares. Curvas y superficies. Intersección de lugares geométricos. Rectas y planos. La recta. El plano. Familias de rectas, familias de planos. Círculos y esferas. Cónicas en el plano.
- **Transformaciones geométricas** La ecuación cuadrática en dos y tres variables. Traslaciones en \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3 . Rotaciones en \mathbb{R}^2 . Tangentes y normales. Curvas y superficies. Trazas. Vectores normales y planos tangentes a superficies en \mathbb{R}^3 . Coordenadas esféricas y cilíndricas.

B.2.5 Matemáticas aplicadas

Objetivo: Propiciar el ejercicio de habilidades formales como elemento formativo, y proporcionar conocimientos específicos de importancia instrumental para desarrollos posteriores.

Probabilidad y estadística

- **Probabilidad**. Definición de Probabilidad, espacio de probabilidad y espacio muestral. Teoremas básicos de la probabilidad. Cálculo de probabilidades. Probabilidad condicional. Eventos independientes. Variables aleatorias y funciones de probabilidad y de densidad. Valor esperado. Varianza.
- **Estadística descriptiva**. Poblaciones y muestras. Frecuencias. Histogramas. Parámetros estadísticos: media, mediana, cuartiles, moda, rango, varianza, desviación estándar. Medidas de tendencia y de dispersión. Coeficiente de variación. Pruebas de hipótesis.
- **Distribuciones** Discretas: binomial, hipergeométrica y de Poisson. Mínimos cuadrados. Independencia y convolución. Distribuciones continuas. Normal. El teorema del límite central. Densidades. Esperanzas, momentos y varianza. Distribución condicional. Distribuciones conjuntas e independencia. Convoluciones.

Cálculo numérico

- **Métodos numéricos**. Aritmética de punto flotante y aproximaciones. Teoría de errores. Resolución de sistemas de ecuaciones lineales. Resolución de ecuaciones algebraicas.

Simulación

- **Conceptos básicos**. Fenómenos continuos y discretos. Modelación continua. El plano fase. Puntos críticos. Variables aleatorias. Eventos y flujo del tiempo. Sistemas. Modelado de sistemas. Muestreo, estimación e inferencia inductiva. Generación y prueba de números aleatorios. Teoría de colas. Cadenas de Markov. Análisis de series de tiempo.
- **Técnicas de programación y lenguajes especiales**. El método de MonteCarlo. Simulación de sistemas: de espera, de inventarios, de cómputo. Procedimientos de optimización. Procedimientos de verificación y validación. Combinación de eventos discretos y de modelos continuos. Análisis de resultados. Lenguajes Simula, SIMSCRIPT, GPSS, otros.

Sistemas y control

- **Elementos para el control de procesos**. Comportamiento de sistemas. Procesos de identificación, modelado y control. Estados. Retroalimentación. Planteamiento analítico de modelos. Transformada Z. El proceso de modelado. Métodos de proporcionalidad,

semejanza, aproximación y ajuste. Métodos dinámicos. Simulación. Control digital directo. Control adaptable. Control numérico.

Investigación de operaciones

- **Programación lineal.** Modelos para maximización y minimización. Métodos gráficos. Región de soluciones factibles. Soluciones básicas, factibles y no factibles. Degeneración. Método simplex. Dualidad. Interpretación económica. Herramientas disponibles. El problema de transporte.
- **Programación no lineal, entera y dinámica.** Programación no lineal y problemas de máximos y mínimos. Programación cuadrática, convexa, separable. Programación entera: métodos de cortaduras y enumeración. Programación dinámica: métodos basados en la teoría de grupos.
- **Análisis de redes.** Elementos de teoría de gráficas en la formulación de problemas de redes. Árbol de peso mínimo. Propiedades de árboles. Algoritmos de solución. Análisis de sensibilidad. Ruta más corta. Flujo máximo. Flujo de costo mínimo entre origen y destino. Eliminación de circuitos negativos.

B.2.6 Matemáticas discretas

Objetivo: Brindar un cuerpo de conocimientos formales, esencialmente vinculados con la filosofía y disciplina computacionales. Proporcionar técnicas para planteamiento y resolución de problemas de conteo y enumeración.

Lógica y conjuntos

- **Lógica proposicional.** Sustitución textual y el concepto de igualdad. Expresiones booleanas. Igualdad y equivalencia. Satisfacibilidad, validez y dualidad. Teoremas de negación, inequivalencia, falso, disyunción, conjunción e implicación. Otros métodos de demostración: modus ponens; modus tollens; suposición del antecedente; demostración por casos; demostración por contradicción; demostración por contra-positivo. Aplicaciones
- **Lógica de predicados.** Cuantificación. Sintaxis e interpretación de la cuantificación. Reglas de manipulación. Rangos. Cuantificación universal. Cuantificación existencial. Predicados y programación: precondiciones y postcondiciones; invariantes.
- **Conjuntos.** Teoría de conjuntos. Descripción de conjuntos y membresía. Predicados para la membresía. Lógica de predicados y membresía. Operaciones sobre conjuntos. Teoremas relativos a las operaciones sobre conjuntos. Unión e intersección de familias de conjuntos. El axioma de elección. Paradojas y conjuntos mal definidos.

Combinatoria

- **Análisis combinatorio.** Inducción y recursión. Ordenaciones, permutaciones y combinaciones. Teorema del binomio. Coeficientes binomiales. Principio de inclusión y exclusión. Teoría de conteo. Funciones generadoras. Relaciones de recurrencia.

Relaciones y grafos

- **Relaciones.** Relaciones binarias y operaciones sobre ellas. Propiedades reflexiva, simétrica, transitiva y antisimétrica de relaciones binarias. Cerraduras simétrica, reflexiva y transitiva. Órdenes parciales. Conjuntos finitos parcialmente ordenados (lattices). Relación uno a uno entre las relaciones de equivalencia y las particiones en clases de equivalencia.
- **Gráficas.** Gráficas simples. Isomorfismo entre gráficas. Matrices de incidencia y adyacencia. Subgráficas. Grado de un vértice. Trayectorias y conexidad. Gráficas planas, planares y duales. Ciclos. Recorrido de Euler. Ciclos hamiltonianos. Apareamientos. Coloración de aristas y vértices. Números cromáticos.
- **Árboles.** Definición. Aristas de corte. Vértices de corte. Conexidad. Profundidad. Recorridos. Árboles balanceados. Aplicaciones. Árboles como fundamentación matemática de estructuras de datos.

B.2.7 Teoría matemática de la computación

Objetivo: Ofrecer los conocimientos formales que sustentan el modelo teórico y conceptual de las computadoras y del quehacer computacional en su sentido más amplio. Brindar elementos para el enriquecimiento de la comprensión de la disciplina computacional.

Autómatas y lenguajes formales

- **Máquinas de estado finito.** Definiciones elementales: estados, símbolos, transiciones. Teoremas de equivalencia entre lenguajes producidos por gramáticas y lenguajes reconocidos por autómatas. Jerarquización de autómatas: finitos, autómatas de pila, máquina de Turing; equivalencias de autómatas.
- **Reconocimiento de lenguajes.** Relaciones estructurales entre autómatas y gramáticas. Generación de lenguajes: árboles de derivación. El problema del reconocimiento. Esquemas de análisis sintáctico: parsing ascendente y descendente. Algoritmos de análisis sintáctico para lenguajes independientes del contexto.
- **Lenguajes formales.** Cadenas, lenguajes y operaciones. Gramáticas formales: definiciones, operaciones, tipos de lenguajes, ambigüedad, equivalencia, la jerarquización de Chomsky. Teoremas sobre gramáticas regulares y sobre gramáticas independientes del contexto. Derivaciones canónicas, lenguajes recursivos y recursivamente enumerables, los problemas indecidibles en teoría de lenguajes y su importancia filosófico-conceptual.

Sistemas formales

- **Máquinas de Turing.** Concepto de computabilidad. Concepto de procedimientos, procedimiento efectivo y algoritmo. Máquinas de Turing: modelos de computabilidad, problemas indecidibles (The Halting Problem). Límites de la computabilidad. Relaciones entre máquinas de Turing y teoría de funciones recursivas. Equivalencias formales.
- **Funciones recursivas** Funciones computables y algoritmos. Funciones recursivas primitivas. Predicados recursivos primitivos. Sistemas de Post. Producciones, sistemas canónicos. Cálculo Lambda.

Computabilidad

- **Complejidad.** Complejidad y computabilidad. Complejidad de algoritmos. Teorema del acotamiento. Clases de complejidad. Computabilidad polinomial. Clases P y NP. Algoritmos NP. Problemas NP completos. Problema de la satisfacibilidad. Problemas intratables demostrables. Complejidad de teorías de primer orden.
- **Decidibilidad.** Numeración de Gödel. Conjuntos recursivamente enumerables. Teorema de Rice. Problema de correspondencia de Post. Problemas insolubles. Tesis de Church Turing.

B.2.8 Física

Objetivo: Comprender los principios del funcionamiento de los circuitos electrónicos en general, y de los circuitos digitales en particular, para analizar aplicaciones usuales y hacer posible el tener diseños particulares.

Temas de mecánica, óptica y física moderna

- **Mecánica.** Necesidad de la física como ciencia para modelar, comprender y predecir el comportamiento de fenómenos de la naturaleza. Magnitudes y unidades. Fuerza. Sistemas en equilibrio estático. Dinámica. Masa. Trabajo. Energía. Potencia. Cinemática. Energía cinética y energía potencial. Conservación de la energía. Conservación de la cantidad de movimiento. Fuerza gravitacional. Leyes de Newton. Ley de gravitación universal. Campo gravitacional.
- **Óptica.** Movimiento ondulatorio. Teoría electromagnética: fotones y luz. Propagación de la luz. Óptica geométrica: lentes, diafragmas, espejos, sistemas ópticos. Reflexión óptica.

Refracción óptica. Interferencia óptica. Difracción óptica. Teoría cuántica de la luz. Radiación láser.

- **Física moderna.** Física relativista: relatividad galileana, ecuaciones de Lorente Fitzgerald, masa y energía relativistas. Teoría cuántica: radiación de un cuerpo negro, la hipótesis cuántica de Planck, el efecto fotoeléctrico, dualidad onda partícula, el modelo de Bohr, la hipótesis de De Broglie. Mecánica cuántica: la función de onda, el principio de incertidumbre de Heisenberg, implicaciones filosóficas, principio de exclusión de Pauli. Física nuclear: partículas atómicas y subatómicas. Fisión y fusión nucleares. Partículas elementales, quarks. Teorías unificadas.

Electricidad y magnetismo

- **Electricidad** Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Líneas de fuerza. Potencial eléctrico. Electrostatica. Conceptos básicos de electricidad y electrónica. Electrodinámica. Conductores y aislantes. Corriente eléctrica. Potencia eléctrica. Resistencia. Ley de Ohm. Conductividad. Circuitos eléctricos simples.
- **Magnetismo.** Inducción magnética. Fuerzas sobre conductores portadores de corriente. Concepto de magnetización. Imanes. Campo magnético. Características magnéticas de los materiales. Ferromagnetismo. Ferritas. Superconductividad: historia y materiales superconductores, inducción magnética. Ecuaciones de Maxwell.
- **Circuitos eléctricos** Características de los componentes pasivos y activos. Leyes de Kirchoff. Medición de corriente y voltaje. Relaciones entre corriente y voltaje. Análisis de circuitos resistivos. Respuestas a excitaciones variables en general y senoidales en particular. Respuesta transitoria y en estado permanente. Impedancia. Capacitancia. Condensadores. Circuitos RC, RL y RLC. Métodos de análisis en el dominio de la frecuencia. Funciones de transferencia. Amplificadores operacionales.

Electrónica

- **Principios de electrónica.** Componentes electrónicos básicos. Resistencia, capacitancia, inductancia. Semiconductores. Diodos. Manufactura. Arreglos de diodos: circuitos. Configuraciones con diodos en serie, en paralelo y en serie paralelo. Compuertas AND/OR. Transistores. Amplificadores operacionales. Aplicaciones de diodos. Flip-flops. Sistemas analógicos.
- **Circuitos electrónicos** Representación analítica de señales. Osciladores. Amplificadores. Conmutadores. Circuitos básicos: inversor, sumador, derivador, integrador. Moduladores y demoduladores. Circuitos integrados. Flip-flops integrados. Circuitos integrados lineales: amplificadores operacionales, reguladores (filtros y fuentes de poder), digitales (comparadores, convertidores).
- **Tecnologías de circuitos integrados.** Principios y fases de la integración. Circuitos integrados de pequeña, mediana y gran escala. Compuertas DTL, TTL y ECL. Tecnología TTL, MOS y CMOS. Circuitos estáticos y dinámicos. Microelectrónica. Dispositivos CCD. Rendimiento, economía de escala, interconexiones, terminales.
- **Dispositivos de propósito especial.** Conversores A/D y D/A. Necesidad de conversión. Métodos de conversión con realimentación y sin realimentación. Moduladores y demoduladores. Multiplexores.

B.2.9 Sistemas digitales

Objetivo: Proporcionar elementos teóricos y prácticos para analizar y comprender los subsistemas básicos de las computadoras, así como para su especificación y diseño.

Diseño lógico

- **Sistemas de numeración.** Representación de números: binario, octal, hexadecimal, decimal, BCD. Conversión. Operaciones. Aritmética de punto fijo y de punto flotante. Errores en las diferentes representaciones.

- **Circuitos combinatorios.** Álgebra de Boole: definiciones, teoremas básicos. Funciones lógicas. Simplificación de funciones lógicas. Mapas de Karnaugh. Minimización. Métodos de análisis y diseño. Compuertas. Sumadores. Convertidores de código. Decodificadores. Multiplexores. Tecnologías: TTL, ECL, MOS, CMOS, I²L, MSI, LSI.
- **Circuitos secuenciales.** Multivibradores (flipflops): Astable, monoestable, biestable. Diagramas de estado. Técnicas de minimización. Registros y transferencia de datos. Diseño de registros con biestables. Transferencia de datos. Contadores. Diseño de contadores asincrónicos. Diseño de contadores síncronos. Contadores integrados. Circuitos secuenciales sincronizados.

Subsistemas básicos

- **Unidades funcionales.** Estudio de las partes y de los subsistemas principales componentes de una computadora. CPU: unidad aritmética y lógica, unidad de control, registros. Procesador aritmético. Controladores. Puertos. Canales. Microprocesadores.
- **Memorias.** Almacenamiento: codificación, compresión, integridad (códigos de control, de paridad). Organización de memorias centrales: particiones, direccionamiento. Ciclos de acceso. Operaciones de buses. Memorias caché, memorias de lectura-escritura, de sólo lectura. Memoria virtual. Materiales y tecnologías de almacenamiento.
- **Dispositivos periféricos de almacenamiento externo.** Tambores, cintas y discos magnéticos, discos ópticos, discos compactos, diskettes. Características: tiempos de acceso, velocidades, capacidades de almacenamiento, bloqueaje, confiabilidad, tiempo de vida. Procesos síncronos y asincrónicos para atención de periféricos. Manejo de interrupciones. Programas de atención a periféricos: drivers.
- **Dispositivos periféricos de entrada-salida.** Lectoras de cinta de papel, de tarjetas perforadas: características, velocidad, fallas. Impresoras de matriz, de inyección de tinta, de tecnología láser, a color: características. Monitores: tamaños, resoluciones, colores. Scanners. Cámaras de video. Bocinas. Teclados. Ratón. Lápices ópticos. Atención de periféricos: interrupciones.

B.2.10 Tipos y configuraciones de computadoras

Objetivo: Estudiar diferentes arquitecturas de sistemas existentes a lo largo de su evolución histórica, y analizar las nuevas tendencias.

Arquitecturas y formas de procesamiento

- **Historia y evolución.** 2 Primera generación: lenguaje de máquina. Segunda generación: lenguaje ensamblador, primeros lenguajes de programación (FORTRAN, COBOL), compiladores y sistemas operativos, multiprogramación, procesamiento en batch o por lotes. Tercera generación: multiprogramación, multiprocesamiento, tiempo compartido, CPU y terminales, lenguajes algorítmico de programación evolucionamos (Algol, Pascal, PL/I). Mainframes. Cuarta generación: compactación de los componentes. Quinta generación. Microprogramación. Minicomputadoras. Microprocesadores.
- **Arquitectura clásica de von Neumann.** Descripción funcional de una computadora: CPU, memoria, dispositivos de entrada-salida. Codificación y representación interna de la información, almacenamiento. Unidad aritmética: números enteros, de punto fijo y de punto flotante. Unidad de control: contador de programa. Registros especiales decodificadores de instrucciones, de corrimiento. Lenguaje máquina: códigos de operación, direccionamiento. Buses para comunicación con los periféricos. Puertos. Interrupciones de entrada-salida. Unidades de medición de tiempos internos y de tiempos totales.
- **Arquitecturas alternativas** Máquinas de stack, arreglo, vector, multiprocesador, hipercubo. Conceptos CISC y RISC. Conceptos SIMD y MIMD. Arquitecturas secuenciales y arquitecturas paralelas. Clusters. Configuración en espejo. Comparación de arquitecturas, eficiencia, aplicaciones de arquitecturas alternas. Unidades de medición. MIPS y transacciones por segundo. Productos comerciales. Dispositivos centrales y dispositivos periféricos inteligentes. Supercomputadoras. Arquitecturas especiales.

