

**UNIVERSIDAD DE ANTOQUIA
FACULTAD DE INGENIERIA**

**Acuerdo de Consejo de Facultad No. 083
5 de Octubre de 2006, Acta No. 1658**

Por el cual se aprueban los documentos rectores de los programas de Ingeniería Electrónica, Sistemas, Industrial y Bioingeniería.

El Consejo de la Facultad de Ingeniería en uso de sus atribuciones legales y reglamentarias, en especial las conferidas por el Artículo 60, literal h, del Estatuto General, y

CONSIDERANDO

1. Que en el Acuerdo de Facultad 064 del 1 de diciembre de 2005, se dieron los lineamientos para la realización de los documentos rectores de los programas de la Facultad.
2. Que estos documentos rectores cuentan con la revisión y la aprobación de Comité de Currículo.
3. Que se hace necesario la aprobación del proceso de transformación curricular por fases.
4. Que estos programas han cumplido a cabalidad con la realización de la Fase I de la transformación curricular, correspondiente a la elaboración y ajustes del macro diseño y entrega del documento rector.
5. Que se hace necesaria la evaluación continua del documento rector de cada programa.

ACUERDA

Artículo Uno. Acoger los documentos rectores de los programas de Bioingeniería, Electrónica, Sistemas e Industrial

Artículo Dos. Reconocer el cumplimiento de la fase I de las actividades curriculares dadas como directriz para lograr la transformación curricular.

Artículo tres. Con el fin de asegurar la pertinencia del documentos rector de cada programa, el comité de Carrera presentará al Consejo de Facultad, cuando considere necesario o con una periodicidad máxima de dos años, la propuesta de modificaciones a dicho documento.

El presente Acuerdo rige a partir de la Fecha de Expedición.

CARLOS ENRIQUE ARROYAVE
Presidente

DAVID FERNANDEZ McCANN
Secretario



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**PROCESO DE TRANSFORMACIÓN CURRICULAR DEL
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

DOCUMENTO RECTOR

ELABORADO POR: Reunión de Áreas

Octubre 2005

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	4
PRESENTACIÓN	4
CAPÍTULO II	13
GENERALIDADES	13
2 La Institución	13
2.1 Universidad de Antioquia	13
2.1.1 Misión de la Universidad	13
2.1.2 Visión de la Universidad	13
2.1.3 Objeto de la Universidad	16
2.1.4 Lineamientos básicos de la Universidad de Antioquia para la Transformación Curricular.	16
2.1.5 Los Ejes de La Reforma Curricular	17
2.2 La Facultad de Ingeniería	20
2.2.1 Misión de la Facultad	20
2.2.2 Visión de la Facultad	21
2.2.3 Elementos del Diagnóstico	21
2.2.3.1 Debilidades	22
2.2.3.2 Fortalezas	26
2.2.4 Lineamientos para la Transformación Curricular en la Facultad de Ingeniería	26
2.3 Programa de Ingeniería Electrónica	31
2.3.1 Visión del programa	31
2.3.2 Misión y objetivos del programa de ingeniería electrónica	31
2.3.3 Enfoque pedagógico que guía el programa	33
2.3.4 Pertinencia social y científica del programa	34
CAPÍTULO 3	35
ESTRUCTURA CURRICULAR	35
3.1 La Sociedad	35
3.2 Fundamentación	37
3.3 Naturaleza del campo de la Ingeniería	38
3.4 Evolución histórica del campo de la Ingeniería	39
3.5 El Objeto de Estudio de la Ingeniería	40
3.5.1 Objeto Propio de la Ingeniería Electrónica	41
3.5.1.1 Evolución histórica del campo de la Ingeniería Electrónica	41
3.5.1.2 Prospectiva	44
3.5.1.3 Situación de la industria internacional	45
3.6 Principios rectores del diseño curricular	52
3.6.1 Principios curriculares	52
3.6.2 Principios Pedagógicos	55
3.7 Contextualización	58
3.7.1 Estado actual de la electrónica en Colombia	58
3.7.2 Desafíos y Oportunidades para Colombia	61
3.8 Diagnóstico de la Ingeniería Electrónica en la Universidad de Antioquia	64
3.9 Problemas que enfrenta el Ingeniero Electrónico	65
3.9.1 Problemática que enfrenta el Ingo. Electrónico con énfasis en Sistemas Digitales.	66
3.9.2 Problemática que enfrenta el Ingo. Electrónico con énfasis en Telecomunicaciones e	66
Informática	66
3.9.3 Problemática que enfrenta el Ingeniero Electrónico con énfasis en Control.	67
3.10 Propósitos de formación	67
3.11 Competencias	71
3.11.1 Competencias generales	71
3.11.2 Competencias específicas	72
3.11.2.1 Ingeniero Electrónico con énfasis en el Área de Sistemas	72
Digitales y Computación.	72
3.11.2.2 Ingeniero Electrónico en el sector Telecomunicaciones	73
3.11.2.3 Ingeniero Electrónico con énfasis en el Área de Control	74
3.12 Campos del Conocimiento. Ingeniero Electrónico	75
3.12.1 Campos del conocimiento correspondientes a la fundamentación en ciencias básicas	75
3.12.1.1 Conceptos básicos de Matemáticas Nivel I	75
3.12.1.2 Conceptos básicos de Geometría Euclidiana y vectorial	76
3.12.1.3 Conceptos básicos de Matemáticas Discretas	77

3.12.1.4	Conceptos básicos de Matemáticas Nivel II	77
3.12.1.5	Conceptos básicos de Álgebra Lineal	78
3.12.1.6	Conceptos básicos de Matemáticas Nivel III	78
3.12.1.7	Conceptos básicos de Ecuaciones diferenciales	78
3.12.1.8	Fundamentación en Estadística	79
3.12.1.9	Conceptos básicos de Métodos Numéricos	80
3.12.1.10	Conceptos básicos de Matemáticas Avanzadas	80
3.12.1.11	Conceptos básicos de Física I	81
3.12.1.12	Conceptos básicos de Física II	81
3.12.1.13	Conceptos básicos de Física III	82
3.12.2	Fundamentación en socio-humanísticas	83
3.12.3	Fundamentación en Gestión tecnológica	83
3.12.4	Idiomas	83
3.12.5	Campos del conocimiento del Ingo. Electrónico con énfasis en Sistemas digitales	84
3.12.5.1	Fundamentación en técnicas digitales y procesamiento digital de señales	84
3.12.5.2	Fundamentación en software	85
3.12.5.3	Conceptos básicos de Matemática discreta	85
3.12.5.4	Conocimientos básicos de algoritmia	86
3.12.5.5	Conceptos de programación	86
3.12.6	Campos del conocimiento del Ingo. Electrónico con énfasis en Telecomunicaciones e Informática	88
3.12.6.1	Conocimientos en el procesamiento de señales Nivel I	88
3.12.6.2	Conocimientos en Procesamiento de señales Nivel II	90
3.12.6.3	Comunicaciones II	92
3.12.6.4	Conceptos de Teoría electromagnética	92
3.12.6.5	Conceptos básicos de medios guiados de transmisión	93
3.12.6.6	Conceptos básicos sobre Circuitos de radiofrecuencia	94
3.12.6.7	Conceptos básicos sobre Antenas y Radiopropagación	98
3.12.6.8	Conocimientos básicos de Comunicación de datos	98
3.12.6.9	Conocimientos básicos en Redes	99
3.12.7	Campos del conocimiento del Ingo. Electrónico con énfasis en Control	99
3.12.7.1	Conocimientos básicos para el Modelado de Sistemas Dinámicos	99
3.12.7.2	Conceptos básicos sobre sistemas de control	100
3.12.7.3	Conceptos sobre Electrónica de Potencia	100
3.12.7.4	Conocimientos básicos en Instrum. Industrial y Acondicionamiento de Señales	101
3.12.7.5	Propuesta de cursos del área de Control	102
3.13	Áreas de profundización	102
3.14	Electivas	102
3.15	La estrategia didáctica	103
3.16	Concepción de enseñanza y aprendizaje	104
3.16.1	Proceso de aprendizaje	104
3.16.2	Proceso de enseñanza	105
3.17	Evaluación Curricular	106

BIBLIOGRAFÍA	108
---------------------------	------------

GLOSARIO	110
-----------------------	------------

ANEXO 1	113
----------------------	------------

ANEXO NO 2	124
-------------------------	------------

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN

➤ Reflexiones que invitan al cambio

La práctica de la ingeniería mantiene un ritmo de avance superior a la educación en ingeniería. Los profesores no aprecian la rapidez del cambio tecnológico o sus implicaciones en la educación. El modelo utilizado en los últimos 50 años ha sido llamado “ciencia de la ingeniería” y su centro de gravedad no se ha movido mucho en las universidades. Es el momento de examinar ese centro y las premisas fundamentales del sistema de la educación en ingeniería. Es difícil hacer prospectiva en el campo tecnológico. ¿Cómo se diseña un sistema educativo que responda a cambios que no se pueden predecir? [1]. El avance de la ingeniería electrónica no se detendrá y los educadores deben apresurarse para mantenerse siquiera en su campo de especialización [2].

En el tercer milenio, con una sociedad dependiente de la tecnología, la educación en ingeniería requiere de un nuevo conjunto de principios rectores para enfrentar la intensa competencia económica internacional y la incertidumbre generalizada sobre los usos de la tecnología. Ésta conlleva redefiniciones de conceptos tales como “comunidad, biblioteca, corporación y universidad” [3].

El programa de ingeniería electrónica debe brindarle a sus estudiantes competencias técnicas e intelectuales para el liderazgo empresarial o industrial. Además entrenarlos para el trabajo en equipo, para que puedan comunicarse con coherencia y precisión tanto en la lengua nativa, como en una segunda lengua, preferiblemente el Inglés y estén en capacidad de comprender el contexto económico, social, ambiental e internacional de sus actividades profesionales.

El programa enseñará los fundamentos teóricos, la experimentación y la práctica de la **Electrónica**, las **Telecomunicaciones** y la **Informática (ETI)**. La electrónica, como tecnología matriz, es el primer objeto de estudio. Sus aplicaciones, que tratan sobre la transmisión y el tratamiento de la información son los demás. Los tres componentes responden a la visión holística del programa, en el contexto de las necesidades tecnológicas y sociales [4].

Además, el programa ETI debe ser Relevante, Atractivo e Integrado. **Relevante**, al permitirle al estudiante moverse por cualquier disciplina relacionada con la electrónica, especialmente las telecomunicaciones y la computación; **Atractivo** en su contenido para motivar la vinculación de los estudiantes más talentosos; finalmente, **Integrado** a las demás actividades del sistema educativo, la industria y el gobierno [3].

Frederick Terman, llamado el Padre del Valle del Silicio, en 1976, plantea la siguiente definición de la ingeniería eléctrica (electrónica): históricamente se ha entendido como objeto de estudio la disciplina que trata los sistemas eléctricos alámbricos e inalámbricos. Los alámbricos se dividen en los sistemas de potencia alta y baja. Dentro de los últimos se distinguen los sistemas electrónicos, telefonía y computación. Los sistemas inalámbricos, las telecomunicaciones, sirven para interconectar a distancia personas y equipos [2].

En Colombia erróneamente se han creado programas para las diferentes ramas de la ingeniería eléctrica: *potencia* sigue con la denominación de *ingeniería eléctrica*, *computación* ha tomado el nombre de *ingeniería de sistemas y baja potencia* ha sido *ingeniería electrónica* o *ingeniería electrónica y telecomunicaciones*. La variedad de denominaciones se considera un error académico (decreto 0792 MEN)¹: hay enorme interactividad en la ingeniería eléctrica de baja potencia, la electrónica como tecnología basal y sus aplicaciones en computación (hardware/software) y los sistemas electrónicos de información (comunicaciones). Esta potente interconexión conlleva a la

¹ MEN: Ministerio de Educación Nacional

recomendación de no separar el conocimiento ETI en sus áreas o programas separados. Se debe tener un núcleo básico fuerte, ojalá con un nombre común (ETI) y las líneas de profundización se inscriben en el ambiente de postgrado o en un entorno electivo flexible de pregrado. Afortunadamente la Facultad de Ingeniería trabaja actualmente en la creación de la Escuela EETI², donde se busca que las disciplinas ETI, sean estudiadas de una forma conjunta, compartiendo recursos físicos, humanos; y no de una forma aislada como se hace actualmente.