Máquinas orientadas a procesamiento particulares. Diseños de hardware en función de lenguajes: máquinas Lisp, Algol, Prolog.

- **Microprocesadores** Descripción funcional: unidad de control, unidad aritmética, registros especiales, memorias, stacks, puertos, canales, relojes. Instrucciones, interrupciones, controladores. Entrada-salida serie y paralela. Puertos especiales: para el teclado, para la pantalla de despliegue, para convertidores A/D y D/A.
- **Configuraciones de equipos de cómputo.** Unidad central de procesamiento y periféricos. Lectoras de tarjetas y de cintas de papel. Impresoras. Discos y cintas, magnéticos y ópticos. Terminales. Otros periféricos: ratón, scanners, bocinas. Periféricos inteligentes y no inteligentes.
- **Formas de procesamiento.** Monoprocesamiento, multiprogramación, batch o por lotes, tiempo compartido, tiempo real. Diferentes paradigmas de programación y su relación con las arquitecturas. Procesamiento conversacional. Computación personal. Multiprocesamiento. Configuraciones multiprocesador: procesamiento distribuido, mensajes, eventos. Distribución de tareas: comunicaciones, sincronización y cooperación.
- **Modelo clienteservidor.** Servidores. Estaciones de trabajo. Computadoras personales. Caracterización por medio del software. Agentes. Especificidad funcional. Comunicación: cooperación, sincronización, mensajes, eventos.

Sistemas de propósito especial

- **Configuraciones especializadas** Diseño según un propósito determinado. Implantación en circuitos integrados de gran escala (VLSI). Procesadores especializados, software especializado. Uso de herramientas de propósito específico para el diseño de VLSI. Combinaciones hardware-software. Ejemplos: sistemas para control de procesos industriales, para filtrado y análisis de señales, para radiología, para alarmas, para prótesis médicas, para manufactura, otros.

B.2.11 Instalaciones y equipos

Objetivo: Brindar los conocimientos y pautas necesarios para la adecuada determinación de ambientes que respondan a normas y requerimientos físicos, de comodidad y de seguridad.

Instalaciones

- **Edilicias.** Ubicación del edificio o sala para los equipos (computadoras, servidores, sala de computadoras personales, otros). Piso falso, control de temperatura y de humedad, climatización especial. Aislamiento y protecciones.
- **Eléctricas** Infraestructura eléctrica: capacidades, balanceo de fases, tierras físicas, líneas dedicadas. Sistemas de potencia ininterrumpibles.

Administración y mantenimiento

- **Configuración inicial.** Consistencia, funcionalidad e integración de entornos operativos: usuarios, categorías, derechos de acceso. Definición de parámetros iniciales. Políticas de operación. Mobiliario: muebles especiales para diferentes equipos. Consideraciones de funcionalidad e higiene.
- **Mantenimiento.** Evaluación de nuevas tecnologías. Actualización. Ampliación por crecimiento: parámetros, estadísticas. Bitácoras de uso. Reemplazo de equipo.

Seguridad

- **Medidas** preventivas de seguridad. Respaldos externos de la información. Equipos respaldados en espejo. Centros de cómputo de respaldo. Bóvedas de seguridad.
- **Siniestros.** Robo: normas preventivas y mecanismos de seguridad y vigilancia de las instalaciones contra robo; alarmas. Acceso: normas de acceso a las salas con equipo; formas y medios para control del acceso. Incendios: detectores de fuego y de humo;

extinguidores. Interrupción de energía: equipos de fuerza ininterrumpible y plantas generadoras.

- **Seguros.** Seguros especiales para amparo de los equipos (hardware), del software y de la información. Valor de la información. Pólizas. Legislación pertinente.

B.2.12 Transmisión y comunicación de datos

Objetivo: Estudiar la teoría y conocer los elementos operativos requeridos para la transmisión y recepción de información.

Teoría de la información

- **Conceptos teóricos.** Transmisión y comunicación de información. Medida de la información. Entropía. Codificación. Ruido. Teorema de Shannon. Canales. Errores.
- **Códigos.** Codificación de la información. Redundancia. Protección. Códigos de control (bit de paridad, checksum). Códigos BCD (Binary Coded Decimal). Código de Hamming. Códigos algebraicos. Códigos ASCII (American Standard Code for Information Interchange) y EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code). Compresión de texto.
- **Errores.** Detección y corrección. Algoritmos: paridad, sumas de verificación, verificación redundante cíclica (Cyclic Redundancy Check). Métodos especiales.

Señales

- **Tipos y enlaces.** Datos analógicos y digitales. Señales analógicas. Señales digitales. Digitalización de señales. Banda base. Filtros. Modulación y demodulación: AM (Amplitude Modulation), FM (Frequency Modulation), PM (Phase Modulation). Módems.

Transmisión de voz, imágenes y datos

- **Comunicaciones.** Ancho de banda y espectro de frecuencias. Velocidad de canal y capacidad de transmisión. Circuitos dedicados y no dedicados. Circuitos virtuales. Conmutación de circuitos. Conmutación de paquetes.
- **Modos de transmisión.** Códigos de sincronización. Código Manchester. Transmisión sincrónica y asincrónica. Formatos de mensajes. Partición del canal. Multiplexaje por división de frecuencias. Multiplexaje por división de tiempo. Multicasting. Métodos de transmisión serie y paralelo. Broad casting.
- **Medios y elementos físicos.** Cable coaxial. Cable de par trenzado. Fibra óptica. Microondas analógicas y digitales. Tipos de satélites. Espacios satelitales. Microondas satelitales. Redes públicas digitales. Redes telefónicas. PBX (Private Branch Exchange). Redes amplias mediante PBX.
- **Dispositivos de comunicación.** Dispositivos de la capa física. Repetidores. Concentradores y distribuidores (Hubs). Conmutadores de datos, switches. Puentes. Enrutadores. Compuertas (Gateways).
- **Servicios de comunicaciones.** Vídeo interactivo. Teleconferencia. Videoconferencia. Estándar ITU H.320. Redes de alta velocidad. Frame Relay para transmisión integral. ATM (Asynchronous Transfer Mode). Redes RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) o ISDN (Integrated Services Digital Network).

B.2.13 Modelos

Objetivo: Estudiar los elementos teóricos, las características y las propiedades de los diferentes modelos de redes de cómputo, así como los componentes de las redes, con el fin de diseñar e implantar aplicaciones específicas.

Topologías

- **El modelo ISO/OSI.** Organización ISO (International Organization for Standardization). Organización OSI (Open Systems Interconnection). Modelo de referencia. Nivel 1: capa física. Nivel 2: Capa de enlace de datos. Nivel 3: Capa de red. Nivel 4: Capa de transporte. Nivel 5: Capa de sesión. Nivel 6: Capa de presentación. Nivel 7: Capa de aplicación.
- **Arquitectura.** Evolución de las redes de transmisión de voz y datos. Función de las redes. Capas y niveles de enlace. Modelo OSI. Redes LAN (Local Area Network), MAN (Metropolitan Area Network), WAN (Wide Area Network). Sistemas abiertos. Conectividad e interoperabilidad. Administración de redes, supervisión, dimensionamiento, seguridad, manejo de errores. Redes de redes.
- **Estándares y organizaciones.** DoD (Department of Defense). IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers). ITU (International Telecommunications Union). El modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection). SNA (Systems Network Architecture). DNA (DEC Network Architecture). BNA (Burroughs Network Architecture).
- **Redes locales (LAN).** Elementos de una red LAN (tarjeta de red, cableado, software). Esquema cliente-servidor. Servidores y anfitriones. Topologías físicas. Protocolo Polling. Protocolos de acceso al medio. Protocolo CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect). Protocolo Token Passing. Estándar IEEE 802.3: Ethernet. Estándar IEEE 802.4: Token Bus. **Estándar IEEE 802.5:** Token Ring. Estándar Fast Ethernet. Estándar FDDI/CDDI (FiberDistributed Data Interface / Copper). Conmutación de redes LAN (LAN switching). Redes LAN virtuales. Sistemas operativos de red.
- **Redes amplias (WAN).** Dispositivos DTE (Data Terminal Equipment) y DCE (Data Communications Equipment). Capas 3 y 4 de OSI. Medios de transmisión (cableado, microondas, satélite, radio). Protocolos orientados a conexión: X.25, Frame Relay, ATM. Protocolos no orientados a conexión: TCP/IP, SNA. Conexiones punto a punto y punto-multipunto. Software de interconectividad. Aplicaciones de las redes: Consultas compartidas. Transferencia de archivos. Terminal virtual. Correo electrónico.

B.2.14 Protocolos

Objetivo: Estudiar y analizar las convenciones empleadas para la comunicación entre las partes constitutivas de las redes de cómputo y comunicaciones.

Protocolos para comunicación

- **Protocolos de bajo nivel.** Noción de protocolo. Jerarquía de protocolos en OSI. Protocolos de la capa física: RS232, RS449; estándar V.x de ITU; interfaces X.21 y G.703. Protocolos orientados a caracteres y orientados a bits: ISO/HDLC (High level Data Link Control). Control de errores. Control de flujo. Protocolos de capa de enlace asociados con la norma IEEE: 802.X. Protocolos de capa de red: X.25 y LAPB (Link Access Procedure Balanced); IP (Internet Protocol); Frame Relay; ATM. Direcciones IP. Esquemas de direccionamiento.
- **Protocolos de alto nivel.** Protocolos de la capa de transporte: TCP (Transmission Control Protocol), UDP (User Datagram Protocol), IPX (Internetworking Packet Exchange), AppleTalk. Protocolos de la capa de sesión: X.215. Protocolos de capa de presentación: ASN.1 (Abstract Syntax Notation), X.409. Protocolos de la capa de aplicación: X.400 (correo electrónico) y X.500.

B.2.15 Intercomunicación de redes

Objetivo: Brindar los conocimientos de diseño y funcionalidad de las grandes redes globales, y proporcionar los elementos conceptuales para implantar redes de redes.

Interconectividad

- **Teoría de interconexiones.** Teoría de grafos. Esquemas de direccionamiento. Direcciones IP. Protocolos para resolución de direcciones: ARP (Address Resolution Protocol) y RARP (Reverse Address Resolution Protocol). Subredes y máscaras. DNS (Domain Name System). Dominio Unix. Llamado a procedimientos remotos (RPC: Remote Procedure Call). Programación con Sockets. Teoría de enrutamiento. Spanning Tree y enrutamiento de origen. Enrutamientos estático, dinámico, exterior e interior. Protocolos de enrutamiento: camino más corto, múltiple, centralizado, aislado, distribuido y jerárquico.
- **Dispositivos para interconexión.** Repetidores. Concentradores de cableado (hubs). Conmutadores (switches). Multiplexores. Puentes. Enrutadores. Configuración con RIP (Routing Information Protocol), IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) y OSPF (Open Shortest Path First). Intercomunicación entre distintas arquitecturas. Compuertas (gateways). Aplicaciones de las compuertas. Diseño de una red mediante enrutadores. Enrutadores multiprotocolo.
- Elementos de diseño de redes. Metodologías de desarrollo. Datos a considerar: capacidad del canal, requerimientos de tráfico, costos, servicios, tipos de aplicaciones. Proyección a futuro. Dimensionamiento y optimización de redes.

Interoperabilidad

- **Redes interconectadas.** Consideraciones de diseño. Análisis de la generación de tráfico producida por los diferentes protocolos. Sistemas heterogéneos. Administración y supervisión. Protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol). Redes globales. Precursoras: ARPAnet. NSFnet, USEnet, MILnet. NIC (Network Information Center). Internet. Evolución de las redes privadas.
- **Internet.** Familia de protocolos TCP/IP. Servicio de nombres (DNS: Domain Name Service). IPv6. Servicios: transferencia remota de archivos, correo electrónico, terminal virtual. World Wide Web. Configuración y programación en Internet. Herramientas de búsqueda de información. Consultas por menús. Consultas por hipertexto. Sitios Web. Creación de scripts y páginas Web. HTML (Hypertext Markup Language). Applets. Java. Dephi. Consideraciones de seguridad.

B.2.16 Seguridad e integridad de la información

Objetivo: Estudiar los diversos métodos para garantizar la seguridad y confiabilidad de los datos que circulan en las redes, asegurando el libre tránsito de información y manteniendo las condiciones de privacidad definidas por los usuarios y los administradores de los sistemas.

- **Integridad.** El papel de las capas OSI superiores en la transmisión confiable de información. Inserción de puntos de verificación por la capa de sesión. Conversión de formatos. Estándar ASN.1 (Abstract Syntax Notation). Métodos para garantizar la integridad en transmisión de textos comprimidos. Codificación dependiente del contexto. Comunicación confiable entre aplicaciones: traps. Software de supervisión.
- **Seguridad.** Seguridad en un sitio. Seguridad de extremo a extremo. Codificación y ciframiento de la información (encryption). Criptografía: llave secreta, llave pública, certificados de llaves públicas. Estándares ISO para codificación DES (Data Encryption Standard). Autenticación: código de acceso y confirmación de identidad. Firmas digitales. Software de protección (firewall).

B.2.17 Traductores

Objetivo: Estudiar la teoría, técnicas y metodologías para el diseño y construcción de los traductores: ensambladores, microprocesadores, intérpretes y compiladores, presentando las principales herramientas para la generación automática de traductores. Resaltar la importancia formativa de estos temas.

Traductores de bajo nivel

- **Ensambladores.** Función de un ensamblador. Estructuras de información necesarias. Procedimientos específicos para el proceso de ensamble. Pasadas del texto fuente. Tablas previamente construidas y tablas generadas en el ensamble. Tratamiento de operandos y modos de direccionamiento de la máquina objeto. Ensambladores residentes y cruzados. Ensamble condicional y su relación con el macroensamble.
- **Macroensambladores.** Definición de macroinstrucciones en ensamblador. Expansión de macroinstrucciones. Macroinstrucciones con parámetros. Ensamble condicional. Macrollamadas. Tablas y pasos del macroensamblador. Relación con el ensamblador.
- **Macroprocesadores.** Macros: definición y expansión simple, paramétrica, con anidamiento, etc. Tablas asociadas. Bibliotecas de macros. Expansión condicional. Variables y operadores del proceso de expansión. Pasadas del texto fuente (preprocesamiento).

Traductores de alto nivel

- **Intérpretes.** Concepto y diferencia entre intérpretes y traductores a código objeto. Interpretación directa o mediante pseudocódigo. Ventajas y desventajas. Intérpretes conversacionales y no conversacionales. Relación de costo y eficiencia entre interpretación y traducción a código objeto. Lenguajes para aplicaciones específicas susceptibles o idóneos para interpretación.
- **Compiladores.** Tipos de gramáticas. Notación formal de sintaxis. Análisis lexicográfico, tablas de símbolos. Análisis sintáctico. Algoritmos de parsing descendente (LL) y ascendente (LR). Generación de código, códigos intermedios. Optimización. Detección de errores y recuperación. Generadores de analizadores léxicos. Generadores de compiladores (compiler compiler).
- **Tópicos de compilación.** Problemas complejos en el tratamiento de lenguajes algorítmico. Estructuras de información y su implantación en memoria. Variables estáticas y dinámicas. Manejo dinámico de memoria. Persistencia. Bloques. Procedimientos, paso de parámetros, retornos. Recursividad. Registros de activación. Extensibilidad. Programación orientada a objetos. Definición de clases. Herencia. Instanciamiento.
- **Ambientes integrados.** Relaciones entre el compilador y el editor. Interfaz gráfica. Comunicación con el usuario. Manejo de errores. Depuración interactiva. Ayudas. Edición, compilación, ensamble y ejecución. Manejo de archivos temporales. Buffers en memoria.

B.2.18 Sistemas operativos

Objetivo: Estudiar la teoría, técnicas y metodologías para el diseño y construcción de sistemas operativos, con énfasis en cada uno de sus componentes: manejo del procesador, manejo de memoria, administración de dispositivos, y manejo de información.

Estructuras básicas

- **Historia y evolución.** Necesidad del sistema operativo. Mejor aprovechamiento de recursos de hardware. Gestión. Diseño de sistemas operativos en capas. Complejidad del sistema operativo: eficiencia o ineficiencia del sistema total de cómputo. Sistemas operativos a través de las generaciones de computadoras.
- **Esquema básico.** Objetivo y funciones generales. Concepto y evolución de los sistemas operativos. Estructura interna. Tipos de sistemas: monousuario, multiusuario, servidor de

red, de tiempo real, de propósito especial y otros. Diseño de sistemas operativos en capas. Uso y manejo de sistemas operativos.

- **Arquitectura de un sistema operativo.** Núcleo: procesos, estados, transiciones, operaciones con semáforos, secuencialidad, concurrencia, cooperación. Manejo de interrupciones. Manejo de memoria principal: particiones, paginación, segmentación, transformación de direcciones, relocalización, técnicas especiales. Manejo de entradas y salidas: códigos, buffers, spooling, eficiencia, detección de errores, independencia de los periféricos, periféricos especiales. Manejo del procesador: scheduling. Manejo de memoria secundaria: políticas y técnicas para la gestión. Manejo de dispositivos de E/S. Manejo de información: archivos. Lenguajes de control. Interfaces gráficas.
- **Desempeño de un sistema operativo.** Rendimiento de un sistema operativo: formas de medición. Herramientas matemáticas asociadas: teoría de colas, cálculo de probabilidades, procesos de Markov. Algoritmos de scheduling.
- **Manejo de dispositivos y servicios especiales.** Dispositivos de entrada/ salida. Configuración. Construcción de drivers. Seguridad y protección. Accesos, jerarquías.

Tipos de sistemas operativos

- **Tipos especiales de sistemas operativos.** Sistemas operativos de red. Sistemas distribuidos. Modelos de procesos distribuidos. Sistemas en tiempo real. Sistemas para procesamiento paralelo y concurrente. Sistemas para Multiprocesamiento.
- **Ambientes gráficos.** Interfaces gráficas: menús, íconos, manejo de ratón. Ventanas. Entornos multitarea. Activación simultánea de procesos. Intercomunicación entre procesos.

B.2.19 Utilerías y manejadores

Objetivo: Estudiar las principales categorías y herramientas de base necesarias para la configuración, el arranque, el uso eficiente y la operación de los sistemas de cómputo.

Orientados al usuario

- **Sistemas de respaldo y recuperación.** Medios de almacenamiento. Compactación y descompactación. Periodicidad y confiabilidad. Respallos incrementales. Recuperación de información desde medios con daños físicos. Herramientas para reparación y recuperación.
- **Tratamiento de virus.** Tipos de virus y vehículos de transmisión. Detección y erradicación. Reparación de archivos.

Orientados al sistema

- **Cargadores y ligadores.** Tipos de cargadores. Esquemas de carga. Relocalización. Tipos de ligaduras. El problema del binding. Resolución de direcciones y referencias externas. Esquemas dinámicos.
- **Administración y vigilancia.** Bitácoras. Detección de errores físicos. Manejo de suspensiones de energía e interrupciones de servicio. Herramientas para arranque y manejo de recursos físicos. Herramientas para diagnóstico. Reinicio de tareas. Puntos de reinicio.
- **Herramientas para la administración.** Uso de recursos físicos: manejadores de memoria, para optimización de espacio en disco, para dispositivos de comunicaciones. Instalación y arranque: definición de entornos iniciales, sistemas para instalación automática, autoinstalación. Manejadores para supervisión y diagnóstico de dispositivos físicos.

B.2.20 Algorítmica

Objetivo: Estudiar las técnicas de diseño necesarias para formular y expresar algoritmos computacionales, estructurando en forma eficiente la representación elegida para la información. Lograr la construcción de programas en forma correcta y metodológica. Estudiar los conceptos

teóricos requeridos para reconocer aquellos problemas para los cuales no existe solución algorítmica práctica.

Fundamentos de algorítmica

- **Historia de la computación.** Formas primitivas de cálculo y sistemas numéricos. El álgebra de Boole. Antecedentes de las computadoras. Generaciones y clasificación de computadoras. Cambios de tecnología. Evolución de lenguajes, sistemas operativos y otros componentes de software de base. Tipos de procesamiento (monoprocesamiento, concurrencia, multiprocesamiento, paralelismo). Multimedia. Redes. Cómputo distribuido y cooperativo. Redes globales. Internet.
- **Algorítmica básica.** Descripción de situaciones. Acciones para la resolución de un problema. Expresión de acciones y temporalidad. Representación de la información: datos. Concepto de programa almacenado. Definición de algoritmo y expresión. Diagramas de flujo. Pseudocódigo. Elementos de un lenguaje imperativo de programación. Información y estructuras algorítmicas de control. Consideraciones sobre metodología de objetos.
- **Enfoque estructurado.** Elementos básicos de un lenguaje imperativo (de procedimientos) de programación: variables, tipos simples (enteros, reales, caracteres, cadenas, lógicos), expresiones, estructuras algorítmicas de control (if, case, while, repeat, for). Arreglos de tipos simples. Segmentación de programas. Procedimientos y funciones: variables globales y locales, parámetros. Documentación de programas. Programación en lenguaje C, Pascal y otros.
- **Enfoque por objetos.** Concepto de objeto. Encapsulamiento de la información. Tipos abstractos de datos. Clases. Herencia. Polimorfismo. Comunicación entre objetos: mensajes. Lenguajes de programación por objetos y sus variantes: filosofía de Simula, Modula, Smalltalk, C++, Eiffel y otros.

Estructuras de datos

- **Estructuras estáticas en memoria central.** Información: tipos y valores. Arreglos: homogeneidad de la información, estatismo en memoria, acceso a elementos. Aplicaciones. Técnicas de búsqueda, eliminación, inserción y clasificación en arreglos unidimensionales y bidimensionales. Arreglos n dimensionales. Registros: heterogeneidad de la información. Acceso a elementos. Aplicaciones. Ortogonalización de arreglos y registros. Conjuntos.
- **Estructuras dinámicas en memoria central.** Dinamismo en memoria. Apuntadores. Listas. Árboles. Propiedades matemáticas de los árboles. Técnicas de rastreo, búsqueda, eliminación, inserción, otras. Búsqueda e inserción en árboles, en árboles balanceados, en árboles binarios, en árboles B. Algoritmos iterativos y algoritmos recursivos. Recursividad e inducción matemática. Concepto de recolector de basura (garbage collector). Ortogonalización de tipos de información.
- **Estructuras en memoria secundaria.** Archivos. Características físicas y características lógicas. Medios de almacenamiento. Tipos de organización de archivos: secuencial, secuencial con índices, llaves, llaves múltiples. Relación entre los medios de almacenamiento y las organizaciones. Archivos de información especial: directorios. Tratamiento de listas y árboles en memoria secundaria. Accesos y recuperación de información. RespalDOS y seguridad de la información.
- **Organización de archivos.** Tipos de archivos de acuerdo con su organización. Operaciones sobre archivos. Apuntadores e índices. Dispersión (Hashing). Técnicas de inspección. Archivos B y B+. Recuperación de datos por llaves múltiples. Técnicas especiales para acceso concurrente. Atributos de acceso. Bloqueos (record blocking, file blocking). Estructuras adicionales para seguridad: bits de protección, campos, encabezamientos, información redundante.
- **Clasificación.** Estructuras de datos adecuadas. Métodos de clasificación y consideraciones de complejidad (tiempo, espacio): del orden de n^2 , del orden de $n \log n$, etc. Análisis comparativo. Diseño y construcción de algoritmos en memoria (inserción, intercambio o burbuja, quicksort, mezcla, clasificación topológica, etc.). Necesidad de métodos especiales fuera de la memoria central.

- **Búsqueda.** Métodos de búsqueda, estructuras de datos relacionadas y consideraciones de complejidad. Análisis comparativo. Diseño y construcción de algoritmos en memoria (ej., lineal, binaria, en tablas de una o más dimensiones, por árboles binarios, hash: colisiones, etc.). Necesidad de métodos especiales fuera de la memoria central.

Complejidad

- **Medidas de complejidad.** Notación "O" y "o". Algoritmos de comportamiento asintótico "del orden de". Algoritmos de tiempo polinomial y de tiempo exponencial. Algoritmos factibles y no factibles. Cotas inferior y superior. Valor promedio, peor caso. Compromisos espacio-tiempo. Clases de complejidad: P, NP, NP completos. Complejidad en métodos de clasificación y búsqueda: tiempos en árboles binarios, en quicksort y en otros. Métodos para encontrar soluciones aproximadas a problemas no factibles.
- **Análisis de algoritmos.** Algoritmos iterativos y recursivos. Análisis de algoritmos recursivos: ecuaciones de recurrencia. Estimación de costos. Predicción. Criterios de medición. Instrumentos de software para efectuar mediciones. Eficiencia.
- **Estrategias para la construcción de algoritmos.** Selección de métodos basados en criterios de eficiencia. Tipos de algoritmos (ávidos, "divide y vencerás", backtrack, búsqueda local, por transformaciones, otros): definición, ejemplos, diseño (e implantación cuando corresponda), corrección, eficiencia, complejidad.

B.2.21 Paradigmas de programación y lenguajes

Objetivo: Estudiar la naturaleza de los lenguajes de programación considerando la filosofía que emplean para describir elementos de la realidad. Estudiar formas y características de implantación de los procesadores de los lenguajes. Analizar la evolución de los lenguajes de programación, así como presentar y discutir las tendencias futuras de su desarrollo.

Familias y tipos de lenguajes

- **Programación imperativa.** Modelado de la realidad por medio de representaciones de la información y de un conjunto de acciones a realizar. Orden de las acciones en el tiempo. Lenguajes representativos: FORTRAN, BASIC, Algol y lenguajes tipo Algol, Pascal, PL/I, C, COBOL.
- **Programación orientada a objetos.** Modelado de la realidad por medio de un conjunto de objetos que interactúan. Distancia semántica entre la realidad y el modelo. Facilidad de entendimiento y de modificación del modelo. Patrones de comportamiento de los objetos. Vinculación entre ellos. Lenguajes representativos: filosofía de Algol 68, Simula, Modula, Ada, Smalltalk, C++, Pascal extendido, Eiffel, otros.
- **Programación funcional.** Cálculo Lambda. Lenguaje Lisp: expresiones tipo S y tipo M. Símbolos atómicos. Funciones elementales. Listas. Composición de funciones. Recursividad. Programación y expresión de algoritmos en Lisp. Interpretetes. Extensiones del lenguaje.
- **Programación lógica.** Cláusulas de Horn. Variables, hechos y reglas. La programación lógica como paradigma para especificaciones; lenguajes de especificación, generalización de bases de datos relacionales, mecanismos de deducción. Parámetros de eficiencia. El lenguaje Prolog.
- **Programación visual y por eventos.** Principios: íconos, botones, marcos, menús, ventanas. Eventos producidos por el usuario. Combinación del paradigma algorítmico y elementos visuales. Manejo de eventos y comunicación con el entorno del usuario.
- **Comparación de lenguajes.** Historia de los lenguajes de programación. Análisis comparativo de diferentes lenguajes. Análisis de los diferentes paradigmas y sus lenguajes representativos. Aplicabilidad según los distintos tipos de problemas. Estilos. Eficiencia. Ventajas y desventajas de la programación imperativa, orientada a objetos, funcional y lógica. Implantaciones de los lenguajes.

Paralelismo y concurrencia

- **Relaciones entre algoritmos y arquitecturas** Secuencialidad y concurrencia. Computadoras de muy alto rendimiento para cálculos meteorológicos, de aerodinámica, de percepción remota, etc. Arquitecturas especiales para paralelismo: ejecución de instrucciones con superposición, superposición en el manejo de datos, arreglos de procesadores. Correspondencia entre arquitectura y algoritmos: algoritmos especiales orientados a las características del hardware. Computadoras SIMD, MIMD y otras. Computación paralela.
- **Algoritmos concurrentes** Arquitectura monoprocesador: secuencialidad y concurrencia. Simulación de ejecución en paralelo por medio de concurrencia. Comunicación entre procesos: sincronización, información compartida, canales y mensajes, protocolos. Abrazos mortales (deadlocks). Tiempo real. Componentes de sistemas operativos para manejo de interrupciones y atención de periféricos. Arquitectura multiprocesador: concurrencia.
- **Paralelismo.** Algoritmos de programación paralela: para arreglos de procesadores, para computadoras SIMD, para computadoras MIMD. Variables compartidas, mensajes. Algoritmos paralelos para métodos de clasificación, para manipulación de matrices y para métodos numéricos: ideas sobre el diseño y construcción, complejidad.

B.2.22 Sistemas de software

Objetivo: Presentar las diferentes filosofías, conceptos, metodologías y técnicas utilizadas para la construcción de sistemas grandes de software, considerando su análisis, especificaciones, diseño, programación, documentación, verificación y evaluación. Brindar elementos para lograr diseños modulares y susceptibles de ser realizados por grupos de desarrollo.

Análisis y diseño

- **Conceptos generales sobre sistemas.** Definición de sistemas. Naturaleza de los sistemas. Razones y criterios para la automatización de sistemas. Sistemas de información en las organizaciones. Ciclo de vida: análisis, diseño, desarrollo o construcción, implantación y prueba, liberación. Riesgos, planeación temporal, seguimiento y control. Estimación del costo y del tiempo global de desarrollo.
- **Análisis de sistemas.** Identificación de las necesidades. Especificación de requerimientos. Herramientas para el análisis. Viabilidad, análisis económico, análisis técnico. Importancia de la fase de análisis. Impacto de las fallas debidas a errores en el análisis: costos.
- **Metodologías para análisis.** Principios generales: convenciones, estándares, no duplicación o multiplicación del trabajo. Recabación de requerimientos. Cuestionarios, entrevistas. Modelado: herramientas. Métodos de análisis estructurado: diagramas de flujo de datos, diccionario de datos, diagramas de entidad-relación, diagramas de transición de estados. Métodos de análisis orientados a objetos (Rumbaugh, Booch y otros). Notación para la documentación del proceso.
- **Diseño de sistemas.** Fundamentos del diseño: abstracción, refinamiento, modularidad, jerarquías. Importancia de la fase de diseño. Impacto de los errores de diseño según el momento de su detección: costos. Segmentación del diseño: equipos de trabajo. Relaciones y jerarquías. Análisis y diseño dirigido por los datos (Warnier Orr). Análisis y diseño dirigido por funciones.
- **Metodologías de diseño.** Diálogo con el usuario. Ratificación de las etapas del diseño. Métodos especiales para diseño estructurado descendente y verificación ascendente. Metodologías de Jackson, de Yourdon, diagramas de Warnier Orr. Métodos de diseño orientados a objetos.

Implantación, prueba y mantenimiento

- **Ciclo de vida de los sistemas.** Modelos para el ciclo de vida: análisis-diseño-desarrollo; construcción-implantación; prueba-liberación y espiral-cascada. Segmentación y modalidad. Criterios y elementos de conexión entre las partes. Diálogo con el usuario a lo

largo de todo el ciclo de vida. Preparación del usuario para empleo del sistema y para formular requerimientos de actualización.

- **Control del avance de proyectos de software.** Control del avance del proyecto respecto de la calendarización programada. Tipos de retardos y análisis de sus causas: falta de especificaciones, malas especificaciones, errores en etapas anteriores y otros. Detección y corrección de las fallas: Retroalimentación. Red de tareas, métodos PERT y CPM.
- **Métodos de prueba.** Estrategias de prueba: verificación y validación. Pruebas unitarias. Integración de pruebas. Cumplimiento de especificaciones. Controles especiales. Pruebas de robustez. Detección y corrección de errores: depuración. Seguridad.
- **Mantenimiento y extensiones.** Definición de mantenimiento. Factores pertinentes. Mantenimiento preventivo. Ingeniería inversa y reingeniería. Mantenimiento correctivo. Adecuaciones. Extensiones de la operatividad. Importancia de la documentación para el mantenimiento. Costos.

Consideraciones de calidad

- **Normas, estándares y documentación.** Normatividad de formas, métodos, metodología y procedimientos de trabajo. Definición o adopción de estándares. División del trabajo. Documentación de procesos y procedimientos. Documentaciones parciales y final. Documentación para el usuario final.
- **Control de calidad de software.** Metodologías para detección de errores. Repercusión de errores en el costo total. Funciones y métricas de crecimiento de los costos. Factores de calidad: corrección, fiabilidad, eficiencia, facilidad de uso, de prueba y de mantenimiento, adaptabilidad y flexibilidad, portabilidad, re-uso, completitud, facilidad de auditoria.
- **Auditoria de sistemas** Documentación y seguimiento de estándares. Entradas y salidas. Procesos. Metodologías de desarrollo. Archivos: protecciones, accesos. Derechos del personal de la unidad informática y de los usuarios. Confidencialidad de los sistemas. Análisis de costo beneficio de los sistemas. Sistemas integrales en ambientes de PC aisladas y en red. Revisiones de integridad, consistencia, confidencialidad y seguridad de la información. Evaluación de la construcción y del mantenimiento de los sistemas. Planes de contingencia. Empresas auditoras.

B.2.23 Industria del software

Objetivo: Presentar los diferentes elementos que inciden en la creación de productos de software desde una perspectiva de desarrollo industrial, incluyendo aspectos de eficiencia del proceso de creación, uso de herramientas automatizadas para su desarrollo, robustez, adaptabilidad, análisis de costos y tiempos, y comercialización, entre otros.

Desarrollo industrial de software

- **Evolución del desarrollo de software.** Historia: arte y artesanía, confiabilidad, la permanente crisis del software, costos, relación de costos hardware-software. Costos por errores. Paradigmas de desarrollo de software: clásico o secuencial (ciclo de vida), nuevo o evolutivo (modelo en espiral: planeación de la gestión, análisis formal de riesgos, ingeniería y atención al cliente). Comparaciones conceptuales de la ingeniería de software con otras ingenierías. Ingeniería de software orientada a objetos. Participación del destinatario del producto de software en el desarrollo.
- **Características de los productos de software industrial.** Generación de componentes estandarizadas y reusables. Producción orientada al mercado. Nichos. Software "empaquetado". Estándares en el diseño y la construcción de software. Bloques de construcción: uso de componentes previamente desarrollados. Normatividad para controlar el avance del proyecto y la calidad. Robustez de los productos. Configuración y producción de variaciones. Especificaciones de los productos.