La filosofía prevaleciente de la educación en ingeniería – enseñar primero lo básico de las matemáticas y la física, seguida de la exposición de las aplicaciones de la ingeniería - ha permanecido sin cambio y no se ha puesto en duda durante las últimas cinco décadas. ¿Cómo contribuir a la formación de ingenieros activos en las tecnologías modernas, si enseñamos la matemática y la ciencia con poca motivación seguido de cursos técnicos actualizados en forma incremental (adicionando temas y/o cursos)? Esto contribuye poco a la educación de ingenieros que pueden adquirir nuevo conocimiento que responda a la dinámica de los ambientes de trabajo y sobresalir en entornos no tradicionales [8].

El currículo ha crecido por adición de cursos que encajan difícilmente en la estructura de prerrequisitos. Hay que revisar esta estructura para permitir el ingreso de las matemáticas discretas y las tecnologías de la información.

Ya que las disciplinas ETI se han expandido rápidamente, aparecen nuevos descubrimientos y aplicaciones. Del mismo modo, la sociedad incrementa las exigencias para que nuestros egresados apliquen sus habilidades en nuevos contextos y manejen inteligentemente las consecuencias de sus decisiones técnicas. Por lo tanto, crecen los tópicos críticos que deben ser cubiertos. Lo que no crece es el tiempo en el cual se deben formar los ingenieros. Esto invita a optimizar el currículo: no se debe reducir, porque se deben garantizar las

² EETI: Eléctrica, Electrónica, Tecnologías de la Información.

competencias mínimas; ni se debe ampliar, para lograr la correcta asimilación del conocimiento [8].

La visión holística del panorama ETI, desde el primer año, debe llevar a un conjunto de competencias coherentes e interconectadas que definan la profesión. Actualmente, el estudiante solo tiene tiempo para los aspectos mecánicos de los tópicos: problema-fórmula-solución, sin desarrollar un sentido profundo de los fundamentos, las interconexiones y las ideas reales.

La Interdisciplinaridad, aparece como una componente muy importante en toda reforma curricular. Las contribuciones más creativas se obtienen de individuos que están en los bordes de varias disciplinas. Los ingenieros que aplican sus habilidades entre ellas son muy valorados por la sociedad, ya que son los que resuelven los problemas más difíciles. Las disciplinas ETI han establecido enlaces fuertes entre sus fronteras: circuitos integrados de muy grande escala, VLSI³, sistemas microelectromecánicos (MEMS)⁴, materiales electrónicos, manufactura asistida por computador (CAD/CAM)⁵, redes de telecomunicaciones y supercomputación. Los equipos modernos usados en las empresas y la industria basan su operación en la electrónica, se comunican entre sus módulos y con otros equipos; además deben ejecutar algoritmos por medio de uno o varios procesadores. Nuestro currículo original ha hecho poco para fomentar la creación de ingenieros que trabajen con facilidad a través de las fronteras de varias disciplinas.

➤ Cambios ETI

Se distinguen 4 cambios importantes en la evolución de la ingeniería dentro del dominio general de la electricidad, el magnetismo, la electrónica y los computadores, en los últimos 50 años. Estos son:

1. De la transmisión de potencia y máquinas rotativas hacia la electrónica [10]

³ VLSI: Very Large Scale Integration

⁴ MEMS: Micro Electromechanic Systems

⁵ CAD/CAM: Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing

2. De los tubos de vacío a los semiconductores, desde los circuitos discretos a los circuitos integrados (chips)
3. De la electrónica analógica a la digital
4. Del hardware fijo al programable [6]

Se plantean los siguientes cambios en el andamiaje conceptual de la electrónica:

- *Señal*: Antes era el voltaje versus tiempo; ahora es el arribo discreto de mensajes.
- *Estados*: Antes eran las variables de una ecuación diferencial; ahora son la continuación de un proceso en un sistema de transición.
- *Sistema*: antes era función de transferencia lineal invariante en el tiempo; ahora es una máquina de computación Turing completa.
- *Límites fundamentales*: antes era ruido térmico, velocidad de la luz; ahora se habla de caos, computabilidad y complejidad
- *Matemáticas*: antes eran ecuaciones diferenciales; ahora es lógica matemática, órdenes parciales, lattices, grafos.
- *Bloques constructivos*: antes eran transistores, compuertas, amplificadores operacionales; ahora son microcontroladores, núcleos DSP y algoritmos.

Los circuitos eran el corazón de la ingeniería electrónica. A través del análisis circuital se desarrolló el *modelamiento matemático formal de los circuitos electrónicos*. Este modelamiento se ha convertido en el nuevo corazón de la ingeniería ETI [6].

➤ **Problemas en el desarrollo curricular [8]**

Puntos de vista profesoriales, sobre el desarrollo curricular:

- Diseño curricular logrado por consenso. El diseño realizado en reuniones plenarias es poco productivo; el proceso es muy lento y difícil. La experiencia muestra que el éxito se asocia a un diseño propuesto por comisiones de expertos (U. Carnegie Mellon, U. Stanford, U.Sao Paulo, etc.)

- Todo ingeniero debe saber ... [Cada profesor propone su tema favorito]. El profesor considera muy importante el tema de su especialidad. El resultado es un currículo abultado con el aporte inconexo de todos los profesores.
- ¿Qué hay de malo en exigir ... [Cada profesor inserta su tópico favorito]. Pueden quedar muchos temas secundarios o superfluos. Más abultamiento [6].

➤ **Problemática asociada a los estudiantes que recibe la Universidad.**

- La preparación del bachiller es incompleta en física y matemáticas. La mayoría no tiene las destrezas mínimas para el trabajo en laboratorio: cálculo, observación, análisis y presentación de informes. Tampoco se han expuesto mínimamente al hardware/software. Además hay diferencia entre profesores y estudiantes sobre las expectativas didácticas y pedagógicas: el profesor espera que el estudiante tenga las bases suficientes para responder a las exigencias en física y matemáticas; el estudiante espera que el profesor lo haga todo: enseñe los conceptos, las destrezas, lo general y los detalles.
- El estudiante no tiene la perspectiva ETI o de sus disciplinas. No tiene claridad de la conexión entre los cursos básicos de ingeniería aplicada y las electivas profesionales. La pregunta típica es: ¿Cómo me sirve a mí este material en el ejercicio como ingeniero ETI?
- Es débil la apreciación de las ideas fundamentales. Los estudiantes adquieren con mayor facilidad los aspectos mecánicos de los tópicos que se enseñan. ¿Cómo motivar a los estudiantes para apreciar la conectividad entre las ideas abstractas, las aplicaciones concretas y la carrera ETI?
- Es imposible cubrir todos los temas de las áreas relevantes. Se debe enfocar la formación a los tópicos esenciales para adquirir las

competencias mínimas que habiliten al profesional para resolver los problemas de su carrera.

- Son difíciles los estudios interdisciplinarios. Las electivas técnicas han tenido muchos requisitos, reduciendo el número de estudiantes por grupo y bloqueando a los estudiantes de otras áreas.
- El estudiante aspira obtener empleo al graduarse. El estrato social de nuestros estudiantes es bajo y aspiran a redimirse económicamente y a sus familias. Esta es una responsabilidad innegable de quienes proponen un programa académico.
- La rigidez del currículo impide cambios necesarios. ¿Cómo estructurar el currículo para añadir flexibilidad a su organización básica y poder efectuar los cambios futuros con mayor facilidad?

➤ **Principios del desarrollo curricular**

- Enseñar la ingeniería desde el inicio de la carrera, en forma concurrente con los fundamentos. Los cursos de ingeniería aplicada deben ingresar al currículo en el primer año para mostrarle a los estudiantes la aplicabilidad de la física y la matemática y motivar su estudio.
- Los cursos de ciencias básicas de la ingeniería se deben reducir a los esenciales. Se debe privilegiar los requerimientos de áreas transversales al currículo en lugar de requisitos para cursos específicos. La estructura curricular debe acomodarse a los cambios tecnológicos, permitiendo cambios incrementales, sin violar el espíritu básico de su diseño. Esto se puede lograr con franjas para cursos electivos, que entran y salen del currículo según cambie la tecnología y el mercado.
- Se debe buscar amplitud, profundidad y cobertura en las áreas técnicas, permitiendo que los estudiantes escojan flexiblemente entre los diferentes tópicos, pero garantizando una preparación adecuada en una línea de profundización. El último año no debe tener restricciones [8]. Finalmente, el currículo debe integrar las disciplinas ETI con un conjunto de cursos que lo permitan (seminarios integrados).

ACOFI⁶, en su invitación a la XXII Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería (2002), presenta los siguientes conceptos, que se pueden adoptar como principios rectores:

“Ante un mundo globalizado en donde el concepto de frontera se vuelve menos acotado y en donde las tendencias económicas condicionan desarrollos y comportamientos de las sociedades, se hace necesario que la formación de profesionales, en especial, los responsables de los cambios y transformaciones tecnológicas – en caso de la ingeniería – responda a estándares reconocidos internacionalmente, en cuanto a estructura y formación básica, para permitir la movilidad de profesores y estudiantes en los distintos campos de la ingeniería y en un inmediato futuro poder pensar en el ingeniero como profesional internacional. Debemos avanzar hacia el ingeniero iberoamericano, como profesional que tenga la opción de una doble titulación, tanto por una universidad colombiana, como por una extranjera.

Por tanto, los currículos de las facultades de ingeniería deben ser, en esencia, muy competitivos, dinámicos, *flexibles*, a tono con los vertiginosos cambios de la ciencia y la tecnología y en esa dirección ese tema se vuelve un reto para las universidades e instituciones universitarias que forman ingenieros” [5].

➤ **El mercado y el currículo**

Los programas de ingeniería de las universidades tradicionales se pueden caracterizar por ser orientadas por la ciencia (teóricos). Pueden ser planificados a largo plazo. Las universidades de países en desarrollo derivan sus objetivos de varios tipos de necesidades industriales. Sus programas son orientados por el mercado. Son programas de tecnología en ingeniería conducidos por la aplicación. Los dos enfoques son profundamente diferentes. La ingeniería es un balance entre la teoría y la práctica.

⁶ ACOFI: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería

La adaptación al mercado debe ser un proceso diario. Un currículo orientado por el mercado debe ser revisado a medida que evoluciona el proceso educativo. La administración del currículo debe ser liviana, de cambio continuo.

Siguiendo la filosofía japonesa, la manufactura se basa en una relación cliente-vendedor: cada estación de trabajo es un cliente de la anterior. En términos educativos: los profesores de los cursos terminales, deben considerar a los empleadores como clientes. Para cumplir sus necesidades, los profesores deben monitorear continuamente las necesidades industriales. Mientras hace esto, deben comunicar sus necesidades a sus vendedores (profesores de los cursos prerrequisito). Si el cambio en un curso terminal es modesto (inferior a un 20%) es fácil comunicar los cambios hacia abajo en la escalera. Esto crea un currículo que sigue el enfoque de la cabeza (los cursos terminales)

Debido a que los objetivos cambian más lentamente que los tópicos, un currículo diseñado por objetivos y problemas perdura más que uno diseñado por temas. Se debe crear espacio para el cambio especificando cursos por sus objetivos pedagógicos en lugar de sus contenidos [7].