Automatización de la construcción de software

- **Métodos industriales para creación de software.** Desarrollo incremental. Interacción con el usuario: muestra del avance y retroalimentación. Elaboración de prototipos y experimentación. Ejecución de prototipos para simulación: reportes, vistas y formas de uso. Editores gráficos. Lenguajes de cuarta generación. Metodologías orientadas a objetos. Factores de escalamiento en la producción de software. Principios de base: la importancia del proceso de desarrollo, equipos de trabajo y división de las tareas, coordinación.
- **Herramientas para creación de software.** Herramientas para la gestión de proyectos. Herramientas para la elaboración de prototipos, para simulación de ejecuciones y para la producción rápida de reportes. Herramientas para programación: lenguajes convencionales, editores gráficos, lenguajes de cuarta generación, generadores automáticos de código. Herramientas con orientación a objetos. Herramientas para integración, ingeniería inversa y reingeniería. Integración y automatización de herramientas: entornos CASE (Computer Aided Software Engineering); estado presente, tendencias y evolución. Productos CASE en el mercado.

B.2.24 Bases de datos

Objetivo: Estudiar los principios de las bases de datos y sus diferentes modelos. Brindar los conocimientos necesarios para el diseño y realización de sistemas de bases de datos, considerando aspectos de análisis, organización lógica y física, determinación del modelo apropiado, así como selección y aplicación de las herramientas adecuadas.

Modelado y diseño

- **Conceptos generales.** Definición de una base de datos. Elementos de un sistema de base de datos. Objetivos. Consistencia. Compartición. Normas. Restricciones de seguridad. Integridad. Control centralizado y control distribuido. Administración de la base de datos. Abstracción de datos. Usuarios de la base de datos. Administrador de la base de datos.
- **El modelo jerárquico.** Estructura. Relaciones padre hijo. Propiedades del esquema. Árboles. Estructura de almacenamiento. Tipos de acceso. Integridad y seguridad del modelo. Definición completa de una base de datos jerárquica.
- **El modelo de red.** Estructura. Registros. Campos y datos. Tipos y ocurrencias de conjuntos. Limitantes de membresía (de inserción, retención y ordenamiento). Representaciones de ocurrencias. Set singular. Set de miembros múltiples. Set recursivo.
- **El modelo relacional.** Conceptos básicos. Dominios, atributos, tuplas, relaciones, atributos llave, llaves foráneas. Álgebra relacional. Operaciones. Cálculo relacional, Vistas. Esquema de base de datos relacional. Regla de unicidad. Regla de integridad referencial. Normalización.
- **Modelo entidad relación.** Atributos y entidades. Valores y dominios de los atributos. Tipos de entidades. Atributos llave. Tipos de relación. Instancias de relaciones. Restricciones estructurales. Entidad débil. Representación del modelo mediante diagramas. Generalización y especialización. Agregación. Conversión de los diagramas en tablas.
- **Diseño relacional.** Requerimientos y análisis. Diseño conceptual. Esquema conceptual. Diseño lógico. Diseño físico e implantación. Problemas de redundancia. Valores nulos. Dependencias funcionales. Reglas de inferencia. Formas normales: primera, segunda, tercera, interpretación de la tercera forma normal, forma normal de Boyce Codd. Proceso de normalización. Algoritmos de descomposición. Otros tipos de dependencias y formas normales. Dependencias multivaluadas.
- **Modelos alternativos.** Modelo orientado a objetos: tipos abstractos de datos, herencia, identidad de objetos, modelado de datos y estrategias de diseño, persistencia, métodos especiales de acceso, consideraciones de seguridad. Bases de datos heterogéneas: tecnología para interoperabilidad, esquemas, renombramiento, consultas, resolución de conflictos, optimización de consultas globales.
- **T18 Bases de datos distribuidas.** Concurrencia de procesos. Estructura y diseño: autonomía, dependencia y cooperación de funciones y módulos. Transparencia de uso.

Problemas de los sistemas distribuidos: procesamiento de consultas, actualización, recuperación. Manejo de deadlocks y caídas.

Manejadores y uso

- **Manejadores.** Caracterización por tipo de modelo y estructura interna. Capacidades. Seguridad. Consideraciones de instalación. Interfaces para recepción de datos. Interacciones con el entorno. Uso.
- **Lenguajes de consulta.** Tipos de lenguajes. Posibilidades. Lenguajes interactivos. SQL: conceptos básicos, definición de datos, consultas y actualización, manejo de vistas, SQL embebido. Lenguajes de programación (4GL). Relación con otros tipos de lenguajes y ambientes.
- **Arquitectura de sistemas de bases de datos.** Independencia lógica de datos. Independencia física de datos. Niveles interno, conceptual y externo de la arquitectura. Lenguaje de definición de datos. Diccionarios de datos. Lenguaje de manipulación de datos. Interfaces. Utilerías.

Desarrollo e implantación de aplicaciones

- **Elementos básicos.** Funciones del lenguaje de definición de datos. Funciones del lenguaje de manipulación de datos. Lenguajes de manipulación de datos de los modelos jerárquico, de red y relacional.
- **Manejo de archivos.** Almacenamiento de registros y organización de archivos. Dispositivos de almacenamiento secundario. Apuntadores. Tipos de registros y bloques. Estructura de almacenamiento de los diversos modelos.
- **Seguridad en bases de datos.** Aspectos de seguridad e integridad. Protección de bases de datos. Protección de accesos. Auditoria de bases de datos. Privilegios y autorizaciones. Especificación de restricciones. Restricciones en las transacciones. Validaciones.

B.2.25 Recuperación de información

Objetivo: Brindar los elementos teóricos requeridos para el manejo de grandes volúmenes de información, lo cual incluye el estudio de los aspectos característicos del hardware y software necesarios para un procesamiento eficiente.

Dispositivos de almacenamiento de información

- **Dispositivos.** Hardware especial según el modelo empleado. Discos magnéticos: estructura, organización, acceso. Funciones básicas de lectura y escritura. Discos ópticos: CDROM, CD interactivos. Cintas y cartuchos magnéticos: formatos, etiquetas, registros, factores de bloqueaje.

Archivos para grandes volúmenes de datos

- **Métodos.** Estructuras de datos auxiliares para organización de la información: reservorios, diccionarios de datos, directorios, estructuras de tipo hipertexto. Selección de métodos en función del volumen de los datos. Complejidad. Optimización. Procesamiento de transacciones. Concurrencia de transacciones.
- **Seguridad.** Protección y recuperación en caso de fallas. Jerarquías de usuarios. Derechos de acceso. Métodos de codificación y enciframiento. Algoritmos de codificación.

B.2.26 Sistemas de información

Objetivo: Estudiar y aplicar las distintas teorías, técnicas y metodologías de análisis y diseño para la concepción y entendimiento de sistemas de manejo de información, con el fin de modelar situaciones del entorno real, resolver problemas y optimizar la toma de decisiones.

Teoría de sistemas

- **Enfoques sistémicos.** El enfoque de la investigación de operaciones. Los sistemas de cómputo como parte de un sistema general. El sistema y su medio ambiente.
- **Control de calidad.** Significado. Técnicas. Control de entradas y salidas del sistema. Retroalimentación. Análisis estadístico. Garantías. Confiabilidad.

Análisis y diseño de sistemas de información

- **Análisis y diseño.** Interacción con los usuarios potenciales. Especificación de requerimientos. Metodologías de análisis y diseño de sistemas: de Yourdon, de Warnier, funcional, por objetos. Documentación.

Desarrollo e implantación

- **Desarrollo.** Evaluación y elección de herramientas adecuadas para el desarrollo: herramientas CASE, lenguajes de quinta generación. Lenguajes de programación orientados a sistemas de información. Modalidad. Diseño de pruebas: etapas, integración. Determinación de pautas y normatividad para los desarrollados.
- **Implantación.** Planeación de la implantación. Etapas críticas. Elaboración de manuales para usuarios. Pruebas y criterios de aceptación. Retroalimentación. Métodos de capacitación. Liberación del sistema.

Administración de sistemas de información

- **Organización y administración.** La función de los recursos de información. Asignación de recursos. Evaluación de alternativas en hardware y software. Manejo del personal de sistemas. Atención a los usuarios. Centros de información. El departamento de sistemas de información.

B.2.27 Graficación

Objetivo: Estudiar los principios y metodologías necesarias para la representación, manipulación y despliegue de figuras e imágenes en dos y tres dimensiones, considerando los dispositivos de hardware con características específicas para procesos de graficación.

Dispositivos

- **Medios.** Dispositivos de despliegue de barrido (raster) y de vector. Pantallas de alta resolución. Pantallas sensibles al tacto. Scanners. Lápiz electrónico. Graficadores. Impresoras de color. Multimedia: discos compactos, cámaras de video, tarjetas de audio, bocinas, micrófonos, tarjetas de aceleración de imágenes.

Algoritmos

- **Técnicas de programación.** Representación, manipulación y despliegue de objetos de dos y tres dimensiones. Representación de objetos primitivos (líneas, curvas, superficies) y objetos compuestos. Transformaciones en dos y tres dimensiones (traslaciones, rotaciones, escalamiento). Líneas ocultas y superficies. Sombreado y coloración. Gráficas interactivas y la interfaz con el usuario. Técnicas de animación.

Software dedicado

- **Productos.** Clasificación y alcances según funciones. Características generales y diferenciadoras. Facilidades diversas para dibujo, graficación, incorporación de textos, diseño, flujogramas, organigramas, efectos gráficos, animación, incorporación de sonido, manipulación de imágenes, fotos, filtros, creación de guiones. Edición por computadora (Desktop Publishing).

B.2.28 Inteligencia artificial

Objetivo: Estudiar la teoría y métodos heurísticos requeridos para la solución y modelaje de situaciones difíciles de expresar algorítmicamente. Aplicar lo anterior en el desarrollo de programas, sistemas expertos y sistemas de propósito específico.

Métodos

- **Lógica y resolución de problemas.** Inferencia utilizando modus ponens. Cláusulas de Horn. La regla de resolución. Encadenamiento hacia atrás. Formas normales. Unificación. Juegos. Búsquedas heurísticas. Método Minimax. Árboles de representación. Planeación. Tratamiento y representación de la ambigüedad. Probabilidad y enfoque bayesiano. Lógica difusa (fuzzy logic).
- **IBúsqueda.** Búsquedas a lo ancho y a profundidad. Profundización y ampliación iterativas. Búsquedas en grados. Listas abiertas y cerradas. Retroceso (backtracking) dinámico. Búsquedas heurísticas. Búsquedas con adversarios.
- **Lenguajes especiales** Rutinas básicas, estructuras de datos y de control. Ejemplos de lenguajes: Lisp, Prolog, Planner, SAIL, Scheme y Strips.

Representación del conocimiento

- **Aprendizaje.** Estructuras de representación. Búsqueda y control. Programas adaptativos y automodificables. Comportamiento cuasi inteligente. Juegos y estrategias.
- **Deducción.** Mecanismos para realización de inferencia deductiva: manipulación o aplicación de reglas generales a instancias específicas, demostración de teoremas, métodos deductivos para respuesta a preguntas, métodos de inferencia para planeación, resolución de problemas, lógica no monotónica, modal e intencional.
- **Redes neuronales.** Modelos de proceso paralelo y distribuido. Clasificación y reconocimiento de patrones: espacio de representación y clasificadores bayesianos. El Perceptrón simple. Redes multicapa. Retropropagación. Redes de Hopfield. Problemas de optimización. Máquinas de Boltzmann.

Sistemas expertos

- **Caracterización de los sistemas expertos** Conceptos básicos y estructuras. Funcionamiento. Dominio y limitaciones. Representación del conocimiento: fundamentos teóricos, redes semánticas, guiones, listas y árboles, reglas de producción, marcos.
- **Razonamiento y control.** Categorías de razonamiento. Sistemas de producciones. Encadenamiento hacia atrás y hacia adelante. Árbol de inferencia. Redes asociativas y sistemas de marcos. Razonamientos basados en modelos y en casos. Explicación y metaconocimiento.

Reconocimiento de formas

- **Visión.** Digitalización de imágenes y proceso por computadora. Procesamiento de bajo nivel. Transformadas de Fourier: discreta, bidimensional, rápida. Remoción de ruido. Detección de características. Transformaciones. Segmentación. Recuperación de información tridimensional. Reconocimiento de patrones.
- **Robótica.** Panorama actual. Tecnología robótica. Acciones y efectos finales. Percepción sensorial. Control e inteligencia del robot. Determinación de autonomía y navegación. Triangulación, autonomía en el momento de vuelo. Posicionamiento y percepción de proximidad.

Proceso de lenguaje natural

- **Elementos para el proceso sintáctico y semántico.** Modelos computacionales para el lenguaje natural. Conocimiento y lenguaje. Técnicas para reconocimiento de estructuras sintácticas y manejo de ambigüedad. Formalismos utilizados. Cláusulas relativas.

Operaciones básicas para la interpretación semántica. Oraciones embebidas y no embebidas. Jerarquías en las reglas. Problemática de la interpretación semántica: estrategias.

B.2.29 Interfaces humano máquina

Objetivo: Estudiar los conceptos, elementos físicos y técnicas de diseño y programación para lograr una comunicación fluida haciendo uso de medios múltiples. Analizar las características y propiedades de ciertas herramientas para el uso de la computadora como auxiliar en labores de diseño y modulación.

Diseño asistido por computadora

- **Diseño por computadora.** Automatización del proceso de diseño. Modelaje geométrico. Modelaje por representación de fronteras. Métodos de entrada interactivos. Ventanas y algoritmos de recorte. Representaciones, transformaciones y vistas en dos y tres dimensiones. Primitivas de salida. Supresión de superficies y líneas ocultas. Modelos de sombreado y color. Métodos de modelado. Diseño de la interfaz del usuario.
- **Programación con CAD.** Definición de CAD (Computer Aided Design). Automatización mediante el proceso de programación con CAD. Creación y mantenimiento de bases de datos para CAD. Diseño general de overlays, técnicas de producción y reproducción. Terminología de AutoLISP: archivos externos, sintaxis, estilo de programación, funciones definidas por el usuario, manejo de memoria, manejo de datos.

Aspectos conceptuales en la construcción de interfaces

- **Diseño de interfaces.** Necesidades del usuario final: ayudas, eco y solicitud de respuestas concretas. Herramientas automatizadas para la construcción de interfaces. Ciclo de vida de las interfaces.
- **Diálogos y guiones.** Agentes. Ejecución de guiones y estafetas semánticas. Proceso asincrónico de eventos. Objetos de interacción: botones, barras, íconos. Atributos seleccionables para los objetos. Diálogos multitenhebrados y concurrentes.

Apéndice C: Instructivo del IPN

El **Manual para el rediseño de planes y programas en el marco del nuevo Modelo Educativo y Académico** pretende hacer una contribución a la concreción y puesta en marcha del nuevo **Modelo Educativo [IPN 02]**, un resumen del contenido de este documento se presenta a continuación.

C.1 Currículum: elementos y criterios para una definición una propuesta de definición

La **Reforma Académica** del **Instituto** busca proporcionar una **formación centrada en el aprendizaje**. Es decir, construir y gestionar un nuevo enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje y de la relación que éste guarda con la transmisión, recreación y producción de conocimiento, para lograr, tanto en el docente como en el estudiante, una nueva actitud frente al conocimiento.

La rigidez de los planes de estudio y la orientación altamente especializada, limita las posibilidades de los estudiantes, ya que no reconoce las diferencias en antecedentes, estilos de aprendizaje, tiempos de dedicación y necesidades. La **Reforma Académica** busca superar esas debilidades.

El **currículum** es el instrumento de organización y de articulación académica, en cuyo marco, de manera dinámica, flexible e integrada, se expresa y proyecta el **Modelo Educativo**. Es el marco en el que se definen las relaciones entre los principales actores del proceso y el papel que a cada uno de ellos corresponde, y es el plan que conduce un proceso concreto de enseñanza-aprendizaje.

Propuesta metodológica para el diseño curricular en el IPN

El currículum es un plan que norma y conduce un proceso de enseñanza-aprendizaje, y que incluye por qué, para qué, qué, cuándo y cómo aprender, enseñar y evaluar, se requiere determinar los pasos a seguir para diseñar el currículum. La metodología propuesta sigue los cánones del diseño curricular, pero con una adaptación basada en la planeación estratégica y participativa. El esquema general muestra los pasos a seguir para el diseño (**Figura C.1**).

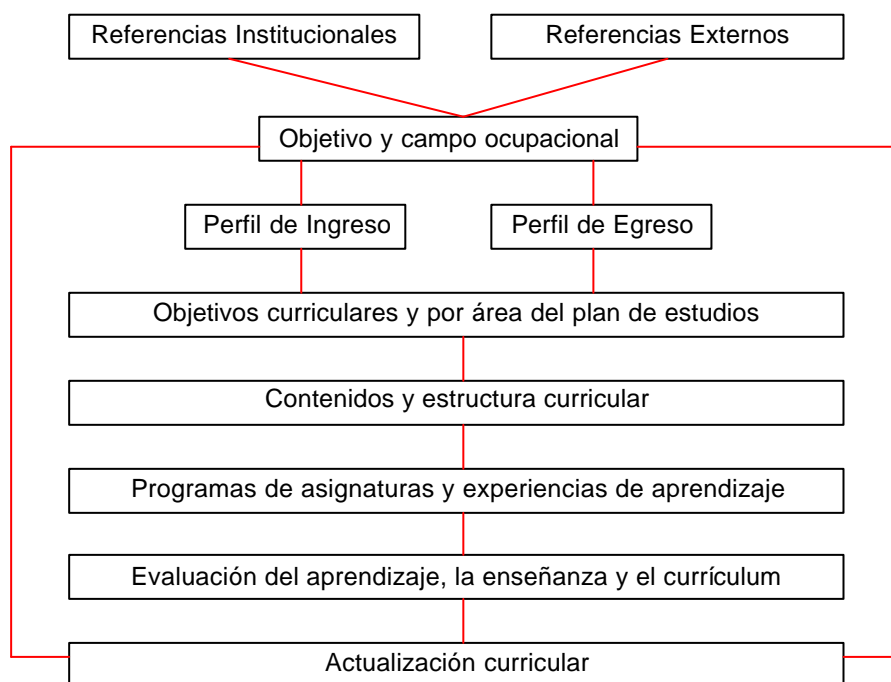


Figura C.1: Esquema general para el diseño curricular en el nivel licenciatura del IPN.