De acuerdo a las reflexiones anteriores la tarea del profesorado, estudiantes y egresados del departamento, es el diseño de un currículo, que cumpla los siguientes objetivos:

- Desarrollar un plan de estudios que conserve las fortalezas del programa de ingeniería electrónica actual: sólida fundamentación en matemáticas y física, diseño electrónico análogo y digital con orientación moderna y un buen enfoque profesionalizante.
- Integrar las disciplinas que le faltan para ingeniería ETI: una línea profesionalizante en computación (hardware/software), reforzar la línea de automatización industrial y modernización de la línea de comunicaciones hacia las redes digitales.
- Formar un ingeniero con las competencias necesarias para desempeñarse dentro de un entorno económico globalizado.
- Diseñar un currículo flexible y dinámico, que se adapte fácilmente a la realidad nacional y mundial.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2 La Institución

2.1 Universidad de Antioquia

2.1.1 Misión de la Universidad

La Universidad de Antioquia, patrimonio histórico, científico y cultural de la comunidad antioqueña y nacional, desarrolla el servicio público de la educación superior, permitiendo el acceso a quienes en igualdad de oportunidades demuestren tener las aptitudes exigidas por ella, sin distinción de raza, sexo, creencias u origen social; ejerce la autonomía universitaria, las libertades de aprendizaje, investigación y cátedra que garantiza la constitución política de Colombia; está abierta a todas las corrientes del pensamiento y los avances del conocimiento universal; forma personas en espacio libre y responsable del juicio, de la crítica y de sus actos y, dentro de un ambiente de participación, compromiso y pertenencia, cultiva en ellas actitudes y prácticas de respeto por la libertad, la ética, la justicia, la paz, la democracia y la tolerancia.

Este centro de creación y difusión del conocimiento está profundamente penetrado de una cultura científica, artística y humanística; promueve una concepción universal de sociedad; coadyuva a buscar el progreso y las soluciones a los problemas de la comunidad regional, nacional e internacional, y vela por la creación de estrategias pedagógicas para el desarrollo de la inteligencia y la creatividad, orientadas al mejoramiento de la vida, al respeto, a la dignidad del hombre y a la armonía de éste con la naturaleza.

2.1.2 Visión de la Universidad

Nuestra Universidad en el año 2.006 será así:

La investigación es su actividad esencial, la que incorpora en todos sus currículos y vincula a todos los profesores y estudiantes, y mediante ella, genera conocimiento para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y el progreso económico y social.

Tiene líneas de investigación consolidadas en las áreas vitales para el logro de una mejor posición de Colombia en el mundo.

Es un centro de formación avanzada de calidad internacional, para el fomento de la investigación, la interdisciplinariedad, el desarrollo académico y científico y el desempeño profesional especializado; incrementa sustancialmente el número de postgrados como resultado de un pregrado fuerte y de la actividad investigadora.

Apoya y forma doctores e investigadores, incorporando a los jóvenes estudiantes más brillantes para que proyecten el progreso del país; un número importante de éstos, los ha vinculado para que asuman la renovación académica y el relevo generacional.

Está integrada y ejerce el liderazgo dentro del sistema nacional de ciencia y tecnología y dentro de la comunidad académica y científica nacional e internacional.

Cuenta con programas de pregrado de máxima calidad, acreditados nacional e internacionalmente y con gran pertinencia académica y social.

Tiene una amplia cobertura y una sólida presencia regional, y es factor de equidad, progreso e integración en el departamento.

Es líder en la formación de personas autónomas, responsables y con visión universal; capaces de comunicarse en varios lenguajes y de influir en distintas culturas, sin perder su identidad regional y nacional; que promueven en la

sociedad los valores de la ética, la justicia, la democracia y la tolerancia, y que viven en paz con los demás y con la naturaleza.

Está insertada en el sistema educativo nacional y contribuye significativamente a mejorar la calidad de los niveles previos de la formación superior, consolidándose como un factor de equidad social tendiente a garantizar la igualdad de oportunidades entre quienes aspiran acceder a ella.

Es reconocida nacionalmente por la calidad de su sistema de educación continuada y permanente para la formación integral, la actualización y el perfeccionamiento de los profesionales y de los egresados, los profesores y los demás miembros de la comunidad universitaria.

Es líder en el apoyo y la generación de los procesos de concertación y participación comunitaria que favorecen la interpretación y la búsqueda de las soluciones a los problemas regionales y nacionales.

Le da un valor real al ejercicio de la docencia y a la labor del profesor como generador de saberes, orientador de aprendizajes y promotor de los valores esenciales de la sociedad.

Cuenta con estructuras académicas y administrativas que disponen de la sistematización de todos sus procesos e incorporan modelos de gestión modernos y flexibles que consolidan la descentralización, la autonomía y la participación, y ofrecen las respuestas oportunas y satisfactorias a quienes le hacen solicitudes o demandan los servicios de la institución.

Tiene desarrollada una cultura de racionalización que articula la planeación con la inversión y el gasto; coadyuva a realizar una asignación eficiente de los recursos y genera unos altos niveles de calidad y productividad en todos los procesos académicos y administrativos.

Dispone de autonomía financiera, con base en el apoyo pleno por parte del estado y la adopción de una estructura financiera que no depende exclusivamente de los aportes oficiales.

Tiene un régimen estatutario y reglamentario moderno, conforme al derecho, al ejercicio de su autonomía y a su condición esencial de servicio público.

Es la mejor Universidad del País y se destaca en el escenario académico internacional, por cuanto garantiza plenamente la calidad de todos sus programas y procesos, y permanentemente se evalúa mediante auto examen y comparación con pares de la comunidad académica nacional y mundial.

2.1.3 Objeto de la Universidad

La Universidad de Antioquia tiene por objeto la búsqueda, desarrollo y difusión del conocimiento en los campos de las humanidades, la ciencia, las artes, la filosofía, la técnica y la tecnología, mediante las actividades de investigación de docencia y de extensión, realizadas en los programas de Educación Superior de Pregrado y de Postgrado con metodologías presencial, semipresencial, abierta y a distancia, puestas al servicio de una concepción integral del hombre.

2.1.4 Lineamientos básicos de la Universidad de Antioquia para la Transformación Curricular.

La Universidad de Antioquia plantea como política en su Plan de Desarrollo 1995 - 2006, que todos los programas académicos deben entrar en la dinámica de actualización de currículos, como una de las acciones fundamentales para fortalecer los pregrados y mantener su pertinencia social, científica y cultural.

El rediseño curricular es concebido como una de las estrategias fundamentales para alcanzar la excelencia académica. En el marco de este programa se propone realizar eventos de soporte técnico – académico, ofrecer asesoría de

expertos y apoyo económico a las unidades académicas que emprendan estos procesos. Se propuso el año 1997 como el apropiado para emprender en todas las dependencias de la Universidad la reforma de los programas académicos que cada una administra.

El currículo es entendido como una construcción flexible y permanente de un proceso educativo, tanto a nivel macro como a nivel micro, como un proceso de adaptación de la propuesta educativa a las necesidades del educando, su comunidad y el país. Los nuevos currículos combinarán orgánicamente ciencia y cultura, docencia e investigación, cultivarán en los estudiantes la sensibilidad creativa, permitirán su vinculación a la actividad investigativa y fomentarán la interdisciplinariedad. La reforma curricular la realizará cada programa, ya que ésta es inherente a las particularidades de cada unidad académica.

2.1.5 Los Ejes de La Reforma Curricular

➤ La Formación Integral

Entendiendo la formación integral como la formación científica, profesional, ética y política. En ese sentido la función de la Universidad será la de humanizar, profesionalizar y científizar. Deben hacer parte de ésta formación integral la ética social, el respeto por un sano ambiente ecológico, los idiomas y la relación con las culturas de otros países del mundo. La universidad debe generar espacios para que el estudiante esté en forma permanente involucrado con las distintas manifestaciones culturales, teniendo un espacio para el teatro, la música, las artes plásticas, las actividades culturales y el deporte.

➤ La Modernización de la infraestructura

Esta modernización tiene que ver con la sistematización de la administración, la conexión en red, la renovación de los laboratorios de enseñanza, la modernización de la biblioteca, el desarrollo de un verdadero centro de producción de medios que facilite el cambio educativo.

➤ El Cambio del modelo pedagógico

Los métodos de enseñanza se orientarán hacia aprendizajes que orienten el auto-estudio, que permitan la participación activa de los estudiantes, a la realización de talleres de discusión, a desarrollar trabajos prácticos sobre el tema, entre otras. Se deben plantear estrategias didácticas que permitan la implementación de metodologías activas del aprendizaje.

➤ **Un currículo centrado en el aprendizaje y en la enseñanza**

Es necesario pensar en formas nuevas de actuación del profesor frente a sus alumnos, que le cambien su pretendido carácter de transmisor de conocimientos por una acción más bien de guía, orientador, provocador. Esto nos permitiría pasar de una enseñanza pasiva a una enseñanza activa.

➤ **Renovar los contenidos curriculares**

No basta modernizar ni cambiar los modelos de enseñanza, se requiere también una modernización de los contenidos, que los actualice continuamente y los ponga a girar alrededor de la investigación y el trabajo, e introduzca un cambio de actitud, vinculando el espíritu crítico a la sociedad a la cual nos debemos. La capacidad comunicativa o capacidad discursiva tenida como el signo más importante de la razón humana, sin reducirla a la sola comunicación verbal, tiene que ser cultivada como contenido básico del currículo.

➤ **Propiciar la flexibilidad curricular**

La flexibilidad tiene que ser un elemento siempre presente en los diseños y procesos curriculares, la flexibilidad deberá ser vista como la capacidad del propio currículo para incorporar en forma oportuna conocimientos y técnicas modernas según la evolución de los campos del saber que a él lo fundan.

➤ **El fortalecimiento de la investigación**

La investigación es un pilar fundamental de la transformación curricular, fortalecerla es propiciar la participación cada vez mayor de estudiantes y profesores, buscar con ella el trabajo por grupos, por líneas y en áreas. Involucrar a los estudiantes en la investigación, incorporando la investigación a los cursos y promoviendo la participación de los estudiantes en los proyectos de investigación. Se fortalecerán los semilleros de investigación.

➤ **Fomentar la Interdisciplinariedad**

La interdisciplinariedad, no puede olvidar que cada disciplina tiene sus especificidades inherentes que la hacen distinta de las demás y sobre la cual también tiene que existir la profundización y la investigación adecuada que la desarrollen como especialidad, debe tenerse en cuenta la universalidad del conocimiento y la particularidad de las disciplinas. La Universidad debe propiciar que los grupos interdisciplinarios consolidados, llámense de investigación, extensión o de docencia se conviertan en nuevas dependencias.

➤ **Incrementar y Fortalecer las prácticas profesionales**

El conocimiento no puede estar aislado de la práctica, del ejercicio del saber específico, vincular al estudiante desde los primeros semestres al trabajo permite una confrontación objetiva que se traduce en mayor conocimiento y nos acerca a la realidad social.

➤ **Introducir las Nuevas Tecnologías**

Las tecnologías constituyen instrumentos de trabajo incorporados con el objetivo de servirle al aprendizaje. Es necesario combinar la tecnología con un modelo pedagógico que revolucione el sistema educativo. Llegar a la tecnología es facilitar la investigación conjunta, la cooperación entre diferentes universidades y fomentar la inter y transdisciplinariedad.

La universidad debe introducir las nuevas tecnologías en el modelo de enseñanza y capacitar en su uso adecuado a profesores y estudiantes, para ello se debe fortalecer el Centro de producción de televisión y medios, administrar la red y fomentar el trabajo en ella con la adquisición de los hardware y software correspondientes, crear un sistema para capacitación en nuevos modelos y tecnologías, impulsar la transformación de las bibliotecas hacia la modernización con miras a hacer de ellas bibliotecas digitales conectadas con las bases de datos mundiales.

2.2 La Facultad de Ingeniería

2.2.1 Misión de la Facultad

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia interpreta los desafíos que plantean las competencias internacionales, por la dominación y uso de los saberes y a partir de allí, trabaja para el progreso de Colombia desde Antioquia.

Este Centro Académico desarrolla programas de formación de ingenieros, en pregrado y en educación avanzada, realiza investigación científico-tecnológica y se proyecta a la comunidad con extensión universitaria, en las modalidades de educación continuada y de servicios de asesoría, consultoría, interventoría y asistencia técnica. Esto es, contribuye a la conservación, difusión, creación y aplicación del conocimiento universal y lo incorpora al desarrollo regional y nacional; específicamente, en los sectores secundario y terciario de la economía.

Capacitación, productividad y calidad son estrategias en las que fundamenta la eficacia y permanencia de su misión y con ellas, se prepara para ser la mejor.

Las políticas de admisión, la oferta de programas y el crecimiento de esta unidad orgánica dependen de los requerimientos del medio; porque esta nació por su necesidad y perdurará en tanto el hombre construya su historia.

Información, adaptación, desagregación, gestión e innovación, son algunas de las prioridades tecnológicas que la administración, los estudiantes y los profesores articulan con los avances del sistema científico- tecnológico; pues entienden que sin el concurso de los egresados, las empresas del estado y de los demás componentes del sistema, sería inútil la función de la Universidad.

Las fortalezas de la institución reposan sustancialmente en su elemento humano, en su formación integral, en sus instalaciones, en la variedad de sus

programas y en su compromiso con la sociedad, a quien se debe como entidad pública.

La filosofía y estatutos de la Universidad garantizan que en esta Facultad convergen sin restricciones todos los sectores sociales, la crítica y la controversia de las diversas corrientes del pensamiento y se ejerce la libertad de cátedra y de investigación, con sujeción a claros principios éticos. Su inspiración es la máxima humanización y su propósito, es conseguir con ella, una posición responsable de la tierra dentro del universo.

2.2.2 Visión de la Facultad

En el año 2.006 la Facultad de Ingeniería será reconocida nacionalmente e internacionalmente por el liderazgo profesional, tecnológico y humano de sus egresados y del personal que la integra, basado en la excelencia académica, en el impulso de la investigación y la extensión. Todo ello, dirigido a la competitividad del sector productivo, particularmente en las áreas de lo ambiental, la energía, la informática y los materiales.

Sus egresados y profesores serán de calidad internacional, manejarán un idioma extranjero y se distinguirán como investigadores y por el respeto a las personas a los valores democráticos y a la naturaleza.

Para el logro de esta visión, la facultad pondrá todo el énfasis, a través de los currículos de los diferentes en el desarrollo de las siguientes líneas de excelencia: Energía, información, materiales y ambiente.

2.2.3 Elementos del Diagnóstico

El diagnóstico que realizaron directivos y docentes de la facultad de ingeniería en 1997, permitió establecer debilidades y fortalezas. Desde luego, es necesario reconocer que la situación descrita en este documento ha presentado variaciones importantes en los últimos años, como es el caso de la relación currículo y sociedad, currículo e investigación; algunos profesores

utilizan metodologías activas, como la solución de problemas y el desarrollo de proyectos. En cuanto a los aspectos positivos o fortalezas del diagnóstico, entonces detectadas, se puede afirmar por ejemplo que la planta física hoy día es insuficiente y el incremento del número de profesores de cátedra ha incidido, negativamente en la calidad del profesorado.

Lo anterior indica, que la lectura del diagnóstico que sigue, debe hacerse teniendo en cuenta la época en que éste se levantó.

2.2.3.1 Debilidades

➤ Liviana relación currículo y sociedad

El actual plan de estudios, generado a partir de las últimas reformas curriculares, en la Facultad de Ingeniería, no se apoya en una filosofía explícita que relacione la ingeniería con la realidad regional y nacional. En efecto, los planes de estudio no están orientados a fortalecer la relación Sociedad-Universidad, tal cual se señala en el marco institucional, es decir, en la misión, la visión, los valores, los principios y los objetivos de la Universidad y la Facultad, el cual debe estar orientado a satisfacer necesidades y problemas de la sociedad.

➤ Poca vinculación del currículo con la investigación

Hoy, la Universidad de Antioquia, propugna por el enriquecimiento de la docencia a partir de la investigación y la extensión. Entendiendo y aceptando este hecho como una manera de inducir al estudiante de pregrado a realizar proyectos y a desarrollar contenidos, que apunten a la solución de problemas, que tiene la sociedad colombiana, en el campo de la Ingeniería. La vinculación entre docencia, investigación y extensión en pregrado, en los actuales planes de estudio, es prácticamente nula. Los argumentos demostrativos de esta afirmación son relativamente sencillos: El número de investigaciones en la Facultad es bajo; los profesores vinculados a esa función son pocos y el

modelo pedagógico predominante no fomenta en los estudiantes la formación del espíritu científico.

➤ **Planes de Estudio Enciclopédicos.**

La enciclopedia como el saber acumulado por la humanidad en compendios, se ha traducido en planes de estudio asignaturistas. Antes de la reforma curricular de 1.986, la Facultad asignaba para pregrado 250 créditos. Actualmente se han reducido a 210. No obstante, el número de materias sobrepasa las 60. Ingeniería de Sistemas, por ejemplo, plantea 73 e Ingeniería Industrial 61.

Hasta la fecha, se nota una rigidez marcada entre los diferentes campos del conocimiento y entre las asignaturas que lo constituyen, creando una yuxtaposición y duplicidad de acciones y contenidos, evidenciando, en la estructura curricular, una gama de micro poderes que difícilmente ceden hacia el proceso de integración del conocimiento.

El enciclopedismo, caracterizado por la atomización de conocimiento, ha conducido a la poca coherencia en los planes de estudio. Una sola asignatura, en muchos casos es impartida por profesores diferentes, los cuales en la mayoría de los casos, no intercambian ideas, utilizan libros y nomenclaturas diferentes, y sus grados de actualización no sólo son diferentes, sino en muchos casos, contradictorios; por tanto, el conocimiento llega en forma desequilibrada a los futuros egresados.

➤ **Baja Flexibilidad Curricular**

Los planes de estudio son rígidos. Dejan poca libertad de elección a los estudiantes en los campos del conocimiento en los cuales podrían profundizar. Tampoco posibilitan un camino a recorrer en un tiempo inferior a diez semestres; la distribución de asignaturas con pre y correquisitos muchas veces

lo impide. Los cursos de vacaciones o intensivos prácticamente desaparecieron. Las validaciones y reconocimientos muchas veces son desestimuladas. La obligatoriedad, casi absoluta, del plan de estudios, persiste.

La otra forma de inflexibilidad es la interinstitucional. Es muy frecuente que un estudiante proveniente de otra universidad o que haya cursado alguna asignatura en aquella no tenga muchas posibilidades en el reconocimiento de su saber. También hay gran rigidez para reconocer los conocimientos que un estudiante adquiere en su trabajo y que están relacionados con su programa.

➤ **Baja Relación Teoría Práctica.**

La Facultad no cuenta con los laboratorios, equipos y aplicaciones suficientes que validen los conocimientos teóricos. Generalmente, se critica la obsolescencia de los que existen.

También es baja la relación industria – facultad para el desarrollo de productos o procesos como aplicación de la Ingeniería. Los esfuerzos para llevar a cabo dicha relación se han concentrado en el trabajo en proyectos y en el semestre de industria, los cuales son importantes pero no suficientes.

Otro elemento que incide es la falta de experiencia industrial, casi generalizada del profesorado. Muchos no han tenido relación con la industria, lo cual fortalece la enseñanza libre y pobre en aplicaciones y en la solución de problemas con parámetros reales del entorno.

➤ **Poca Interdisciplinariedad**

Si el Currículo es asignaturista, es obvio que favorece la especialización del conocimiento. De hecho, poco contacto existe entre el profesor que enseña a integrar y el que enseña a derivar. Si en una misma área no hay comunicación menos aún entre áreas profesionales que deben apuntar a un mismo producto,

es decir, se propicia el desarrollo aislado y fraccionado, en contraposición con el trabajo en grupos académicos o de investigación. Si la realidad es compleja y síntesis de múltiples variables se requiere un esfuerzo interdisciplinario para abordarla. A esta problemática no contribuye el aislamiento disciplinario que propone la estructura curricular actual; la cual es reforzada por la estructura administrativa de la Facultad, en departamentos, según las diferentes profesiones.

Además, en dicha estructura curricular, es poca la relación existente entre la fundamentación científica y la humanística, y de ambas, con lo tecnológico, de cada programa. La fundamentación científica, humanística y tecnológica se miran separadas y aisladas y se asume que al solo cursarlas se forma el ingeniero integralmente. Se manifiestan, entonces, problemas no solo de diseño curricular y de metodologías sino también en el campo epistemológico, al segmentar los conocimientos bajo los límites precarios de lo puro, lo básico y lo aplicado.

➤ **Modelo Pedagógico Tradicional.**

Se ejerce una metodología de enseñanza construida con base en la clase magistral, donde el papel del docente es activo y de autoridad incuestionable; mientras que los estudiantes son receptores pasivos, que aprenden de memoria, poco críticos y de quienes se pretende que aprendan lo mismo y al mismo ritmo. Se pretende ir incorporando, poco a poco, la enseñanza con medios modernos. Pero en general el proceso de formación de las nuevas generaciones de ingenieros es básicamente de transmisión oral y externa a sus procesos de desarrollo cognitivo.

➤ **Un Currículo con poco mejoramiento y sin Reingeniería.**

Los planes de estudio han perdurado en el tiempo. Solo se hacen pequeños cambios para que todo siga igual. Es normal introducir o eliminar una

asignatura, pero sin una visión clara del conjunto de la estructura curricular. Por ello, se hace necesaria la evaluación curricular para hacerle reingeniería cuando sea el caso y posibilitar un mejoramiento continuo tras cada semestre. Es importante, entonces, impulsar los procesos de auto evaluación, las evaluaciones externas, la mirada de pares y el proceso de acreditación.

Además, la evaluación y el diseño curricular deben tener otros protagonistas diferentes a los profesores. Se requiere que la comunidad participe: egresados, industriales, intelectuales, sindicalistas, estudiantes, padres de familia, entre otros, en un proceso ordenado que consulte referentes nacionales e internacionales. En este punto es muy importante que el currículo se inscriba en un contexto nacional pero con una visión global, de forma que sea permeable al acontecer nacional y que traduzca lo internacional.

2.2.3.2 Fortalezas

- La calidad de sus profesores
- La planta física disponible
- El elemento humano que siempre ha llegado a la Facultad
- La demanda laboral por nuestros egresados
- El surgimiento, últimamente, de grupos de estudio y de investigación que poco a poco van consolidando esta cultura y estilo de trabajo
- La estabilidad laboral del profesorado de planta, facilita la continuidad de los procesos universitarios, y por tanto, el mejoramiento continuo de la institución
- El interés, el entusiasmo y las ganas de aprender de buen número de estudiantes
- El liderazgo reconocido a nivel regional y nacional de la Facultad

2.2.4 Lineamientos para la Transformación Curricular en la Facultad de Ingeniería

La Facultad, acoge los lineamientos básicos establecidos por la universidad para la transformación curricular y traza como lineamientos específicos para el desarrollo de su proceso interno, los siguientes:

➤ **El Currículo necesita exhibir Pertenencia Social, Pertinencia Académica y Universitaria.**

La pertenencia social, en tanto el Currículo responda a la situación social, económica, política y cultural de la región, sin apartarse de las necesidades a nivel nacional e internacional; puesto que la Universidad fue creada por la sociedad y a ella se debe, tiene que contribuir a resolver los problemas sociales cumpliendo así su principal papel, la búsqueda científica del conocimiento.

Pertinencia académica, en cuanto el Currículo seleccione, sistematice y proyecte el legado cultural que el estudiante necesita saber, tanto para resolver los problemas sociales como para aportar a la búsqueda científica del conocimiento.

La pertinencia universitaria, en tanto el Currículo debe expresar la misión y la visión integral de la Universidad y de la Facultad; se pretende que la pertenencia social y la pertinencia académica planteadas para la Facultad, estén de acuerdo con la misión y visión concebidas para la Universidad.

➤ **Flexibilidad Curricular, Pedagógica y Didáctica.**

La flexibilidad curricular busca que su estructura sea dinámica, permanentemente abierta a los cambios, modificable a todo nivel; con el objetivo final de adecuarse y producir avances en la construcción del conocimiento científico y tecnológico.