Es un esquema general que será necesario modificar de acuerdo con las condiciones particulares del trabajo a desarrollar.

Con el propósito de facilitar y agilizar el diseño curricular, la **Comisión de Diseño Curricular** estará integrada por directivos y académicos de las Unidades Académicas que se incorporen al nuevo Modelo Educativo, y podrá contar con el apoyo de grupos.

El **diseño curricular** en esta propuesta se lleva a cabo en cuatro etapas. Al final de cada una de ellas, se deberán revisar integralmente los avances y hacer las correcciones necesarias. Se deberá revisar la concordancia y evitar las contradicciones internas. Esto es, por ejemplo, si se ha señalado un aspecto importante en los referentes del currículum (una competencia específica para el ejercicio futuro de la profesión), se deberá verificar su inclusión en el perfil de egreso o en los objetivos curriculares.

La propuesta busca facilitar a los profesores, la información y las orientaciones necesarias para la elaboración de programas flexibles y centrados en el aprendizaje en concordancia con la propuesta educativa del Instituto. Por ello, se incorpora el diseño por **competencias** esto es, los conocimientos, habilidades, actitudes que se ponen en juego de manera integrada para el desempeño en un campo de acción. Sin embargo, la flexibilidad propuesta en el **Modelo Educativo** también implica que puedan ser utilizadas otras perspectivas de diseño.

Por lo tanto, en cada ejercicio de diseño curricular serán las **Comisiones** y los **Profesores del IPN** que definan este aspecto. Estas competencias se asocian a las áreas de formación institucional y de formación científica básica del **Modelo Académico del IPN**.

Estas **competencias** van ligadas al área de formación profesional propuesta en el **Modelo Académico del IPN**.

Estas competencias se asocian al área de formación terminal y de integración propuesta en el Modelo Académico. Son los conocimientos de los diversos campos disciplinarios (científicos, humanísticos, etc.) que se vinculan con la realización del contenido del trabajo.

Las **competencias profesionales** se integran al currículum como elementos propios, exigen resultados como elementos de constatación, capacitan para el trabajo de hoy y del futuro, pueden desarrollarse en diversos escenarios, implican conocimiento, comprensión, habilidades y actitudes y se ejercitan en la práctica laboral. Se integran al currículum en tres componentes:

1. **Disciplinario:** incluye los campos pertinentes a la formación disciplinaria y al ámbito del conocimiento básico y aplicado. Se asocian competencias genéricas que involucran conocimientos y actitudes que se traducen en capacidad de análisis, síntesis, comprensión y evaluación.
2. **Profesional:** abarca aquellos aspectos que distinguen una profesión de otra, como son sus marcos normativos, identidad, medios, lenguaje e instrumentos distintivos.
3. **Práctico-productivo:** incorpora los desempeños óptimos de actividades en las que se expresan las habilidades básicas para el desarrollo de tareas productivas e incluye competencias específicas asociadas a tareas particulares.

Cada una de las competencias asociadas a los componentes, pueden a su vez contener tres tipos de competencias: técnica, metodológica y social participativa, las cuales tienen un saber asociado específico.

El **saber asociado** a las competencias es **integral**, se desglosa en saber **referencial**, saber **hacer** y saber **ser** y **convivir**; la proporción de los tres tipos de saberes varía de acuerdo a la competencia específica que se analiza.

- La **competencia técnica** se refiere a la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes que trascienden los límites de una profesión e incluso de una familia profesional y

tiene asociado el saber referencial; por lo que comúnmente a esta competencia se le denomina saber referencial.

El **saber referencial**. Son los conocimientos de los diversos campos disciplinarios (científicos, humanísticos, etc.) que se vinculan con la realización del contenido del trabajo.

- La **competencia metodológica** se refiere a la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para ejecutar con calidad, los procesos de trabajo, actividades y tareas propios del campo del conocimiento de que se trate y tiene asociado el saber hacer; por lo que comúnmente a esta competencia se le denomina saber hacer.

El **saber hacer**. Corresponde a la capacidad de llevar a cabo procedimientos y operaciones prácticas diversas, mediante la aplicación de medios de trabajo específicos (equipos e instrumentos).

- La **competencia social o participativa** se refiere a la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes que proporcionan al individuo disposición al trabajo, capacidad de adaptación, intervención y transformación y tiene asociado el saber ser, por lo que comúnmente se le denomina saber ser o estar.

El **saber ser o estar**. Se refiere a la capacidad de establecer y desarrollar las relaciones que son necesarias en el ámbito del trabajo. Este saber tiene especial relevancia bajo las formas de organización del trabajo que ahora se están extendiendo y en las que es indispensable una mayor participación e involucramiento en los procesos de organización y desarrollo del trabajo.

Las **competencias** son la capacidad de actuar de manera eficaz en un tipo definido de situación, capacidad que se apoya en conocimientos, pero no se reduce a ellos. Para enfrentar una situación de la mejor manera posible, generalmente debemos hacer uso y asociar varios recursos cognitivos complementarios, entre los cuales se encuentran los conocimientos.

C.2 Referentes del currículum

Para **definir los contenidos** se puede preguntar: ¿Cuáles son los aspectos esenciales del proyecto educativo del que forma parte el currículum? ¿Cuáles son las demandas sociales a las que debe responder la institución? ¿Cuál es su responsabilidad social? ¿Hacia dónde va el conocimiento? ¿Cuáles son las tendencias futuras del ejercicio de esa profesión? ¿Cómo incorporar adecuadamente dichos aspectos?

La **primera etapa del diseño curricular** tiene como propósito identificar aquellos aspectos, tanto institucionales como externos a la institución, que deberán tomarse en cuenta para elaborar el currículum.

Los resultados del análisis de los referentes internos y externos proporcionan información indispensable para delimitar el **perfil del egresado**, los objetivos curriculares y algunos de los criterios necesarios para determinar el contenido curricular (conocimientos, habilidades, actitudes y valores). Cuando se trata del diseño de un nuevo programa educativo, esta parte del diseño curricular tiene el propósito, además de lo mencionado anteriormente, de evaluar su viabilidad.

Referentes institucionales

Se consideran fundamentalmente tres: **misión**, **visión** y **Modelo Educativo** de la institución. En la **Reforma Académica del Instituto Politécnico Nacional** se han considerado estos tres elementos como la base de la planeación estratégica.

Se busca que la oferta educativa y su contenido, así como la forma en que se concibe el proceso de enseñanza-aprendizaje respondan a la misión, visión y Modelo Educativo de la institución. La oferta educativa del **IPN** y su currículo facilitarán el cumplimiento de la misión

institucional y de los preceptos del Modelo Educativo, y contribuyen al logro de la visión de futuro del Instituto Politécnico Nacional.

Misión

El **Programa de Desarrollo Institucional 2001-2006**, define la misión institucional de la siguiente manera:

El Instituto Politécnico Nacional es la institución educativa laica y gratuita de Estado, rectora de la educación tecnológica pública en México, líder en la generación, aplicación, difusión y transferencia del conocimiento científico y tecnológico, creada para contribuir al desarrollo económico, social y político de la nación. Para lograrlo, su comunidad forma integralmente profesionales en los niveles medio superior, superior y postgrado, realiza investigación y extiende a la sociedad sus resultados, con calidad, responsabilidad, ética, tolerancia y compromiso social.

En el caso de que la **Unidad Académica** haya definido su **misión**, será necesario incorporarla en el análisis.

Visión

La **visión** es una parte de la planeación estratégica que define aquello que la organización quiere llegar a ser en el futuro, tanto en las características generales como en aspectos específicos, como es el caso de su oferta educativa y de los planes y programas de educación media superior, superior y postgrado. Es una imagen del futuro deseado y el sueño realizable del Instituto. Por ello, es importante considerarla en la determinación de la oferta educativa institucional y en los planes y programas que la concretan, con el propósito de que la oferta y sus programas contribuyan, mediante el trabajo cotidiano de su comunidad, a construir ese futuro deseado, ese anhelo compartido de calidad y responsabilidad social.

La visión de futuro planteada en el **Programa de Desarrollo Institucional 2001-2006** y en el documento **Un nuevo Modelo Educativo para el IPN**, se ha esbozado al año **2025** en los siguientes términos:

Una institución educativa innovadora, flexible, centrada en el aprendizaje; fortalecida en su carácter rector de la educación pública tecnológica en México, con personalidad jurídica y patrimonio propios, con capacidad de gobernarse a sí misma; enfocada a la generación, difusión y transferencia del conocimiento de calidad; con procesos de gestión transparentes y eficientes; con reconocimiento social amplio por sus resultados y sus contribuciones al desarrollo nacional; con una posición estratégica en los ámbitos nacional e internacional de producción y distribución del conocimiento.

En el año **2025**, el **IPN** estará caracterizado por:

- Un Modelo Educativo que refleje una concepción integral de la formación, con servicios educativos flexibles, multi, inter y transdisciplinarios, y polivalentes, concordantes con los avances del conocimiento y los cambios en las necesidades del estudiante y la sociedad.
- Procesos formativos, de investigación y extensión orientados hacia áreas científicas y tecnológicas de alto impacto social; que contribuyan a la construcción de una sociedad más justa, equitativa y basada en el conocimiento.
- Programas de estudio flexibles, innovadores y actualizados basados en el aprendizaje, que proporcionen una sólida formación académica y en valores éticos, para formar seres humanos capaces, responsables, conscientes y abiertos al cambio, que respondan a las necesidades de la sociedad.
- Una oferta educativa diversificada que, a través de la combinación de modalidades presenciales y no convencionales, y un adecuado uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones de vanguardia, ofrezca amplias posibilidades de formación en los niveles medio superior, superior y postgrado en todo el territorio nacional.

- Programas y modalidades articulados en los tres niveles, con académicos y estudiantes que transiten con facilidad entre éstos para compartir conocimientos y experiencias que enriquezcan los procesos formativos.
- Programas de estudio, investigación y extensión flexibles que permitan contar con salidas intermedias y terminales que reconozcan las diferencias individuales en el aprendizaje; favorecen la movilidad de los estudiantes dentro del propio Instituto y entre otros sistemas educativos nacionales y del extranjero; faciliten la incorporación de los egresados al mercado laboral o, en su caso, su permanencia en el mundo académico.
- Ofrecer un espacio para la formación, capacitación y actualización de calidad, a los aspirantes que hayan demostrado aptitud académica para cursar estudios de nivel medio superior, superior y postgrado, independientemente de sus posibilidades económicas.
- Contar con procesos de atención individualizada a los estudiantes que propicien la conclusión exitosa de su formación.
- Ofrecer una formación permanente basada en el principio fundamental de la educación a lo largo de la vida, con centros que funcionen en red y en ambientes de aprendizaje acordes a los requerimientos de cada individuo.
- Unidades Académicas transformadas en comunidades de aprendizaje permanente, como espacios donde los estudiantes despliegue su capacidad para aprender a aprender, a hacer, a interactuar y a emprender.
- Profesores que además de sus altas e importantes tareas en actividades académicas dentro del **IPN** funjan también como facilitadores del aprendizaje. Esto significa una característica en la cual aprender cotidianamente a través de su práctica docente, permanentemente actualizados y vinculados con los sectores productivos y de servicios; que formen parte de redes nacionales e internacionales de conocimiento y que constituyan una comunidad activa, responsable, abierta y comprometida con el **IPN**.
- Estudiantes como constructores de su proceso formativo integral, activos y entusiastas; que participen en programas académicos, deportivos y culturales, y sean ejemplo de responsabilidad dentro de la institución.
- Egresados que ocupen posiciones de liderazgo y cuyo desempeño, socialmente comprometido y reconocido, se caracterice por su capacidad para dar soluciones originales a problemas e identificar oportunidades emergentes.

Si la **Unidad Académica** ha definido su **visión**, será necesario que se incorpore en el análisis.

Modelo Educativo

El **Modelo Educativo** es una referencia institucional obligada para el diseño curricular, ya que expresa las concepciones sobre las relaciones con la sociedad, el conocimiento, la enseñanza y el aprendizaje, mismas que se sustentan en los propósitos y fines institucionales, en la misión, visión y valores del Instituto, y en su historia, vocación y filosofía institucional.

Al respecto, en la propuesta de nuevo **Modelo Educativo** se señala que en el marco del proceso de reforma académica del Instituto, la definición del **Modelo Educativo**, concebido como una guía básica del trabajo académico de las funciones sustantivas, se convierte en un aspecto crucial especialmente por lo que se refiere al rediseño de los currículos de la oferta educativa.

El **Instituto** busca una nueva fisonomía educativa, un conjunto de rasgos distintivos que permitan mejorar la calidad de sus procesos y resultados educativos a fin de cumplir con su vocación histórica y responsabilidad social. La propuesta es flexible ya que cada **Unidad Académica** lo deberá considerar en términos generales y, tomando en cuenta sus características, adaptarlo a sus requerimientos. Esto es especialmente relevante al rediseñar los currículos de los programas educativos que una **Unidad Académica** ofrece.

El **Nuevo Modelo Educativo del IPN** tendría como característica esencial la de estar centrado en el aprendizaje, pero un tipo de aprendizaje que:

- Promueva una formación integral y de alta calidad científica, tecnológica y humanística.
- Combine equilibradamente el desarrollo de conocimientos, actitudes, habilidades y valores.
- Proporcione una sólida formación que facilite el aprendizaje autónomo, el tránsito de los estudiantes entre niveles y modalidades educativas, instituciones nacionales y extranjeras y hacia el mercado de trabajo;
- Se exprese en procesos educativos flexibles e innovadores, con múltiples espacios de relación con el entorno.
- Permita que sus egresados sean capaces de combinar la teoría y la práctica para contribuir al desarrollo sustentable de la nación.

Referentes externos

El **objetivo** es determinar las formas y horizontes de desarrollo académico institucional en función de las demandas de la sociedad, las necesidades del desarrollo nacional y las tendencias nacionales e internacionales del avance del conocimiento, de la formación y las transformaciones didáctico-pedagógicas y del ejercicio de la profesión.

La identificación y análisis de los **referentes externos**, en lo que corresponde a las demandas de la **sociedad** y a las **necesidades del desarrollo nacional** permitirá asegurar una mayor pertinencia del programa que se diseña, garantizando el cumplimiento de la **función social** del **Instituto** establecida en su **misión**. Asimismo, al incorporar la revisión de las tendencias del **ejercicio de la profesión**, del **avance del conocimiento** y de las **mejores prácticas en la formación de los profesionales**, se asegura la inclusión de aspectos valiosos y, posiblemente, innovadores en el currículum. Esta revisión con seguridad detonará la creatividad de los miembros de la Comisión y generará o enriquecerá ideas y propuestas discutidas en la sección anterior.

Políticas públicas

Las **políticas públicas** reflejan prioridades del quehacer gubernamental y se definen para dar coherencia a los programas, en la medida en que dichas políticas se refieren a decisiones y cursos de acción para la atención a problemas específicos. Definen aquello que se ha considerado valioso para la actividad gubernamental, siendo también reflejo de las habilidades, capacidad y voluntad política para formularlas e implantarlas. Las políticas gubernamentales se traducen en programas de acción y fomento establecen los lineamientos con los cuales el financiamiento público será distribuido y asignado. En la medida en que las políticas son transferidas a programas orientan el desarrollo de las instituciones educativas del nivel superior.

El **Programa Nacional de Educación 2001-2006** establece tres objetivos estratégicos que se instrumentan mediante 12 programas de acción, estos son:

Ampliación de la cobertura con equidad:

1. Becas y financiamiento para estudios de tipo superior.
2. Ampliación y diversificación de la oferta del sistema de educación superior y creación de nuevos servicios e instituciones públicas.
3. Educación a distancia.

Educación superior de buena calidad:

1. Fortalecimiento integral de las instituciones públicas de educación superior.
2. Mejora del perfil del profesorado y consolidación de cuerpos académicos.
3. Atención a los estudiantes desde antes de su ingreso a la educación superior, durante su permanencia y hasta su egreso.
4. Enfoques educativos centrados en el aprendizaje.
5. Fortalecimiento del postgrado nacional.
6. Fortalecimiento del servicio social.
7. Evaluación y acreditación de la educación superior.

Integración, coordinación y gestión del sistema de educación superior.

1. Planeación y coordinación de la educación superior.
2. Financiamiento de la educación superior.

Diagnóstico del entorno social, de las tendencias del desarrollo nacional y del ejercicio profesional

La **vocación social del Instituto**, el papel en el desarrollo nacional que se establece en la **Ley Orgánica**, los preceptos de la **misión** y el **Modelo Educativo**, y la **visión** del futuro deseado hacen que esta parte del diseño curricular tenga una importancia mucho mayor en el **IPN** que la que pudiera tener en otro tipo de instituciones públicas.

La **pertinencia** es, uno de los criterios centrales para el trabajo institucional, y no se concibe sólo para el presente, sino también, con una visión anticipatorio para el futuro, ya que los retos que plantean el desarrollo del país y de la educación, requieren un liderazgo institucional que atienda las necesidades presentes con calidad y equidad, pero que al mismo tiempo sepa prever los requerimientos del futuro, adelantarse a ellos y ofrecer las alternativas de formación e investigación que den respuesta oportuna a la sociedad.

En el **proceso de diseño curricular** estas consideraciones deben tenerse presente, pero también, hay que reconocer que en algunas áreas del quehacer de las instituciones educativas del nivel superior se observa un alejamiento respecto al medio social y sus necesidades.

Es necesario precisar que en este punto no se trata de elaborar diagnósticos exhaustivos de la situación y el futuro nacional, sino de identificar los aspectos clave que tienen y tendrán (necesidades presentes y futuras) un impacto en la formación de profesionales en el programa que se diseña. Esto es, identificar los conocimientos, habilidades, actitudes y valores a incorporar en la formación para que los egresados se desempeñen adecuadamente en la vida familiar, social, política y económica del país.

Diagnóstico de la frontera del conocimiento

Uno de los retos se refiere a que tienen que dar respuesta a las nuevas exigencias provenientes de la **sociedad del conocimiento** y traducirlas a programas de docencia e investigación. Todo ello con normas de calidad y significación de carácter social. Si el conocimiento es parte integral del modelo de desarrollo, nos podemos hacer las siguientes preguntas:

¿Qué hay para aprender en la educación superior? ¿Cuáles son las formas de conocimiento que la sociedad pretende que la educación superior promueva?

Es importante rescatar la necesidad de identificar con claridad los contenidos, actualizados y pertinentes, que habrán de ser incorporados en el **nuevo currículum** y aquellos que habrán de ser eliminados por considerarse obsoletos. Para identificar dichos contenidos se elabora un diagnóstico del estado actual del conocimiento.

Diagnóstico de las tendencias de desarrollo académico y didáctico-pedagógico

El **IPN** busca mantener e incrementar su liderazgo nacional en la educación tecnológica pública de México y acrecentar su prestigio e influencia en el ámbito internacional. En consecuencia, mejorar el desempeño y resultados de sus procesos educativos es imprescindible. Para ello, es necesario aprender de las mejores prácticas y de las experiencias académicas de excelencia. Dichas prácticas se refieren, por un lado, a los contenidos que forman parte del currículum; a la organización y estructura curricular (el qué y cuándo), y por el otro, a la forma en que se enseña y aprende (el cómo), esto es, a las estrategias de enseñanza y aprendizaje que se ponen en juego en las instituciones académicas de excelencia.

Otro referente externo son los **organismos evaluadores y acreditadores**. Los requerimientos de dichos organismos han de ser tomados en cuenta, si se quiere asegurar un buen punto de partida para el reconocimiento público de la calidad del programa.

Para el diagnóstico de las tendencias de desarrollo académico y didáctico-pedagógico, se deben de tener en cuenta:

Para las instituciones educativas de excelencia

1. Identificar los aspectos fundamentales del perfil de egreso.
2. Identificar la estructura y contenido del plan de estudios.
3. Elaborar un cuadro que concentre la información del plan de estudios por área.
4. Identificar las características del proceso de enseñanza aprendizaje.
5. Otros aspectos de interés o que se consideren relevantes.

Para los organismos evaluadores y acreditadores

1. Identificar las recomendaciones en cuanto al perfil de egreso.
2. Identificar las recomendaciones relativas a los contenidos curriculares.
3. Identificar el peso relativo de los contenidos por área/eje del plan de estudios (por ejemplo, algunos organismos establecen recomendaciones para cada eje o área del plan de estudios, como podría ser que el **35%** o el **40%** de la carga horaria o de los créditos totales correspondan a las ciencias básicas).
4. Identificar recomendaciones respecto al proceso de enseñanza aprendizaje.
5. Otros aspectos que el grupo de trabajo considere relevantes.

C.3 Objetivos y perfiles curriculares

En esta etapa se diseñan los **lineamientos generales** para el plan de estudios que son: Objetivo general del programa, campo ocupacional de la profesión, perfiles de ingreso y egreso, y objetivos curriculares, tanto en lo general como por área del plan de estudios.

Objetivo general del programa y el campo profesional

Diseñar un **objetivo general** para el programa tiene la finalidad de contar con una guía para el trabajo posterior.

Expresa la finalidad del programa, y a grandes rasgos los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que se construirán, de manera integrada, a lo largo del programa educativo. Por su parte, el campo profesional se constituye con los espacios en los que preferentemente se ejerce la profesión, o aquellos en los que se espera pueda ser ejercida, esto es, las nuevas metas del desarrollo del campo profesional que en el presente no se encuentran plenamente constituidas.

Perfil de ingreso

El **perfil de ingreso** describe las características requeridas en los aspirantes a ingresar a un programa. Se conforma con los conocimientos, habilidades, actitudes y valores deseables para un desempeño escolar adecuado en el programa.

Los estudiantes que ingresen al **Instituto Politécnico Nacional**, en cualquiera de sus programas y niveles, deberán contar con los conocimientos y habilidades básicas, del nivel previo, que garanticen un adecuado desempeño en el nivel al que solicitan su ingreso. Asimismo, deberán contar con las actitudes y valores necesarios para responsabilizarse de su proceso formativo y asumir una posición activa frente al estudio y el desarrollo de los proyectos y trabajos requeridos, coincidentes con el ideario y principios del **IPN**.

Al tratarse de un perfil genérico, no implica que sustituya la elaboración de un perfil de ingreso para cada uno de los currículos que se diseñen. Significa que deberá tomarse en cuenta ya

que el programa forma parte del proyecto educativo institucional. El **perfil de ingreso** para un programa determinado deberá ser más preciso que el institucional.

Perfil de egreso

El **perfil de egreso** se define como el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y valores, así como el manejo de tecnologías, necesarios para considerar que se ha cumplido con los requerimientos de una formación determinada. También incluye la descripción genérica de las funciones, tareas y actividades que podrá desarrollar el egresado en el campo de aplicación o ejercicio profesional identificado previamente. El **perfil del egresado** puede definirse a partir de competencias profesionales que se constituyen por todos aquellos conocimientos, habilidades y actitudes que se integran y ponen en juego en la ejecución y desempeño exitoso de una tarea específica.

El **perfil de egreso** es determinante para las subsecuentes fases del diseño curricular. Es el referente básico que permite identificar los contenidos curriculares y las características del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las fuentes de información para elaborar el perfil de egreso son tres:

1. El resultado de los trabajos realizados en la etapa 1 del diseño curricular (marco de referencia del currículum).
2. Los propósitos y campo profesional definidos en la sección Objetivo general del programa y el campo profesional).
3. El perfil genérico de egreso del **IPN**, en tanto que el programa se inscribe en el proyecto educativo institucional.
4. La propuesta de nuevo Modelo Educativo del **IPN** define los requisitos para el **perfil de egreso** y el perfil del egresado de la siguiente manera:

En cada uno de los planes de estudio de los programas del Instituto se definirá un perfil del egresado que incorporará aspectos relativos a:

1. Los contenidos necesarios para cada nivel de estudios.
2. El ejercicio de las actividades profesionales para las cuales ha sido formado el egresado.
3. El funcionamiento social responsable del propio egresado. Sin embargo, el Modelo Educativo define una formación de carácter integral y orienta hacia algunas características del perfil deseable en todo egresado del Instituto, independientemente del programa de estudios y del nivel educativo.

En consecuencia, se define el **perfil de egreso** como:

Los egresados del **IPN** contarán con una sólida formación integral, con conocimientos generales científicos y tecnológicos, por lo que serán capaces de desempeñarse en distintos ámbitos, así como de combinar adecuadamente la teoría y la práctica en su campo profesional. Habrán desarrollado las habilidades necesarias para desenvolverse en ambientes de trabajo inter y multidisciplinarios, trabajar en equipo y liderazgo.

Todo egresado habrá recibido una formación sustentada en valores éticos, de responsabilidad, que los harán conscientes y abiertos al cambio, que respondan a las necesidades de la sociedad y al desarrollo sustentable de la nación.

Modelo académico del IPN

Para garantizar el cumplimiento de los propósitos institucionales plasmados en el **Modelo Educativo**, el diseño e los planes de estudio deberán considerar una estructura básica similar, pero flexible, que garantice la adquisición de los conocimientos, habilidades, actitudes y valores propios de un programa determinado, todo ello dentro del marco del Modelo Educativo adoptado.

La estructura básica para el nivel superior permitirá un funcionamiento flexible y estará constituida por áreas de formación que serán la base para organizar los objetivos y contenidos curriculares. Un **área de formación** se constituye con los contenidos requeridos en una etapa del proceso formativo, lo que no significa necesariamente una secuencia temporal definida. Son niveles o etapas que permiten organizar los contenidos para el logro de los objetivos curriculares.

Estas **áreas** incluyen, además de los contenidos tradicionales propios de un programa de estudios, un área de **formación institucional** que garantizará que todo estudiante cuente con un conjunto sólido de conocimientos y habilidades para construir su propio proceso de aprendizaje, así como con un conjunto de valores y actitudes, definidos en el perfil de egreso, concordantes con el **Modelo Educativo** y la **misión y visión del IPN**.

En este nivel (superior) la oferta educativa estará integrada por programas de profesional asociado y licenciatura, e incorporará competencias laborales que se definen en cada uno de los planes de estudio. De esta manera, todo estudiante tendrá, en diferentes etapas del plan de estudios, la posibilidad de contar con el reconocimiento y certificación de los estudios realizados que le permita incorporarse al mercado de trabajo. El siguiente esquema presenta las posibles salidas del nivel superior.

En las opciones de licenciatura como en las salidas laterales de profesional asociado, el plan de estudios contará con cuatro áreas de formación, como se ve en la **Figura C.2**.

Área de formación institucional	Área de formación científica básica	Área de formación profesional	Área de formación terminal y de integración
Unidades de aprendizaje para el desarrollo de competencias básicas	Obligatorias: 1) unidades de aprendizaje comunes a la rama 2) específicas del programa	Obligatorias: 1) comunes a un conjunto de programas similares 2) específicas del programa Optativas (máximo 10%)	Obligatorias de formación terminal 1) Servicio social 2) Titulación obligatorias de integración del conocimiento Electivas (al menos 5% de los créditos)
Profesional Asociado (180 créditos)			
24 créditos	Entre el 20 y el 25% de los créditos	Entre el 45 y el 60% de los créditos	Hasta el 20% de los créditos
Licenciatura (entre 350 y 450 créditos)			
24 créditos	Entre el 25 y el 35% de los créditos	Entre el 40 y el 50% de los créditos	Entre el 15 y el 25% de los créditos

Figura C.2: Educación superior. Contenidos y proporción de los créditos por área de formación en los planes de estudio.

Área de formación institucional. Esta área proporcionará conocimientos y desarrollará competencias básicas que darán a los estudiantes del **IPN** una mejor base para el desarrollo de los estudios de profesional asociado y licenciatura, de manera que se facilite, a lo largo de los estudios, la adquisición de nuevos conocimientos y competencias.

También, permitirá contribuir a la formación integral mediante el conocimiento del entorno y el desarrollo de las actitudes y valores señaladas en el **Modelo Educativo**. En esencia, esta área construye las bases para que los estudiantes desarrollen la capacidad de aprender a aprender y contribuya sustancialmente a aprender a ser, a convivir, a respetar y a emprender.

Las unidades de aprendizaje que estarán comprendidas en esta área, y de las que cada **Unidad Académica** podrá seleccionar las más adecuadas al perfil de egreso de los programas que atiende, serán las siguientes:

- Comunicación oral y escrita
- Tecnologías de Información y Comunicación
- Desarrollo de habilidades de pensamiento y aprendizaje
- Inglés
- Solución de problemas y creatividad
- Trabajo en equipo y liderazgo
- Desarrollo profesional y ético
- Desarrollo sustentable

El **área de formación científica básica** estará constituida por todos aquellos contenidos necesarios para construir las bases de conocimiento para un conjunto de programas de una misma rama. Los contenidos se organizan en unidades de aprendizaje del plan de estudios y corresponden exclusivamente a las ciencias fundamentales, aquellas que proporcionan los fundamentos de un determinado campo del saber científico y son indispensables para, posteriormente, comprender un campo específico de la realidad. Esta área contará con unidades de aprendizaje de los siguientes tipos:

- Obligatorias comunes a la rama
- Obligatorias específicas del programa

El **área de formación profesional** se integra con los contenidos propios de la formación profesional, es decir, incorpora todos aquellos contenidos y experiencias que construyen un perfil profesional determinado; aquello que caracteriza y que es propio de una formación profesional determinada. Se constituye con todos los contenidos encaminados a la adquisición de conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios para el desempeño de una actividad profesional.

- Obligatorias comunes a un conjunto de programas similares
- Obligatorias específicas de la formación profesional
- Optativas

El **área de formación terminal y de integración** estará constituida por las experiencias de aprendizaje que permitan integrar los contenidos curriculares adquiridos en las etapas previas de la formación, privilegiando la participación en proyectos y/o actividades de investigación, de vinculación, de extensión, entre otras. También, incorporará aquellas experiencias que permitan relacionar la formación académica con el ejercicio profesional. Esta área contará con unidades de aprendizaje de los siguientes tipos:

- Obligatorias de la formación terminal, servicio social y titulación
- Obligatorias de integración
- Electivas

Las **unidades de aprendizaje obligatorias** de integración serán aquellas que posibiliten al estudiante utilizar conocimientos y habilidades adquiridos en distintos momentos de su formación para la solución de problemas y la elaboración de proyectos propios de la formación profesional. Por su parte, las **unidades de aprendizaje electivas** serán aquellas que el estudiante podrá seleccionar libremente de entre la oferta institucional o de otras instituciones educativas. Permitirá que el estudiante satisfaga inquietudes vocacionales propias, enfatizar en algún aspecto de su profesión, o complementar la formación. Es la parte del plan de estudios que permitirá, con mayor claridad, la movilidad intra e interinstitucional.

Objetivos curriculares y por área formativa del plan de estudios

Los **objetivos curriculares** describen, los resultados esperados del proceso educativo. Los objetivos curriculares traducen las orientaciones y lineamientos elaborados en las fases anteriores del diseño, objetivo general y campo ocupacional y perfiles curriculares. La formulación de los objetivos curriculares deberá responder a las siguientes cuestiones: ¿A qué necesidades (sociales, profesionales, del conocimiento) habrá de responder el currículum? Los objetivos curriculares no deberán redactarse de manera que expresen conductas específicas observables, sino grandes resultados y finalidades del proceso educativo.

En la medida en que se cuente con un mayor número y diversidad de objetivos curriculares, se facilitará la selección de los contenidos que se realizará en la siguiente etapa del diseño.

C.4 Diseño del plan de estudios

El **diseño del plan de estudios** sirve para proceder a seleccionar y organizar los contenidos que formarán parte del plan de estudios y que permitirán, por una parte, responder a las necesidades presentes y futuras identificadas en la primera etapa, y formar al egresado con el perfil y los objetivos que han sido diseñados en la segunda etapa.

El **diseño curricular** incluye dos grandes aspectos:

1. El que propiamente corresponde al plan de estudios (los contenidos, su organización y secuencia)
2. El diseño de los programas de las asignaturas o experiencias de aprendizaje.

Los **contenidos** de los planes de estudio deberán incorporar aquello que se considere básico, relevante y actualizado para lograr lo que señale cada perfil de egreso, más que pretender una formación enciclopedista con planes de estudio excesivamente cargados de horas clase, donde a los contenidos tradicionales existentes se le agregan los nuevos derivados del avance de las disciplinas.

Selección de los contenidos curriculares

Cabe resaltar que el **Modelo Educativo del Instituto** y el **perfil de egreso**, hacen hincapié en el equilibrio adecuado de los contenidos en cuanto a:

1. Conocimientos básicos y generales
2. Los conocimientos especializados de la profesión o disciplina de que se trata.

Ello implica que se deberá analizar cuidadosamente la selección de los contenidos.

El plan de estudios es el camino que permitirá al estudiante transitar desde la situación inicial hacia las características señaladas en el perfil del egresado.

Una de las mayores responsabilidades que tiene a su cargo la **Comisión de Diseño Curricular** es verificar que sea posible construir el perfil de egreso a partir de la selección de contenidos curriculares que se elabore.

Para ello, primeramente se deberán determinar los **saberes asociados** a las **competencias** identificadas en los objetivos curriculares y en el perfil de egreso. Este trabajo se hará por etapas.