La Flexibilidad pedagógica facilita la formación integral del estudiante haciéndolo autónomo a lo largo de su vida cotidiana, universitaria y profesional;

estimulando el placer de pensar, la interiorización y construcción del conocimiento en tanto éste conlleve efectividad, cognición y sensibilidad.

La flexibilidad didáctica fomenta la participación del estudiante en la elaboración de sus estrategias de aprendizaje y su plan de formación, tanto en lo temporal como en lo espacial. Así, el programa académico posibilita múltiples elecciones temáticas; proyectos personales o institucionales, en los cuales, los estudiantes, puedan participar.

➤ **El Proceso de Transformación Curricular debe ser participativo.**

Los diferentes estamentos universitarios y no universitarios deben vincularse activamente al proceso curricular, desde su reflexión, su diseño, su implementación y su permanente evaluación.

➤ **El Currículo es un proceso de Investigación y Evaluación Permanente**

La transformación curricular es un proceso de investigación en educación, al cual se accede, mediante aproximaciones sucesivas; no finaliza luego de haber sido planteado el nuevo currículo, sino que necesita ser evaluado constantemente; asumiendo la evaluación como un escenario del mejoramiento del proceso, donde se efectúa un análisis objetivo y concreto de los aciertos y desaciertos generados antes, durante y después de creado e implementado el proyecto curricular.

➤ **El Nuevo Currículo exige una reestructuración de las condiciones Académico-Administrativas necesarias para su adecuado desarrollo.**

Es probable que las dependencias que ahora existen no satisfagan las exigencias y necesidades planteadas por la nueva transformación curricular. Sin embargo, los cambios académicos-administrativos deben efectuarse

paulatinamente, ajustándose a las funciones que demandarían las nuevas estructuras curriculares.

➤ **El Currículo debe garantizar la formación integral del Estudiante**

La formación de la personalidad de las nuevas generaciones es el fin de todo acto educativo; por ello, toda transformación curricular necesita, en primera instancia, garantizar por encima de cualquier tendencia profesionalizante, la constitución de un ciudadano ético, consciente, autónomo, comprometido con el país y con la región. Para ello debe introducirse diversas estrategias, que se desarrollen transversalmente en el currículo; aspectos como: el fomento de la creatividad, del sentido de la responsabilidad, de la posibilidad del desarrollo de las aspiraciones individuales, respeto por la diferencia, del desempeño ético de la profesión y el cuidado por el ambiente, entre otros.

➤ **El Currículo necesita fomentar Habilidades Comunicativas**

La expresión oral y la escucha, la lectura y la escritura, así como la formación artística son esenciales en la formación integral del estudiante. En procura de la universalidad del Ingeniero, el currículo debe contemplar el aprestamiento en la comprensión oral y escrita en la lengua materna y, por lo menos, en un idioma extranjero. Así mismo, debe impulsar la incorporación de destrezas para el acceso a la información.

➤ **El Eje Central del Desarrollo Curricular en la Facultad de Ingeniería debe basarse en un trabajo de carácter Investigativo**

La investigación será un componente central del Currículo. La investigación se convertirá en la tarea cotidiana de estudiantes y profesores, en tanto se incorpore la lógica del pensamiento científico a los procesos didácticos y se constituyan grupos de investigación con la participación de estudiantes.

El trabajo de carácter investigativo supone un currículo que integra creativamente las dimensiones teórica y práctica de la ciencia, no asumiéndola como una simple suma de momentos teóricos y prácticos, como se efectúa actualmente; en lo que viene, el saber y el hacer necesitan integrarse. El objetivo de esta integración es que el estudiante además de poder trasladar a la cotidianidad lo formalizado en la Universidad, también sea capaz de cualificar técnicamente lo que hace en su vida diaria.

➤ **Un Criterio Fundamental del Proceso Curricular es la Interdisciplinariedad**

La interdisciplinariedad promueve una concurrencia de saberes, haciéndose necesario un diálogo permanente entre ellos para encontrar solución a diversos problemas y satisfacer las necesidades sociales en busca del desarrollo humano.

2.3 Programa de Ingeniería Electrónica

2.3.1 Visión del programa

“En el año 2012 el programa de ingeniería electrónica habrá evolucionado hasta convertirse en una Escuela de Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones e Informática (ETI), con actividad académica fundamental desarrollada alrededor de la investigación aplicada en las áreas propias de la escuela, e impartirá docencia en todos los niveles del conocimiento con criterios de excelencia, calidad y liderazgo”.

En el párrafo anterior se indica la Visión del programa de Ingeniería Electrónica, vigente a la fecha, que fue aprobada en el año 1998.

A la fecha y como parte de la reforma administrativa de la Facultad, la meta de constituirnos en escuela, prácticamente se ha logrado. El proyecto de creación de la Escuela EETI, que agrupará inicialmente los programas de: Ingeniería Electrónica, Eléctrica y de Sistemas, y posteriormente el de Telecomunicaciones; entrará a estudio del Consejo Superior de la Universidad, y se espera tener su aprobación a finales de mayo del 2006. Lo anterior implicaría la necesidad de redefinir por parte del profesorado del programa, la nueva visión de éste.

2.3.2 Misión y objetivos del programa de ingeniería electrónica

El programa de ingeniería electrónica desarrolla el servicio público de la educación superior en el ámbito de la electrónica, con criterios de excelencia académica, ética y responsabilidad social; cumple, mediante la investigación, la

docencia y la extensión, con la difusión y aplicación del conocimiento electrónico y trabaja para el progreso de Colombia.

Desde su creación, el departamento de ingeniería electrónica se ha trazado como objetivo la formación de un profesional con conocimientos científicos y tecnológicos que lo capaciten para analizar, evaluar, diseñar, apropiarse de tecnología, integrar dispositivos y subsistemas de hardware para aportar soluciones a necesidades en: procesamiento de la información, innovaciones de la instrumentación para medición y automatización de procesos, conectividad y compatibilidad entre equipos, control y monitoreo de variables procesadas por dispositivos y sistemas electrónicos, homologación y certificación de especificaciones técnicas de equipos electrónicos. Actualmente y debido a la necesidad de insertar al ingeniero electrónico en un entorno económico globalizado, se hace necesario que éste maneje una segunda lengua, preferentemente el inglés y tenga una formación en gestión tecnológica, que lo capacite para formar empresa.

2.3.3 Enfoque pedagógico que guía el programa

- **Ideal de persona que se pretende formar**

Además de los conocimientos científicos y técnicos, el estudiante egresado de ingeniería electrónica debe apropiarse de los conocimientos administrativos y humanísticos que le permitan ampliar y enriquecer su autonomía crítica, creatividad y sensibilidad social, en el desarrollo de actividades interdisciplinarias y estratégicas, dentro del contexto empresarial nacional, en el marco de excelencia y suficiencia competitiva que el ejercicio de la profesión demanda, en el nuevo ambiente de globalización y apertura económica de las naciones.

La Universidad, para adaptarse a esta avalancha tecnológica de los últimos tiempos, ha ido relegando la enseñanza de las ciencias básicas y las humanidades. En este momento conviene recordar la frase: " Los cursos tecnológicos le ayudan al estudiante a conseguir su primer trabajo, los de formación científica le ayudan a mantenerlo durante los primeros 5 años y los humanísticos lo llevan a progresar en la empresa".

La Universidad del futuro deberá aceptar, como un postulado, que le es imposible formar estudiantes que conozcan toda la base tecnológica utilizada en el momento de su graduación, y que nadie puede estar al tanto de toda la información y de todos los avances que se producen; por tanto, deberá concentrar sus esfuerzos en enseñar los conceptos que trascienden la moda tecnológica en las ciencias básicas, la matemática, la física y, dentro de la ingeniería electrónica , las tecnologías de la información, el procesamiento de señales en forma independiente de la tecnología utilizada, la teoría de control, la ingeniería de software y las telecomunicaciones. Definir cuáles son los conocimientos básicos y trascendentales para formar un ingeniero es la tarea del día.

2.3.4 Pertinencia social y científica del programa

La Universidad de Antioquia pretende formar un ingeniero electrónico comprometido en un desempeño profesional y científico que consulte las necesidades y proyecciones del país, con una actitud crítica, investigativa, creadora y de liderazgo del cambio, tanto en el sector privado como público.

En las últimas décadas, el ingeniero electrónico ha asumido un papel protagónico en el desarrollo del país. Debido al desarrollo acelerado tanto de las comunicaciones como del sector energético, el estado ha encontrado en el ingeniero electrónico un profesional indispensable para el exitoso desempeño de políticas de planeación y ejecución en el área energética y de comunicaciones.

De la misma manera, el ingeniero electrónico es parte fundamental en las corporaciones de desarrollo regional y en las auditorías de obras públicas y en una serie de actividades de gran impacto en el bienestar comunitario y de desarrollo industrial.

El ingeniero electrónico tiene en su ejercicio profesional una amplia proyección social, pues las actividades que desarrolla, buscan elevar la calidad de vida de las personas de su entorno, en áreas de gran impacto social como: las comunicaciones (televisión, Internet, radiodifusión, telefonía), automatización y seguridad electrónica en las ciudades (redes de semaforización, cámaras de seguridad electrónica, sistemas de transporte masivo).

Capítulo 3

Estructura curricular

3.1 La Sociedad

La sociedad es un sistema complejo, siendo la Educación uno de sus componentes que a su vez se constituye en otro sistema. Ambos sistemas, la sociedad y la educación, se influyen dialécticamente en su desarrollo. El uno hace parte constitutiva del otro, pero son totalidades diferentes.

La sociedad, en su dinámica, concibió la educación para satisfacer la necesidad de la formación de las nuevas generaciones. La formación de los ciudadanos de un país es una de las tareas prioritarias de cualquier sociedad. Al proceso más general de formación de las personas, para vivir en sociedad, se denomina Educación. La Educación del ser humano es un proceso permanente, que dura toda la vida, desde su nacimiento hasta su muerte.

El proceso educativo es aquel conjunto de relaciones sociales que se dan, con el objetivo de formar la personalidad de los hombres y las mujeres y prepararlos para la vida. Mediante la Educación, se asegura la herencia cultural de la sociedad y, al mismo tiempo, la transformación de esa cultura para el bien de la comunidad.

Los procesos educativos pueden ser llevados a cabo por muchas instituciones sociales como la familia, los medios de comunicación masivos, los organismos gubernamentales y no gubernamentales. Estas instituciones realizan su función educativa de un modo espontáneo, poco sistematizado.

Pero la formación de las nuevas generaciones de una nación, para que sea eficiente y eficaz, no se debe desarrollar espontáneamente; se hace necesario que sea ejecutada sobre bases conceptuales sistematizadas; por ello, se ha constituido la Pedagogía como disciplina formal que sistematiza los procesos de formación de los ciudadanos; y dentro de la pedagogía, ese campo

específico de conocimientos, denominado, la Didáctica, que surge de la sistematización de aquel proceso más específico dentro de la práctica educativa, que es el proceso de Enseñanza.

Dentro de esta conceptualización, derivada del componente sociedad, es necesario hacer claridad sobre el concepto central de este documento: El Currículo, que es el medio con el cual se hace públicamente disponible la experiencia consistente en intentar poner en práctica una propuesta educativa, que como tal, utiliza el acervo teórico disponible sobre la Educación y la Enseñanza, es decir, la pedagogía y la didáctica. El currículo integra la teoría y la práctica para hacer realidad el propósito de la sociedad, de formar ciudadanos a través de la institución educativa. Podría, entonces, decirse también que el currículo registra todo lo que sucede y sucederá formativamente en la institución. Esto implica una planificación concreta de las acciones formadoras, que se desarrollarán con los estudiantes. El currículo proporciona una selección coherente de la cultura a enseñar y las acciones educativas para alcanzar los propósitos de formación.