Integración de contenidos y estructura del plan de estudios

Los **planes de estudio del IPN** en el nuevo **Modelo Educativo** se encuentran estructurados por: asignaturas, áreas y ejes. Las áreas del plan de estudios son:

- Área de formación terminal y de integración
- Área de formación institucional
- Área de formación científica básica
- Área de formación profesional

Los ejes curriculares son aquellas líneas de la formación curricular que se definen a partir de los objetivos curriculares y del perfil de egreso, para las carreras de ingeniería:

- Área de formación terminal y de integración
- Área de formación institucional
- Área de formación científica básica
- Área de formación profesional
- Ciencias sociales y humanidades

Los segmentos del plan de estudios, que generalmente se conocen como asignaturas, y que corresponden a las unidades en las que se conforman los planes de estudio, se denominan indistintamente como asignaturas o unidades de aprendizaje, y pueden asumir diferentes formas:

Asignaturas, talleres, laboratorios, proyectos de investigación, vinculación, servicio social, extensión y prácticas

En esta parte del diseño curricular el objetivo es integrar los contenidos en segmentos del plan de estudios, y ubicar dichos contenidos en una estructura curricular.

Diseño de las salidas laterales

Con los objetivos curriculares por área del plan de estudios, se deberán identificar las posibles **salidas laterales**, en cuanto a las competencias laborales que se pudieran adquirir durante los primeros ciclos de la formación, y la posibilidad de contar con una carrera de **Profesional Asociado** que se sustentara en los contenidos curriculares definidos para el nivel licenciatura.

Una vez definidas las posibles **salidas laterales**, se deberá recorrer de nuevo el camino, a fin de recuperar la información pertinente y diseñar los objetivos curriculares, el perfil de egreso, el campo ocupacional del **Profesional Asociado** y los contenidos de las competencias laborales. Una vez hecho esto, se analiza el contenido del plan de estudios de la licenciatura, se identifica aquellas asignaturas o experiencias de aprendizaje que serían útiles para construir el perfil de egreso del **Profesional Asociado**, los contenidos faltantes y se diseña el plan de estudios. Debe recordarse que un **Profesional Asociado** no es equivalente de manera mecánica a los contenidos básicos del programa de licenciatura, sino que lleva una importante proporción de contenidos prácticos y de aplicación.

C.5 Diseño de cursos

El **plan de estudios** se concreta en cada una de las asignaturas o experiencias de aprendizaje que lo componen.

La adecuada comprensión del currículum y la interpretación, por parte de cada uno de los profesores, del papel que juega su asignatura es crucial para construir el **perfil de egreso**. No se trata de contenidos curriculares aislados, sino que, por el contrario, es una estructura compleja en que cada una de las asignaturas aporta una parte de los conocimientos, habilidades, valores y actitudes que el estudiante deberá poseer al final del proceso formativo, esto es, el perfil de egreso. Por ello, cada uno de los profesores que participan en el programa deberá conocer el

currículum completo, además de la información concreta que le permitirá diseñar su propio **programa**, o **plan de trabajo**.

La **descripción de la asignatura o experiencia de aprendizaje** que se deriva del diseño del plan de estudios, debe reconocer que cada grupo de estudiantes y cada profesor son diferentes. Este diseño quedará plasmado en un documento que se integra a la propuesta curricular.

Posteriormente, los profesores a cargo de las asignaturas diseñaran su propio **plan de trabajo o programa** detallado que será sometido a la aprobación de la academia correspondiente. Esto, también, contribuirá a la flexibilidad de la propuesta curricular.

La descripción general de cada una de las **asignaturas o experiencias de aprendizaje** se elabora a partir de los contenidos especificados en la etapa anterior. Dicha descripción deberá contener como mínimo los datos de identificación del programa y de la asignatura, así como el propósito, descripción general del contenido y la orientación didáctica que se sugiere al profesor. Cabe señalar que la descripción general se elabora para cada una de las asignaturas y experiencias de aprendizaje, esto incluye los cursos, seminarios, talleres, prácticas escolares o profesionales, clínicas, servicio social, y cualquier otro tipo de experiencia de aprendizaje que se haya incorporado en el plan de estudios.

Diseño de las asignaturas o experiencias de aprendizaje

El **programa** de una asignatura es la planeación de la secuencia en la que serán trabajados los contenidos y las experiencias concretas de enseñanza aprendizaje por parte de un profesor y con un grupo determinado de estudiantes.

El **programa de la asignatura** se debe basar en la descripción general ya elaborada por la **Comisión de Diseño Curricular**. Dicha descripción forma parte de la documentación oficial que se presenta a los órganos colegiados para la aprobación del currículum, mientras que el **programa de la asignatura** no forma parte de esa documentación oficial.

En el **programa de la asignatura**, el profesor planea de manera detallada el trabajo que realizará, y la academia correspondiente se asegura que el programa cumpla, tanto con el contenido, como con la orientación didáctica adecuada al contenido y al **Modelo Educativo del Instituto**.

Lineamientos didáctico-pedagógicos

La propuesta de nuevo **Modelo Educativo del IPN**, establece que la impartición de los contenidos deberá plantearse a través de formas de construcción del conocimiento que involucren la resolución de problemas, la investigación, el trabajo en equipo, la búsqueda de información, la elaboración de ensayos, las actividades prácticas y de trabajo comunitario, entre otros. Esta concepción sobre el proceso educativo requiere de un **estudiante** más activo y de un **profesor** que también se considere en su papel de **facilitador** de experiencias de aprendizaje y no solamente como **transmisor de información**. Los profesores podrán realizar nuevas actividades, algunas de ellas: utilizar la investigación, la solución de problemas y el aprendizaje colaborativo como estrategias de formación; definir y utilizar vías diversas, relacionadas con los conocimientos previos del estudiante, para fomentar la creatividad, la capacidad emprendedora y el desarrollo de habilidades, destrezas y valores, y la identificación cada vez más plena con los principios politécnicos.

Respecto al **constructivismo** en el proceso educativo, se señala que es la idea que mantiene que el individuo, tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos, no es un mero producto del ambiente ni un mero resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la **posición constructivista**, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano. ¿Con qué

instrumentos realiza la persona dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya se construyó en su relación con el medio que le rodea.

Dicho proceso de construcción depende de dos aspectos fundamentales:

1. De los conocimientos previos o representación que se tenga de la nueva información, o de la actividad o tarea a resolver.
2. De la actividad externa o interna que el aprendiz realice al respecto.

En esta perspectiva, los principios del **aprendizaje** y la **enseñanza** se podrían resumir de la siguiente manera:

- El aprendizaje implica un proceso constructivo interno, autoestructurante y en este sentido, es subjetivo y personal.
- El aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros, por lo tanto, es social y cooperativo.
- El aprendizaje es un proceso de (re)construcción de saberes culturales.
- El grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo, emocional y social, y de la naturaleza de las estructuras de conocimiento.
- El punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos y experiencias previos que tiene el aprendiz.
- El aprendizaje implica un proceso de reorganización interna de esquemas.
- El aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe con lo que debería saber.
- El aprendizaje tiene un importante componente afectivo, por lo que juegan un papel crucial los siguientes factores: el autoconocimiento, el establecimiento de motivos y metas personales, la disposición por aprender, las atribuciones sobre el éxito y el fracaso, las expectativas y representaciones mutuas.
- El aprendizaje requiere contextualización: los aprendices deben trabajar en tareas auténticas y significativas culturalmente, y necesitan aprender a resolver problemas con sentido.
- El aprendizaje se facilita con apoyos que conduzcan a la construcción de puentes cognitivos entre lo nuevo y lo familiar, y con materiales de aprendizaje potencialmente significativos.

En el **nuevo Modelo** el **profesor** asume un papel más amplio en el que se integran las funciones de docencia, investigación, extensión y vinculación (de acuerdo con la vocación e intereses de los académicos) y le permite asumir plenamente su profesión académica y, en la docencia, desempeñarse como profesor, tutor, guía y colaborador en la toma de decisiones del estudiante.

C.6 Puesta en marcha del plan de estudios

A la par de las **modificaciones curriculares** deben emprenderse **estrategias de formación de personal académico** y **servicios integrales de apoyo al aprendizaje** acordes al **Modelo Educativo** propuesto.

Para evaluar la **calidad de un programa**, se evalúa a su **personal académico**, y su idoneidad con relación a los objetivos y contenidos curriculares.

Perfil del profesor y formación del personal académico

En esta etapa del diseño curricular es necesario revisar, y elaborar nuevamente, el **perfil del personal docente** que participa en el programa. Se hace un **perfil del personal académico** idóneo para el programa, pero no se especifica lo que se tendrá que hacer para que el personal académico logre alcanzar dicho perfil.

El **proceso educativo** deberá estar **centrado en el aprendizaje**, con profesores que construyan espacios para la adquisición del conocimiento y faciliten el proceso. **Académicos** que aprendan enseñando, que incorporen adecuadamente el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y modalidades de enseñanza no convencionales, entre otros aspectos relevantes. La **reforma académica del Instituto Politécnico Nacional** se sustenta en el **personal académico** y de apoyo de las **Unidades Académicas**, ya que son ellos los responsables de hacer realidad una concepción integral de la profesión académica; esto es, articular adecuadamente las funciones de docencia, investigación y extensión, con el apoyo de la administración y dirección que deberá facilitar y alentar esta nueva forma de trabajo.

Condiciones de operación y desarrollo

Una vez determinados los contenidos del plan de estudios y la orientación didáctica, es posible identificar los requerimientos para **poner en marcha** el nuevo plan. Estos pueden ser de diversos tipos:

1. Apoyos para el aprendizaje.
2. Formación del personal académico.
3. Infraestructura y equipamiento que se requerirán en el corto, mediano y largo plazos.
4. Modificaciones a los procesos organización y gestión, entre otros.

Un **modelo centrado en el aprendizaje** requiere de nuevas formas de organización escolar. Esto es así ya que se reconoce el valor formativo de actividades de muy diversa naturaleza, como pueden ser: la participación en proyectos de investigación, de vinculación, de cooperación nacional o internacional, de servicio social, de extensión, etc., que generalmente se desarrollan en otros ámbitos distintos al aula. Será importante la participación activa de profesores y academias en el diseño de los proyectos, la concertación con otras instancias (dentro y fuera del Instituto), la coordinación de la ejecución de los proyectos, de la participación de los estudiantes y la evaluación de los aprendizajes obtenidos.

Un **modelo centrado en el aprendizaje** debe incluir nuevos servicios de apoyo al aprendizaje. Las tutorías adquieren una mayor relevancia, ya que no solamente serán necesarios para la asesoría en contenidos curriculares, sino también, para la adecuada toma de decisiones, por parte de los estudiantes, respecto de su trayectoria escolar.

Se requiere de la información del expediente escolar del estudiante (materias cursadas, calificaciones obtenidas, créditos acumulados), y el trabajo colegiado de las academias para el análisis de los problemas de aprendizaje y seguimiento a las trayectorias.

El **proceso de rediseño curricular** en un nuevo **Modelo Educativo** tiene un impacto mayor en toda la **Unidad Académica**, rebasando la planeación el límite estricto del diseño curricular.

El nuevo **Modelo Educativo del Instituto** reconoce que hay una diversidad de estrategias posibles. Si bien el nuevo **Modelo Educativo** requerirá del diseño de un plan general de acción, también es cierto que en cada una de las **Unidades Académicas** dicho plan asumirá tiempos y formas distintas que permitan recuperar la riqueza de la experiencia y la diversidad de las condiciones y características de cada una de las Unidades, a fin de garantizar el éxito de la propuesta y para construir una comunidad que aprende permanentemente y cuyo aprendizaje le permite mejorar de manera continua la calidad de su educación, investigación y extensión.

Por ello, al **plan general de acción para la puesta en marcha del Modelo Educativo**, se integrarán los planes de desarrollo de cada una de las **Unidades Académicas** Reconociendo las diferencias existentes en las **Unidades Académicas** derivadas del campo disciplinar que cultivan, de su historia y características, la propuesta de nuevo **Modelo Educativo** señala únicamente aquellos aspectos generales que se consideran relevantes para garantizar una adecuada puesta en marcha del modelo, estos son los siguientes:

- Operación del Programa Institucional de Tutorías en la Unidad Académica.
- Operación del Programa de Seguimiento a las Trayectorias Escolares.
- Reactivación de las Academias y cuerpos colegiados.
- Análisis y modificaciones a la evaluación de los aprendizajes y exámenes departamentales.
- Modificación del proceso de egreso y diseño de estrategias de incorporación al mercado de trabajo.
- Diseño de materiales de apoyo al aprendizaje.
- Evaluación de resultados preliminares de la implantación del modelo.
- Planeación estratégica en las Unidades Académicas y Convenio por la Calidad y la Innovación.
- Nuevas formas de gestión y organización escolar.
- Establecimiento de Comités de Vinculación en las Unidades Académicas.

C.7 Evaluación y actualización de planes y programas

El propósito es establecer los lineamientos que se utilizarán para asegurar la calidad y la mejora continua del currículum, así como el procedimiento para su actualización.

Se propone que la evaluación comprenda distintos ámbitos:

1. El diseño curricular.
2. La operación del plan de estudios.
3. Los resultados obtenidos y su impacto.

El Instituto ha promovido las **evaluaciones externas** con fines de acreditación de sus programas del nivel medio superior y superior. Las actividades desarrolladas en este campo han permitido un importante aprendizaje institucional.

Las tareas realizadas para la acreditación, esto es, la **autoevaluación** y la **interacción con los evaluadores externos**, han proporcionado información relevante que deberá ser considerada en la propuesta que se elabore. En todo momento habrá que cuidar que la calidad y las fortalezas institucionales se conserven y acrecenten.

La **evaluación** deberá ser continua y que no se concrete a las etapas finales o al concluir un periodo de tiempo determinado. Dado que el propósito de la evaluación es mejorar un programa educativo, se propone en la siguiente figura una secuencia de acciones que pudiera ser de utilidad.

Un **plan de estudios** tiene como propósito formar **egresados de calidad**, esto es, que posean los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que fueron señalados en el perfil de egreso.

Evaluación y actualización curricular

La **evaluación** tiene el propósito de **mejorar el programa educativo**, lo que deberá estar claramente reflejado en los criterios y metodologías que se diseñen. Hay diferentes tipos de evaluación, en este caso, se trata de contrastar y emitir un juicio respecto al deber ser del programa.

Esto es, si la planeación establecida (el diseño curricular) es congruente con los fines institucionales y con las necesidades sociales que pretende atender. Entre otros aspectos a evaluar se encuentran los siguientes:

- Consistencia interna y externa del currículum
- Operación del programa y la calidad del servicio educativo que se presta.

El primer ejercicio de evaluación corresponde al **diseño curricular** (consistencia interna y externa del programa), misma que deberá realizarse antes de poner en marcha el nuevo plan de

estudios a fin de hacer las modificaciones necesarias de manera oportuna. Una vez que inicia operaciones un plan de estudios, generalmente se espera hasta que egresa la primera generación para analizar sus resultados.

La metodología que se proponga y la información que se requiera será aquella que permita evaluar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Concordancia de los contenidos seleccionados con los referentes institucionales y externos.
- Congruencia de la propuesta curricular y las necesidades que pretende satisfacer.
- Vigencia de los referentes externos (avances en el conocimiento, desarrollo de nuevas metodologías, técnicas; nuevas tendencias en el ejercicio de la profesión, etc.).
- Congruencia de los contenidos del plan de estudios con el perfil del egresado y los objetivos curriculares.
- Idoneidad de la estructura del plan de estudios para obtener los resultados esperados.
- Resultados obtenidos en cuanto a la capacidad del programa para retener estudiantes y a la calidad de sus egresados.
- Suficiencia de los recursos destinados al programa.
- Correspondencia de los recursos utilizados y los resultados obtenidos.

Evaluación y actualización de los programas de las unidades de aprendizaje o asignaturas

Un aspecto que deberá ser atendido por las **academias** y por los **profesores** es la **evaluación y actualización de los programas** de las **unidades de aprendizaje o asignaturas**. Esta **evaluación** comprende tanto los contenidos como las estrategias didácticas seleccionadas/propuestas para cada una de las asignaturas o experiencias de aprendizaje contenidas en el plan de estudios.

Evaluación de estudiantes y profesores

La **evaluación de estudiantes y profesores** tiene múltiples propósitos. En el caso de los **estudiantes**, se evalúa para:

1. Determinar si un aspirante cumple con el perfil de ingreso al programa.
2. Acreditar una asignatura o unidad de aprendizaje.
3. Egresar del programa.

En cuanto a los **profesores**, el propósito es mejorar las prácticas de enseñanza e identificar necesidades de formación para mejorar el aprendizaje y rendimiento de los estudiantes.

El **examen de ingreso** proporciona información valiosa sobre la formación previa del estudiante. Esta información debería ser utilizada para la toma de decisiones en cada una de las asignaturas del primer ciclo escolar en el que se haya inscrito el estudiante, a fin de hacer ajustes en los programas de las asignaturas y definir las necesidades en cuanto a tutoría, asesoría y programas de apoyo de tipo remedial. Durante el trayecto, y no únicamente con fines de acreditar una asignatura y obtener el crédito y calificación correspondiente, la evaluación permite identificar contenidos con mayor grado de dificultad para canalizar al estudiante hacia los distintos servicios de apoyo al aprendizaje que se hubieran establecido en el programa. En este último aspecto, el Instituto posee una fortaleza en la ya larga tradición de elaborar y aplicar exámenes departamentales.

En los lineamientos que se elaboren habrán de considerarse las maneras de conservar y acrecentar dicha fortaleza.

Apéndice D: Estado de las carreras en México

A continuación se presentan el estado que guardan las carreras profesionales en el país, en relación al número de alumnos en cada carrera, por entidad federativa [\[INEGI\]](#).