Así entonces, la tarea de transformar el currículo es una labor que va mucho más allá de la modificación del plan de estudios mediante la actualización de las asignaturas en sus contenidos, verificación de requisitos, asignación de créditos, la sustracción de las materias que se consideran poco importantes y la adición de las que están en boga. Esta labor implica revisar y describir el estado de una serie de variables, empezando por las determinantes del currículo, o sea, las variables Espacio y Tiempo; esta revisión da pie a la fundamentación de la propuesta y la identificación de los problemas básicos que se deben afrontar y tratar de solucionar a través de la ejecución curricular. Esta propuesta curricular está constituida, esencialmente por los propósitos de formación, los contenidos o campos del conocimiento, que no son otra cosa que aquella parte de la cultura que se selecciona para formar un determinado grupo humano; y, por el modelo pedagógico, que es el punto de partida para la identificación de los métodos y las estrategias didácticas, acordes con la naturaleza del modelo.

Además, la propuesta curricular incluirá la descripción de la variable de implementación o de gestión, es decir, los procesos de planificación, organización, regulación y control del modelo curricular para su óptima ejecución. Planificación, en tanto prevé el funcionamiento adecuado del modelo curricular para lograr los propósitos de formación. Organización, en tanto destina tareas, autoridad y recursos a los grupos de estudiantes, profesores y funcionarios administrativos que participan en el proceso, con el fin de lograr el éxito de los resultados propuestos. Regulación, en tanto adecua operativamente el proceso mediante la dirección, la coordinación y la motivación a los grupos para que realicen las tareas fundamentales para el logro de los propósitos. Controla, en tanto garantiza, mediante normas, que el proceso de obtención de resultados, se ejecute en la forma más eficiente.

La sociedad es, pues, el componente más general de la estructura y cuenta entre sus prácticas, la educativa, a través de la cual pone a disposición de las nuevas generaciones, su cultura, entendida como el conjunto de las tradiciones públicas, es decir, los conjuntos de conocimientos, oficios, creencias, artes, destrezas, lenguajes, convenciones y valores. Para ello, la sociedad gestó la Universidad de Antioquia y en ella a la facultad de Ingeniería, para satisfacer las demandas y problemas que le son atingentes. La facultad, como institución social que es, se encarga de preservar, desarrollar y promover los aspectos de la cultura que constituyen sus campos de conocimiento.

Desde la sociedad, se fundamenta y se contextualiza el objeto de estudio de la ingeniería. Entendiendo por objeto de estudio de una profesión, el sistema que contiene una parte del mundo real y está delimitado por el grupo de problemas que en él se manifiestan y requiere de la formación de un tipo de profesional para que, inmerso en él, pueda resolverlos.

3.2 Fundamentación

Consiste en el conjunto de principios epistemológicos, pedagógicos y didácticos, que rigen la reforma curricular. Los fundamentos epistemológicos, explican el objeto de estudio, su naturaleza, evolución histórica y prospectiva, en este caso, del campo de la ingeniería; los fundamentos pedagógicos, definen el modelo pedagógico que orientará el proceso formativo en la facultad, es decir, describe la naturaleza de las relaciones entre sujetos, objetos y contextos y por ende, establece las bases para la estrategia didáctica.

3.3 Naturaleza del campo de la Ingeniería

La Ingeniería ha sido considerada como una disciplina que combina la técnica y la ciencia porque se basa en principios científicos, crea y aplica tecnologías e incluso se apoya en técnicas empíricas. La Ingeniería establece el puente entre la ciencia y la técnica porque es una profesión que usa y convierte en obras los desarrollos científicos. También es cierto que en muchos casos y por su naturaleza creadora, es desde la Ingeniería que surgen los temas de investigación en las ciencias y se crea la necesidad de generar nuevos conocimientos que constituyen el más importante capital de las naciones.

La Ingeniería, mediante la utilización de las matemáticas; el conocimiento de las ciencias naturales, sociales y humanas, la aplicación de tecnologías y el uso de determinadas técnicas, proporciona soluciones prácticas, útiles, seguras, económicas a problemas de valor económico o social. La ingeniería busca aprovechar adecuadamente los recursos energéticos; transformar la materia y los materiales; proteger y preservar el ambiente; producir, reproducir y manejar información; todo ello en busca de la transformación del entorno natural y la mejora en las condiciones de vida de los seres humanos.

Para producir sus obras, el ingeniero después de llevar a cabo el análisis del problema planteado, diseña una solución cuya realización sea consistente con los recursos disponibles (restricciones físicas, económicas y políticas) y, en

donde el resultado sea un producto óptimo dentro de esas circunstancias. El ingeniero entonces se convierte en un agente de cambio

3.4 Evolución histórica del campo de la Ingeniería

La ingeniería nace y evoluciona con el hombre. En los grandes logros y en los hitos históricos de la actividad humana, está escrita la historia de la Ingeniería. Las diferentes civilizaciones plasman sus logros máximos en obras trascendentes. Egipto, Mesopotamia, Grecia, Roma dan cuenta de ello. Los cambios y momentos históricos son el perfeccionamiento de un proceso o la culminación de un desarrollo ingenieril exitoso. El avance en el conocimiento de la Edad Media, la revolución científica y tecnológica de los siglos XVII y XVIII, la revolución industrial de siglo XIX, y los siguientes desarrollos en electricidad, electrónica, ciencia nuclear, tecnología aeroespacial e informática del pasado y presente siglo, son prueba contundente de ello.

- **Hitos en la evolución de la ingeniería**

Aunque los términos ingeniería e ingeniero sólo aparecieron hacia la Edad Media, se puede decir que desde los albores de la Humanidad se han presentado obras de ingeniería de gran importancia para el momento histórico.

- Dominio del fuego
- Uso de ruedas y ejes para construir medios de transporte
- Construcción de sistemas de irrigación y la revolución agrícola
- Construcción de murallas para la defensa de diversos sitios.
- Aparición de la metalurgia, en particular para la construcción de armas
- Construcción de grandes edificaciones, como pirámides, templos y tumbas
- Uso del arco falso, arco románico, arco ojival para la sustentación de cargas en las edificaciones y eliminación de columnas
- Construcción de vías y acueductos de gran envergadura
- Invención de la pólvora y de armas

- Edificación de grandes templos, iglesias, mezquitas en la Edad Media
- Aparición de la máquina de vapor y los inventos a su alrededor, que dieron origen a la primera revolución industrial
- Descubrimiento y dominio de las fuerzas electromagnéticas y los inventos de allí derivados.
- Invención de los motores de combustión interna
- Invención del automóvil y del avión.
- Descubrimiento y dominio de las fuerzas internas del átomo, la fusión y la fisión nuclear y su uso con toda clase de fines.
- Avances en las telecomunicaciones y la electrónica a partir de la aparición de los tubos electrónicos y en especial del transistor y los semiconductores.
- Los satélites espaciales
- Descubrimiento y uso de materiales cada vez más avanzados
- Los computadores y la era de la información

3.5 El Objeto de Estudio de la Ingeniería

El objeto de estudio de la Ingeniería se puede dividir en dos grandes grupos: en el primero se ubican los elementos del mundo real que son estudiados y transformados por el ingeniero, mientras que en el segundo se encuentran los conocimientos abstractos requeridos y/o derivados de los elementos del primero.

En el grupo de los objetos reales se identifican cuatro elementos: los materiales, la energía, la información y las organizaciones que conforman sistemas de gran interés para la sociedad actual.

El grupo de los elementos abstractos está conformado por aquellas actividades desarrolladas como parte del método en la Ingeniería: el diagnóstico e identificación plena del problema, el diseño de la solución, la construcción, la proyección, la administración, la operación, el control, el estudio de impacto en todos los niveles: ambiental, social y económico; el mantenimiento, y la gestión

tecnológica. Entendida esta última como la actividad que involucra, entre otras, la investigación y desarrollo, la planeación, la gestión de proyectos y la comercialización de tecnologías.

Dado que el universo de la ingeniería es muy amplio, las universidades han orientado sus esfuerzos, en estudiar solo algunos de los objetos reales que estudia la ingeniería y la forma en que los puede transformar buscando objetivos previamente establecidos. Inicialmente algunas universidades en EEUU, montaron el programa de Ingeniería Eléctrica y posteriormente con los cambios tecnológicos y la necesidad de satisfacer los problemas de la sociedad, fueron apareciendo la ingeniería electrónica, ingeniería de Telecomunicaciones, ingeniería de Sistemas. En nuestro caso el estudio que nos convoca es el de la Ingeniería Electrónica.

3.5.1 Objeto Propio de la Ingeniería Electrónica

Definición:

La gestión tecnológica de la electrónica, las telecomunicaciones, la informática y la automatización industrial.

Como definición alternativa se puede presentar la siguiente:

El objeto propio de la Ingeniería Electrónica, de la Universidad de Antioquia, consiste en la solución de problemas relacionados con la electricidad, el magnetismo, la informática, el control y las telecomunicaciones, en todos los sectores de la economía, de manera sostenible, para mejorar la calidad de vida de los colombianos.

El Departamento, forma ingenieros electrónicos, con énfasis en: Técnicas Digitales, Telecomunicaciones y Control.

3.5.1.1 Evolución histórica del campo de la Ingeniería Electrónica.

Muchas autoridades creen que los dos campos de: Ingeniería eléctrica y Electrónica, así como Ciencia de los computadores e ingeniería, tienen

diferentes identidades pero muchos puntos comunes [9]. Su evolución histórica está bastante ligada a la investigación científica de la electricidad que empezó a realizarse a partir del siglo XVIII, basada en los experimentos de Benjamín Franklin. A mediados del siglo XIX, la potencia comercial de la nueva fuente de energía fue explotada, con la introducción del telégrafo, el generador eléctrico y las lámparas de arco [10].

El fin de la década de 1870 y principios de la década de 1880, fue un período de rápidos cambios en la tecnología eléctrica, con desarrollos como el teléfono, la luz eléctrica y la generación de potencia. El Instituto Americano de Ingeniería Eléctrica, AIEE, fue conformado en el año de 1884, para unificar los conocimientos envueltos en el arte de “producir y utilizar la electricidad”. Fueron comunes en esta época, las ferias para presentar los desarrollos basados en la electricidad y la aparición de las primeras bibliotecas con el tema de electricidad y magnetismo.

A principios del siglo XX, se dio el nacimiento de varias tecnologías que causaron gran impacto. La más excitante de éstas, fue la radio, o como fue llamada en ese tiempo, “wireless”, por medio de la cual, se rompieron las distancias en el campo de la comunicación humana. La existencia de las ondas electromagnéticas, que viajaban como la luz, había sido prevista por James Maxwell en el año 1860 y probada por Germán Hertz en 1880. Hacia el año 1912, se fundó el Institute of Radio Engineers, IRE, para agrupar las personas dedicadas al campo de la Radio. Es importante anotar que los grandes desarrollos de la Radio y de las comunicaciones, se dieron presionadas por los tiempos de guerra.

Ningún evento como la segunda guerra mundial, 1939-1945, tuvo grandes efectos en el desarrollo de la ingeniería eléctrica. En medio del calor de la guerra, la radio ingeniería, fue transformada en electrónica, donde la manipulación de los electrones y las ondas electromagnéticas, no solo se orientaron al campo de las comunicaciones, sino también al control, a la detección de fenómenos y a la búsqueda de soluciones a los problemas de la sociedad. La presión de la guerra desarrolló una fuerte relación entre

ingenieros y físicos. Esta relación de ciencia y tecnología se ha mantenido hasta nuestros días. Igualmente la presión de la guerra, aumentó el uso de la electrónica en el cálculo y la evolución de la teoría de la información; todo lo anterior, fue plasmado en una moderna máquina digital para cálculo de la época, desarrollada por un grupo de investigación de la universidad de Pennsylvania, a la cual se le dio el nombre de ENIAC⁷.

La verdadera importancia de la fusión de la ciencia e ingeniería, en los laboratorios industriales, se observó cuando en 1947, en los laboratorios Bell, tres físicos e ingenieros: John Bardeen, Walter Brattian y William Shockley, implementaron la más significativa invención de la era: el transistor⁸.

De las tecnologías que emergieron después de la segunda guerra mundial, la que ha tenido más efectos sobre las recientes décadas, es la aparición del computador digital. Éste, marcó una revolución en la ciencia, los negocios, los gobiernos, y la ingeniería, al suministrar la facilidad de manejar gran cantidad de datos de una forma rápida y segura.

La Microelectrónica y los circuitos integrados han tenido gran auge a partir de la década del 60, por la demanda de dispositivos electrónicos de muy pequeño tamaño y de bajo consumo de potencia, para ser usados en equipos aeroespaciales y de uso militar. Todos estos avances han permitido un gran desarrollo de los computadores en dos sentidos opuestos. Por un lado la posibilidad de la introducción al mercado de minicomputadores y computadores personales, que han revolucionado la sociedad y por otro lado la miniaturización, que ha dado lugar al diseño de nuevas arquitecturas, las cuales han facilitado el diseño de “supercomputadores”, que han permitido la ejecución de cálculos nunca imaginados. Además la aparición de gran número de computadores con diferentes usos, ha permitido la tarea de conectarlos

⁷ ENIAC: Electronic Numerical Integrator And Computer

⁸ Transistor: Es un dispositivo electrónico semiconductor que se utiliza como amplificador o conmutador electrónico.

entre si, facilitando la comunicación entre ellos. A través de los 1970s y los 1980s, Arpanet⁹ creció, hasta convertirse en la Internet¹⁰ de hoy en día.

El gran desarrollo de los circuitos integrados, ha impulsado la electrónica de consumo, orientada a mejorar la calidad de vida de la sociedad.

La aparición de potentes computadores ha permitido el avance en la actividad industrial, desde el uso de robots y diseño de manufactura asistido por computador, hasta los computadores usados en publicidad y cinema.

Sin embargo el más importante avance ha sido el enlace de esos computadores en redes de amplio cubrimiento vía Internet. La Internet que inicialmente fue concebida como una aplicación militar, ahora es indispensable para el desarrollo personal y profesional de millones de personas a nivel mundial.

Los avances en las telecomunicaciones, como la proliferación de la telefonía celular y la red global de posicionamiento, a través del procesamiento de señales, han conformado en unión con los computadores un verdadero sistema mundial de flujo de información.

Por otro lado, la conservación de la energía, está presionando un renovado interés en el carro eléctrico y aplicación de los generadores de levitación al transporte masivo.

3.5.1.2 Prospectiva

Este capítulo se fundamenta en el *Plan Estratégico del Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática (ETI)*, de COLCIENCIAS. 2005-

⁹ La red de computadoras ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) fue creada por encargo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos como medio de comunicación para los diferentes organismos estadounidenses.

¹⁰ Internet es una red de redes a escala mundial de millones de computadoras interconectadas con el conjunto de protocolos TCP/IP.

2010. [11]. Basado en la encuesta que la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), realizó a sus miembros más destacados (fellows), durante el 2003- 2004, acerca del futuro de la tecnología, en los países más industrializados. Según esta encuesta, los desarrollos tecnológicos relevantes, para los próximos 5 años, serán:

- Acceso a bajo costo a comunicaciones de banda ancha.
- Diodos emisores de luz (LED) blancos, como una forma de reducir el consumo de energía.
- Aplicaciones prácticas de comunicaciones cuánticas.
- Nuevos dieléctricos para las compuertas de los circuitos CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductors*).
- Fuentes alternativas de energía limpias.
- Sistemas de inteligencia artificial de bajo costo.
- Desarrollos tecnológicos para la investigación del genoma.
- Sistemas operacionales y software de libre acceso (Open Source).
- Integración de la biología y la ingeniería.

3.5.1.3 Situación de la industria internacional

➤ Segmentos de mercado

En países industrializados donde la industria electrónica ocupa un alto porcentaje de la producción nacional; sectores como: telecomunicaciones, procesamiento de datos, electrónica de consumo, industria aeroespacial e industria automotriz, ocupan los primeros renglones de la producción, donde los dos primeros cubren más de un 60% de la producción nacional.

➤ Industria de los semiconductores

Uno de los indicadores más claros sobre las tendencias en electrónica son las proyecciones realizadas por la *SIA (Semiconductor Industry Association)*, consignadas anualmente en los documentos titulados *ITRS (International*

Technology Road Map for Semiconductor), que permiten analizar los principales nichos de mercado, sus requerimientos y las de los sectores económicos dominantes. Estas proyecciones dan una indicación de cómo se compone el mercado desde el punto de vista de su actual potencial:

- Equipos portátiles e inalámbricos
- Sistemas de banda ancha
- Conmutación por Internet
- Almacenamiento masivo
- Electrónica de consumo
- Computadores
- Electrónica para automóviles.

En cada uno de estos mercados las tendencias de innovación y desarrollo están concentradas alrededor de tres tipos de productos semiconductores, muy orientados por la aplicación: *SoC (Systems-on Chip)* sistemas en chips, circuitos mixtos analógicos/digitales y microprocesadores.

En los *SoC* se encuentran retos tanto en la fabricación, como en el diseño, e involucran tecnologías electrónicas de diferente tipo como circuitos digitales, analógicos, sensores y actuadores. Constituyen un mercado de alta complejidad que demanda grandes volúmenes de producción, semejante al de los *Asics (Application Specific Integrated Circuit)*, y que dado el estado actual de las metodologías de diseño, procura su optimización con la reutilización de módulos de silicio *IP (Intellectual Property)*.

El campo de los circuitos integrados mixtos ha florecido en la última década, impulsado de manera importante por la gran cantidad de aplicaciones inalámbricas de corto y mediano alcance que han aparecido en el mercado. Sistemas RF (radio frecuencia) de bajo consumo, conversores A/D (analógicos/digitales) y D/A (digitales/analógicos) de alto desempeño, procesadores digitales de señales, son ejemplo de los módulos que se deben incorporar en un mismo circuito integrado; esto plantea retos importantes en diseño de circuitos, metodologías de diseño y procesos de fabricación.

El campo de los microprocesadores está orientado a aplicaciones sobre medidas en las que el desempeño y los costos de producción son elementos determinantes del desarrollo, por lo tanto, está en manos de las grandes industrias la participación en el mercado.

➤ **Visión de la academia de los EEUU.**

A continuación presentamos algunos ejemplos de tecnologías que según la publicación *MIT Technology Review* (2001) cambiarán el mundo.

- Los microsistemas se destacan como una actividad de gran utilidad en múltiples campos y en especial en la agricultura, el medio ambiente o la seguridad, donde se requiere de sistemas de control de bajo costo y tamaño reducido, que permitan la captura de información y su transmisión a puntos centrales de recolección.
- Si a estos microsistemas adicionamos un elemento, como las partes mecánicas con sus respectivos actuadores, para llevarlos a ejecutar labores dinámicas desde el punto de vista de movimiento de pequeñas masas, encontramos otra de las áreas de mayor interés en el mundo académico que involucra la robótica y la llamada mecatrónica.
- Nuevas tecnologías y materiales electrónicos para implementar las funciones que hoy hacemos sobre silicio a costos que permitan que los productos puedan llegar a ser incluso desechables. Una de las alternativas consideradas de mayor futuro, está en la utilización de materiales orgánicos para la fabricación de los elementos de conmutación en sistemas digitales. Los llamados transistores flexibles, están basados en el uso de polímeros para la fabricación de los dispositivos semiconductores, sin embargo, aún tienen que enfrentar retos muy importantes como el de la velocidad de conmutación la cual está todavía lejos de ser comparable con la de los transistores de silicio.
- El ancho de banda no solo en redes sino también en interconexiones entre microcomponentes plantea desde hace años la necesidad de lograr verdaderas interfaz luz-electrón que permitan superar las velocidades actuales de forma eficiente. Esto pone a la microfotónica en la línea de las tecnologías que transformarán el mundo.

- Tecnologías biométricas de identificación, las cuales recurren al uso de los patrones naturales: huellas, iris, voz, etc., como clave de identificación. Si bien en el mercado ya se encuentran en uso multitud de dispositivos éstos todavía están en un nivel básico y se espera que puedan masificarse.

➤ **Situación y tendencias en telecomunicaciones**

Desde finales de la década de los noventa el sector global de telecomunicaciones ha generado una increíble evolución y variedad en tecnologías y nuevos servicios disponibles, acompañados de un aumento en la confiabilidad y calidad de los mismos, y de una reducción en el costo de los servicios más básicos. La Internet, por ejemplo, ya cuenta con más de 675 millones de usuarios, cerca del 8% de la población mundial, con acceso a más de 4.000 millones de páginas web (*Google*, 2004), atendidas por más de 55 millones de servidores (ITU, 2004).

Los tres principales desarrollos tecnológicos del periodo han sido la difusión de múltiples servicios y tecnologías inalámbricas (*wireless*); la difusión de servicios de datos de banda ancha (*broadband*), principalmente la Internet; y la migración de la telefonía tradicional de circuito conmutado (*PSTN*), a la telefonía sobre protocolo Internet por conmutación de paquetes (*VoIP*, o *voice over IP*).

La disponibilidad abundante y confiable de tecnologías de banda ancha e inalámbricas, son factores que habilitan el desarrollo del comercio electrónico, la computación ubicua (*pervasive computing*), los servicios web, y la computación distribuida como servicio de infraestructura. A continuación miramos estas tendencias.

- **Comunicaciones de banda ancha**

La difusión del acceso a los servicios de banda ancha continúa siendo una prioridad en los países industrializados, que en esto llevan la delantera a los subdesarrollados. En Estados Unidos, por ejemplo, el número de usuarios con acceso a Internet (65% de la población) ya es superior al de los que disponen de línea telefónica fija. El acceso a servicios de banda ancha es superior al

20% de la población y su rápido incremento es visto como un factor clave para acelerar el desarrollo de altas tecnologías, incrementar la competitividad del país, y cosechar los frutos de la “economía digital” (IEEE, 2002a).

Las redes sincrónicas ópticas (*Sonet*) y el protocolo *ATM*¹¹ son la infraestructura base de troncales y enlaces de redes metropolitanas, con un ancho de banda casi ilimitado (terabits por segundo), y con calidad de servicio seleccionable para acomodar los requerimientos de distintas aplicaciones y usuarios, tales como voz sobre red de datos, teleconferencias, video por demanda y otras aplicaciones de comunicaciones multimedia.

En redes de área local el protocolo *ethernet*¹² ha incorporado el uso de conmutación para evitar la degradación de velocidad a medida que el número de usuarios aumenta sobre un segmento. El *ethernet* convencional (10 Mbit/seg) ya ha sido reemplazado en muchos contextos de empresa y hogar por el *ethernet* rápido (100 Mbit/seg), y el *ethernet* gigabit (1 Gbit/seg) se utiliza en las grandes empresas como *backbone* para interconectar subredes y servidores.

La conexión de redes locales (de negocio u hogar) a redes metropolitanas se realiza por tres tecnologías principales de acceso: cable coaxial, línea de suscriptor digital (*DSL*) en Norteamérica, y línea de red digital de servicios integrados (*ISDN*) en Europa.

Internet 2, el sucesor de la Internet actual, continúa en desarrollo y evaluación en universidades y centros de investigación. Esta es una red de alta velocidad y mayor posibilidad de crecimiento; su troncal opera a velocidades cercanas a los 10 gigabits por segundo. Los protocolos soportados incluyen *IPv6*, (*Protocolo Internet versión 6*) el protocolo principal, e *IP multicast*.

- **Comunicaciones inalámbricas. Wireless**

¹¹ *ATM*: Asynchronous Transfer Mode: Tecnología de transmisión de datos en forma de paquetes.

¹² *Ethernet*: Un estándar para redes de ordenadores muy utilizado por su aceptable velocidad y bajo costo.

La tecnología *wireless* o inalámbrica continúa progresando y difundiéndose rápidamente como extensión de las redes de telecomunicaciones ópticas y alambradas. Las dos aplicaciones principales son telefonía celular y redes inalámbricas de datos.