D.1 Distribución porcentual de la matrícula escolar en licenciatura universitaria y tecnológica según sexo para cada área de estudio y carrera, 2001-2003

Área de estudio y carrera	2001			2002			2003		
	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M
Total	1,660,973	52.2	47.8	1,771,969	51.8	48.2	1,865,475	51.3	48.7
Ciencias agropecuarias	41,900	73.0	27.0	42,493	71.8	28.2	42,090	70.9	29.1
Tronco común	2,447	85.0	15.0	2,829	82.6	17.4	1,947	85.8	14.2
Agronomía	19,077	78.2	21.8	18,648	77.2	22.8	18,370	76.4	23.6
Ciencias forestales	636	76.9	23.1	835	75.8	24.2	968	75.9	24.1
Desarrollo agropecuario	260	44.2	55.8	275	43.6	56.4	280	42.9	57.1
Desarrollo rural	222	64.4	35.6	207	65.2	34.8	237	61.2	38.8
Horticultura	260	67.3	32.7	236	67.8	32.2	251	68.5	31.5
Ingeniería agroindustrial	1,026	59.6	40.4	1,105	59.9	40.1	1,089	57.8	42.2
Química agropecuaria	73	46.6	53.4	74	58.1	41.9	18,869	65.1	34.9
Veterinaria y zootecnia	17,899	67.2	32.8	18,284	65.9	34.1	164,453	38.3	61.7
Ciencias de la salud	147,662	39.4	60.6	154,817	38.7	61.3	1,523	37.9	62.1
Tronco común	1,312	37.1	62.9	1,479	41.4	58.6	138	42.8	57.2
Ciencias biomédicas	117	47.9	52.1	120	43.3	56.7	20,757	14.9	85.1
Enfermería y obstetricia	16,515	13.4	86.6	18,208	13.2	86.8	75,582	48.4	51.6
Medicina	70,830	49.6	50.4	73,086	49.1	50.9	7,217	19.9	80.1
Nutrición	5,507	15.9	84.1	6,281	14.8	85.2	34,162	35.7	64.3
Odontología	30,550	36.2	63.8	32,007	35.1	64.9	1,425	35.6	64.4
Optometría	1,720	34.8	65.2	1,440	35.7	64.3	21,636	37.0	63.0
Química de la salud	19,755	37.4	62.6	20,549	38.1	61.9	300	38.3	61.7
Salud Pública	66	31.8	68.2	131	38.9	61.1	302	46.7	53.3
Seguridad e higiene	306	44.8	55.2	307	43.3	56.7	1,411	20.9	79.1
Terapia	984	17.3	82.7	1,209	19.9	80.1	35,751	52.1	47.9
Ciencias naturales y exactas	33,720	53.9	46.1	34,541	52.8	47.2	455	45.3	54.7
Tronco común	796	71.6	28.4	551	69.0	31.0	17,802	45.7	54.3
Biología	15,812	47.5	52.5	16,735	46.3	53.7	144	37.5	62.5
Bioquímica	153	36.6	63.4	157	37.6	62.4	104	51.9	48.1
Ciencias naturales	142	53.5	46.5	167	53.3	46.7	576	60.6	39.4
Ciencias del mar	505	61.0	39.0	566	59.7	40.3	720	48.9	51.1
Ecología	813	48.2	51.8	728	44.0	56.0	3,382	71.7	28.3
Física	3,509	70.0	30.0	3,501	71.4	28.6	345	72.2	27.8
Geología	394	76.4	23.6	405	74.6	25.4	9,667	58.6	41.4
Matemáticas	9,359	58.4	41.6	9,328	58.3	41.7	2,556	45.1	54.9
Química	2,237	45.9	54.1	2,403	44.7	55.3	901,213	42.0	58.0
Ciencias sociales y administrativas	814,318	43.0	57.0	860,132	42.5	57.5	32,811	41.6	58.4
Tronco común	36,536	43.9	56.1	35,046	42.7	57.3	202,808	43.0	57.0
Administración	173,649	44.0	56.0	187,966	43.4	56.6	4,930	38.2	61.8
Antropología y arqueología	4,611	36.5	63.5	4,747	37.6	62.4	1,585	39.5	60.5
Archivonomía y biblioteconomía	1,514	38.6	61.4	1,584	38.4	61.6	1,783	55.3	44.7
Banca y finanzas	1,648	54.6	45.4	1,733	51.2	48.8	8,024	56.2	43.8
Ciencias políticas y administración pública	5,636	57.6	42.4	7,341	55.2	44.8	18,538	22.4	77.6
Ciencias sociales	17,343	22.4	77.6	18,208	22.8	77.2	64,476	38.1	61.9

Área de estudio y carrera	2001			2002			2003		
	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M
Ciencias de la comunicación	58,522	38.5	61.5	61,336	38.6	61.4	39,341	44.1	55.9
Comercio internacional	30,509	43.8	56.2	35,906	43.5	56.5	140,842	41.7	58.3
Contaduría	144,330	41.8	58.2	142,610	41.5	58.5	8	0.0	100.0
Criminología	NA	NA	NA	1,942	62.9	37.1	2,621	62.3	37.7
Derecho	191,873	51.7	48.3	196,588	51.0	49.0	203,149	50.4	49.6
Economía y desarrollo	23,169	57.6	42.4	22,773	57.3	42.7	23,045	56.5	43.5
Estudios latinoamericanos	433	41.3	58.7	456	41.9	58.1	483	43.7	56.3
Geografía	1,050	55.0	45.0	1,119	54.2	45.8	1,167	53.5	46.5
Organización deportiva	2,064	71.4	28.6	2,377	75.6	24.4	2,535	72.5	27.5
Psicología	53,929	21.2	78.8	63,404	21.9	78.1	72,214	21.1	78.9
Relaciones comerciales	7,305	34.6	65.4	7,173	32.2	67.8	7,391	35.3	64.7
Relaciones industriales	2,395	36.2	63.8	2,512	33.8	66.2	2,534	33.5	66.5
Relaciones internacionales	11,603	35.6	64.4	12,604	34.7	65.3	13,605	34.2	65.8
Relaciones públicas	1,185	32.7	67.3	1,151	33.4	66.6	1,142	33.5	66.5
Seguridad pública	85	89.4	10.6	71	83.1	16.9	270	93.7	6.3
Turismo	17,530	29.7	70.3	20,001	31.4	68.6	21,696	31.8	68.2
Ventas y mercadotecnia	27,399	42.7	57.3	31,484	42.6	57.4	34,215	42.3	57.7
Educación y humanidades	72,737	33.8	66.2	81,057	34.4	65.6	93,780	33.3	66.7
Tronco común	1,154	27.6	72.4	905	27.3	72.7	774	22.2	77.8
Arte dramático	474	36.7	63.3	657	39.6	60.4	693	38.0	62.0
Artes	3,923	43.5	56.5	4,673	44.4	55.6	4,842	43.6	56.4
Danza	379	15.8	84.2	392	19.1	80.9	557	28.2	71.8
Educación y docencia	44,493	27.5	72.5	50,427	27.6	72.4	60,847	26.9	73.1
Escenografía	85	35.3	64.7	86	38.4	61.6	82	32.9	67.1
Filosofía	4,427	61.5	38.5	4,726	64.4	35.6	4,930	64.4	35.6
Historia	5,305	44.4	55.6	5,514	46.0	54.0	5,867	46.6	53.4
Idiomas	2,668	27.2	72.8	2,956	28.0	72.0	3,217	29.4	70.6
Letras	6,260	32.9	67.1	6,931	35.2	64.8	7,758	33.9	66.1
Música	3,159	63.4	36.6	3,345	64.0	36.0	3,711	65.0	35.0
Religión	410	54.6	45.4	445	53.7	46.3	502	55.2	44.8
Ingeniería y tecnología	550,636	70.1	29.9	598,929	69.5	30.5	628,188	69.2	30.8
Tronco común	11,018	64.5	35.5	9,848	61.7	38.3	8,726	65.9	34.1
Aeronáutica	938	90.5	9.5	960	88.9	11.1	968	88.8	11.2
Arquitectura	50,214	68.4	31.6	51,890	67.5	32.5	53,042	67.1	32.9
Biotechnología	1,378	62.7	37.3	1,392	58.5	41.5	1,498	58.1	41.9
Ciencias de la tierra	1,636	74.0	26.0	1,836	72.5	27.5	2,027	69.5	30.5
Computación y sistemas	168,143	61.5	38.5	186,706	62.1	37.9	196,088	62.6	37.4
Diseño	36,098	44.7	55.3	41,189	44.4	55.6	45,202	44.1	55.9
Ingeniería ambiental	2,695	55.7	44.3	2,923	55.3	44.7	3,291	54.5	45.5
Ingeniería bioquímica	6,749	44.2	55.8	7,233	44.9	55.1	7,928	43.9	56.1
Ingeniería civil	33,193	87.9	12.1	34,220	86.9	13.1	33,727	86.6	13.4
Ingeniería eléctrica y electrónica	59,258	89.7	10.3	64,024	88.8	11.2	66 004	88.4	11.6
Ingeniería energética	533	87.6	12.4	440	85.0	15.0	376	83.8	16.2
Ingeniería extractiva y metalúrgica	2,007	83.6	16.4	2,277	81.3	18.7	2,146	80.1	19.9
Ingeniería física	1,506	73.9	26.1	1,638	71.4	28.6	1,793	71.8	28.2
Ingeniería industrial	82,789	71.2	28.8	93,169	70.0	30.0	99,951	69.6	30.4

Área de estudio y carrera	2001			2002			2003		
	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M
Ingeniería mecánica y eléctrica	51,462	94.5	5.5	55,824	93.9	6.1	59,691	93.4	6.6
Ingeniería naval	1,183	97.4	2.6	1,328	97.1	2.9	1,276	95.9	4.1
Ingeniería oceánica	27	77.8	22.2	36	77.8	22.2	19	78.9	21.1
Ingeniería química	23,608	58.4	41.6	24,364	57.3	42.7	25,612	57.2	42.8
Ingeniería textil	945	40.2	59.8	939	42.0	58.0	923	39.2	60.8
Ingeniería topográfica, hidráulica y geodesta	1,099	85.0	15.0	1,099	81.3	18.7	1,237	82.1	17.9
Ingeniería de los transportes	520	69.2	30.8	531	70.6	29.4	531	64.0	36.0
Ingeniería en control, instrumentación y procesos	3,073	87.4	12.6	3,457	87.4	12.6	2,290	87.8	12.2
Ingeniería en telecomunicaciones	814	77.9	22.1	923	75.5	24.5	875	75.4	24.6
Ingeniería en telemática	1,382	72.8	27.2	1,499	71.5	28.5	1,614	76.5	23.5
Pesca y acuicultura	902	63.0	37.0	797	62.0	38.0	812	61.2	38.8
Planeación	316	44.0	56.0	352	43.8	56.2	350	41.4	58.6
Química industrial	1,228	48.9	51.1	1,243	52.1	47.9	1,285	49.7	50.3
Tecnología de la madera	32	90.6	9.4	31	90.3	9.7	35	88.6	11.4
Tecnología de alimentos	5,890	38.8	61.2	6,761	37.8	62.2	8,126	38.1	61.9

D.2 Matrícula de nivel licenciatura por principales carreras, 1995/1996-2001/2002

Carreras	1995/1996	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002
Total	1,217,431	1,286,633	1,310,229	1,392,048	1,481,999	1,585,408	1,660,973
Cirujano Dentista	NA	NA	NA	26,647	27,773	NA	NA
Psicología	28,805	29,694	31,257	34,306	39,282	47,245	53,929
Ciencias de la Comunicación	32,705	34,393	37,086	27,290	30,504	34,086	37,206
Ingeniería Civil	34,553	36,362	34,864	34,593	34,312	33,610	31,944
Ingeniería. Mecánica y Eléctrica	46,029	47,466	45,847	NA	NA	NA	NA
Licenciatura en Diseño	NA	NA	NA	NA	NA	31,549	36,098
Arquitectura	47,580	50,102	47,610	48,422	49,776	50,098	49,980
Ingeniería Eléctrica y Electrónica	49,129	50,911	53,130	39,894	41,128	42,806	44,188
Ingeniería Industrial	54,956	54,970	53,220	57,134	65,314	73,562	82,337
Medicina	58,122	59,645	57,767	62,063	64,594	69,440	70,830
Tecnología de Información y Comunicaciones	100,257	109,253	121,174	133,925	153,283	157,642	177,110
Administración	118,679	126,314	130,425	142,037	151,852	162,662	173,649
Derecho	135,286	151,128	155,332	170,304	177,427	188,346	190,338
Contaduría	162,348	165,744	157,378	154,455	152,920	151,723	144,330

D.3 Matrícula de nivel licenciatura en tecnología de información y comunicaciones por carreras, 1995/1996-2001/2002

Carreras	1995/1996	1996/1997	1997/1998	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002
Total	100,257	109,253	121,174	133,925	153,283	157,642	177,110
Lic. en Informática	40,364	45,205	51,691	55,446	62,089	64,275	70,589
Ing. en Sistemas Computacionales	23,229	26,067	31,246	35,263	39,586	46,577	54,817
Ing. en Ciencias Computacionales	9,630	9,824	9,606	10,794	11,770	12,798	13,155
Lic. en Ciencias Computacionales	6,465	6,715	5,496	6,864	7,723	8,451	7,090
Lic. en Sistemas de Computación Administrativa	5,661	6,358	6,412	6,000	7,002	7,497	7,957
Lic. en Sistemas Computacionales	4,430	4,106	4,824	5,435	6,306	6,235	8,945
Ing. Administrador de Sistemas	3,408	3,473	3,695	4,000	4,203	NA	NA
Lic. en Matemáticas Aplicadas y Computación	2,490	2,424	1,975	1,888	1,972	1,978	1,511
Ing. en Control y Computación	1,036	928	968	926	NA	847	NA
Ing. en Control y Automatización	808	971	1,116	1,205	1,277	1,306	1,091
Ing. en Sistemas de Información	NA	804	789	859	1,015	1,038	1,180
Ing. en Telemática	NA	NA	NA	NA	NA	1,037	NA
Ing. en Procesos Discretos y Automáticos: Robótica Industrial	NA	NA	NA	NA	NA	924	NA
Otras carreras informáticas	2,736	2,378	3,356	5,245	10,340	4,679	10,775

D.4 Carreras sugeridas y Saturadas en el Distrito Federal

Las áreas más dinámicas en el **Distrito Federal** son los sectores de **servicios**, **financieros**, de **manufactura** y de **comunicaciones y transportes** sin embargo existen los problemas de las grandes metrópolis, la **sobrepoblación** y la **contaminación**. La educación posee la más alta matrícula del país; con **150 instituciones de educación superior**, concentrando el **15.3%** de la población en este segmento. La oferta educativa es de las más elevadas del país, pero la sobrepoblación la **encarece**, habiendo repercusiones en el **mercado laboral**. Según un estudio de proyección de la **ANUIES**, el **78% de los estudiantes egresados en el 2010 en el Distrito Federal estarán desempleados**.

Carreras Sugeridas:

Carrera:	• Ingeniero ambiental	• Licenciado en Urbanismo
Institución:	• Instituto Politécnico Nacional	• UNAM
Alumnos:	• 98	• 70

Carreras Saturadas:

Carrera:	• Licenciado en derecho	• Licenciado en contaduría
Institución:	• UNAM	• UNAM
Alumnos:	• 7,673	• 6,066

Carrera:	• Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica	• Medico Cirujano
Institución:	• Instituto Politécnico Nacional	• UNAM
Alumnos:	• 5,296	• 5,401

Referencias

1. Bibliográficas

- [ANIEI 96] “Modelos curriculares nivel licenciatura”, Ed. ANIEI, México, 1996, 64pp.
- [ANUIES 00] “La educación Superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas para su desarrollo”, Ed. ANUIES, México, 2000.
- [CC2001 01] “The Joint Task Force on Computing Curricula IEEE-CS/ACM. Computing Curricula”, 2001.
www.computer.org/education/cc2001
- [CC2001 02] “The Joint Task Force on Computing Curricula IEEE-CS/ACM. Computing Curricula 2001 - Information Systems Volume”.
www.acm.org/education/curricula.html
- [CC2001 03] “The Joint Task Force on Computing Curricula IEEE-CS/ACM. Computing Curricula 2001 - Computer Science Volume”, 2001.
www.computer.org/education/cc2001/final
- [Feigernbaum 85] Feigernbaum, Edward A. y McCorduck, Pamela; “La quinta generación”, Ed. Planeta, México, 1985, 318pp.
- [IPN 01] “Un nuevo modelo educativo para el IPN”; Materiales para la reforma Tomo 1, Ed. IPN, México, 2004, 166pp.
- [IPN 02] “Manual para el rediseño de planes y programas en el marco del nuevo modelo educativo y académico”; Materiales para la reforma Tomo 12, Ed. IPN, México, 2004, 189pp.
- [Shaw 92] Shaw, Mary; “We can teach software better”, Ed. Computing Research News, Vol. 4, E.U., 1992.

2. Internet

- [Escom 1] www.escom.ipn.mx
- [INEGI] www.inegi.gob.mx

Notas

This image shows a full page of blank, lined paper. It features approximately 20 evenly spaced horizontal black lines running across the width of the page, typical of notebook or composition paper. The background is white, and there are no margins, text, or other markings present.