En telefonía celular, las tecnologías de segunda generación *TDMA*¹³, *GSM*¹⁴, y *CDMA*¹⁵ están siendo reemplazadas por las de tercera generación.

Las tecnología de tercera generación incluyen *CDMA* de banda ancha (*W CDMA*) y versiones mejoradas de *GSM*. Aparte del servicio de voz, éstas permiten también transmisión de datos de banda ancha, así como los servicios que la capacidad de transmisión de datos habilita, incluyendo mensajería de texto, transmisión de imágenes y video, y acceso a Internet desde las unidades celulares de tercera generación.

Uno de los temas principales en telefonía celular es la estandarización. En 1999 la Unión Internacional de Telecomunicaciones (*ITU* por sus siglas en inglés) anunció un conjunto comprensivo de cinco patrones para tercera generación diseñados para acomodar y permitir la evolución natural de las tecnologías existentes, principalmente *GSM* y *CDMA*.

Durante la década de los noventa surgió otro conjunto de tecnologías inalámbricas con gran atractivo como acceso a la red a alta velocidad y bajo costo de instalación. La primera es el servicio de distribución multipunto local (*LMDS*, o *local multipoint distribution service*), que opera en la banda de 28 a 30 GHz del espectro y permite altas velocidades de transmisión bidireccional de datos, de hasta 155 Mbps. La alta velocidad de transmisión es ideal para enlazar redes locales de alta velocidad, que operan a 100 Mbps, con redes *WAN* o metropolitanas (Sheppard, 2000). Se estima que en Estados Unidos el mercado *LMDS* para estos servicios es de cuatro a cinco millones de usuarios.

Una característica aún más atractiva de *LMDS* es que, siendo una tecnología inalámbrica, tiene mínimos requerimientos de infraestructura para su instalación, por lo

¹³ *TDMA*: Time Division Multiple Access (ANSI-136 o IS-136). Es una tecnología inalámbrica de segunda generación que brinda servicios de alta calidad de voz y datos.

¹⁴ *GSM*. Global System for Mobile communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles). Es un estándar mundial para teléfonos móviles digitales.

que puede ser montada a bajo costo y rápidamente, como alternativa a redes ópticas y cableadas.

Por último, la familia de estándares *IEEE 802.11(a, b, g)*, también conocidos como *Wireless Fidelity* o *Wi-Fi*, permite la conexión de redes locales de datos inalámbricos (*WLAN*) a cortas distancias, típicamente hasta 1.000 pies (300 metros), dependiendo de las condiciones del sitio, antenas, etc. Las frecuencias de operación y velocidades de transmisión dependen del estándar particular; 802.11b, por ejemplo opera a 2,4 GHz, y permite velocidades de hasta 5 Mbps. Esta tecnología se difundió rápidamente en instalaciones de casa y oficinas pequeñas, pero ha ganado popularidad en empresas y sitios concurridos como aeropuertos o cafés Internet.

El mercado empresarial representa más del 30%, del mercado de *Wi-Fi* y una tasa de crecimiento del 7% anual. A pesar de problemas de seguridad y privacidad, la tecnología también está siendo implementada rápidamente por “ciudades digitales”, interesadas en ofrecer acceso a la red en espacios públicos como parte de su infraestructura. Versiones más recientes de la familia de estándares ofrecen seguridad (802.11i), garantía de calidad del servicio (802.11e) y velocidades de transmisión superiores a los 100 Mbps.

Recientemente aparece *Wi-Max* – como una poderosa versión de *Wi-Fi* que permite el acceso inalámbrico a la red Internet, sobre una amplia extensión geográfica por ejemplo una ciudad.

- **Telefonía sobre Protocolo IP (VoIP)**

La telefonía sobre protocolo *IP* se basa en la posibilidad de transmisión de voz digitalizada sobre redes con protocolo *TCP/IP*. A diferencia de la red telefónica tradicional con conmutación de circuito, las redes *TCP/IP*, con protocolo de conmutación por paquetes, no garantizan la transmisión de todos los paquetes recibidos y, más aún, dado que los paquetes enviados pueden tomar diversos caminos o sufrir retrasos diferentes, tampoco garantizan el orden de llegada o la demora que los mismos puedan sufrir.

El principal factor, entonces, que determina la viabilidad de la telefonía *IP* es la calidad de servicio de la red. Desde el punto de vista del proveedor, ésta in-

¹⁵ *CDMA*, (acceso múltiple por división de código en secuencia directa), es uno de los métodos de modulación en espectro ensanchado para transmisión de señales digitales sobre ondas

cluye su confiabilidad, la cantidad de pérdida de información, el ancho de banda disponible, la demora en la red, y el *jitter* o variabilidad del retraso mismo. Todos estos factores determinan la calidad e inteligibilidad de la voz en el punto de recepción, que es el criterio de principal interés para el usuario.

Las ventajas de la conversión de conmutación por circuitos a conmutación por paquetes incluyen una mayor eficiencia en la utilización de la red, y la posibilidad de construir y mantener una red única para transmisión de medios (voz y video) y datos, obviando la necesidad de sostener dos redes paralelas. El costo de instalar VoIP es aproximadamente un décimo del de una red tradicional pública conmutada (*PSTN*), este factor la hace atractiva para países en vía de desarrollo, que desean expandir su red nacional y obtener conexión con las internacionales.

3.6 Principios rectores del diseño curricular

3.6.1 Principios curriculares

- **Flexibilidad Curricular**

La Flexibilidad Curricular busca que su estructura sea dinámica, permanentemente abierta a los cambios, modificable a todo nivel; con el objetivo final de adecuarse y producir avances en la construcción de conocimiento científico y tecnológico.

Si se parte del concepto de que el Currículo es la traducción que una institución de educación realiza de la cultura que la humanidad ha producido en su devenir histórico; esta traducción debe reflejarse en el plan de formación.

Lo más esencial nos remite al hecho de que la estructura curricular sea lo suficientemente móvil de tal modo que permita la introducción de nuevos objetos de conocimiento que dicha cultura genera en su dinámica.

Cuando los planes de formación se construyen mediante proyectos, se suele partir de un problema que interroga el conocimiento como un pretexto para la asimilación y aplicación de unos conocimientos que el Currículo ha seleccionado para formar un tipo de profesional. Es flexibilidad curricular el hecho de que semestre tras semestre estos problemas cambien.

Cuando bajo la concepción de proyectos se considera la formación en investigación se parte de un problema cuya solución llevará a obtener un producto, que podría ser diferente para cada proyecto. Esto, también, es el resultado de la flexibilización curricular.

El crear espacios curriculares como seminarios integradores, donde se articule lo académico, lo investigativo y lo laboral, es decir, los estudiantes puedan enfrentarse laboral y científicamente a solucionar problemas tipo que un profesional de su área resolverá en su cotidianidad, genera el desarrollo de competencias, como un saber hacer en contexto, que flexibiliza las formas de aprendizaje de los estudiantes y lo inician en la profundización de conocimientos como ingenieros.

En estos seminarios integradores se posibilita el desarrollo de las líneas de profundización de cada programa y están soportados por los grupos de investigación o por los proyectos. Así mismo pueden utilizarse para posibilitar la Práctica Profesional en sus diversas modalidades a saber, semestre de industria o práctica empresarial, trabajo en investigación, trabajo de grado, práctica social, y empresarismo.

Igualmente el estudiante puede optar por recorrer alguna parte del plan de formación en otras Facultades de Ingeniería de la ciudad, del país o del exterior con previos requerimientos institucionales.

- **Transversalidad Curricular**

La transversalidad del Currículo hace referencia a los conceptos y procedimientos comunes a todos o a algunos proyectos de aula:

- Formación en investigación: Todos los proyectos de aula se constituyen bajo la formulación de problemas que posibilitan la estructura metodológica para su solución potenciando las competencias de los estudiantes en el campo de la investigación.
- Competencias Comunicativas: Todos los proyectos de aula incorporan, en alguna medida, las competencias de leer, escribir, escuchar y exponer.
- La Formación Integral: Todos los proyectos de aula propenden por el desarrollo de la inteligencia que se vislumbra en la potencialización de competencias, por la adquisición de conocimientos y por la incorporación de valores y sentimientos, que se explicitan a través de los conocimientos en el mejoramiento cualitativo del ser social.
- Uso de nuevas Tecnologías: Todos los proyectos de aula en alguna medida, harán uso de las nuevas tecnologías.
- Normas de Aseguramiento de la Calidad: Algunos proyectos de aula en sus conceptos y procedimientos integrarán la aplicación pertinente de las normas, regulaciones y estandarización definidas a nivel nacional e internacional.
- Emprendimiento y Empresarismo: En todos los proyectos de aula debe estimularse la creación de nuevas ideas, orientadas al desarrollo de la investigación para la creación de empresas y no constreñir este ideal al desarrollo de cursos aislados sobre el tema.
- Lenguas Extranjeras: Los proyectos de aula basarán sus fuentes en Lenguas Extranjeras, en la medida en que el desarrollo de los conocimientos lo exijan.

- **Articulación de Teoría y Práctica.**

El Currículo promueve la articulación de las teorías con sus prácticas, es decir, promulga la visión holística del conocimiento. Este principio, indica que en la enseñanza de una disciplina o en el desarrollo de un proyecto, siempre estarán presentes y en íntima unión, la comprensión conceptual y su aplicación a la solución de problemas.

3.6.2 Principios Pedagógicos

- **Solución de Problemas**

El problema surge de la insatisfacción de un sujeto en relación con la situación específica manifiesta en el objeto. El problema se concibe como el obstáculo que no permite satisfacer una necesidad; es el desequilibrio que se genera en la interacción del sujeto con el objeto; y sólo se retorna al reestablecimiento del equilibrio cuando el sujeto realiza determinados aprendizajes, a través de los cuales satisface la necesidad.

La solución de problemas es una estrategia centrada en el estudiante, orientada a promover el aprendizaje significativo y tiene como propósito desarrollar habilidades para enfrentar y resolver problemas.

En la construcción del conocimiento, el estudiante se plantea problemas, analiza, escoge alternativas de solución y es creativo. Son esas acciones las que fomentan la construcción y reconstrucción del conocimiento, por tanto, aprende a aprender y adquiere habilidades para interpretar, comprender, sistematizar, aplicar, juzgar y valorar la información. Así mismo aprende a hacer seguimiento a sus procesos mentales.

El estudiante se enfrenta permanentemente a problemas ya sea en relación con sus intereses, con el entorno o con la naturaleza del conocimiento; y durante su formación adquiere formas particulares de solucionarlos, de acuerdo con la experiencia y conocimientos que va acumulando. Por ello, se le debe presentar el conocimiento como algo que debe utilizar y no como simple información. El propósito de todo proceso educativo debe ser el desarrollo de la capacidad de transferir, es decir, de utilizar lo aprendido en contextos diferentes a aquel en donde se aprendió.

Cuando se adquiere la habilidad para la solución de problemas, se adquieren otras habilidades:

- Capacidad para plantear, examinar y analizar el problema, determinando si existen subproblemas que permitan abordar el problema general.
- Capacidad para formular hipótesis o explicaciones del problema y evaluar estas explicaciones o soluciones tentativas.
- Capacidad para aplicar las soluciones tentativas y descartar las que no muestren la suficiente evidencia o fortaleza.

Todos los modelos de solución de problemas tienen como fundamento el esquema lógico del método científico; esto es, la construcción del problema, el examen del problema para estar seguro de que se conocen todos sus términos y de que el problema es uno sólo, construcción de hipótesis o explicaciones tentativas del problema, aportes de información a favor de las hipótesis y descarte de las explicaciones más débiles, destacando la explicación de mayor probabilidad.

Hasta aquí, se ha abordado el aspecto cognoscitivo relacionado con el desarrollo de la habilidad para resolver problemas. Pero la inefectividad didáctica para potenciar este desarrollo no proviene únicamente de procedimientos o metodologías apropiadas; pues como lo sostienen Moreira y Novak (1.988), uno de los problemas de la educación es negar o ignorar el

papel que los sentimientos juegan en la producción de conocimientos. Este concepto puede extenderse, naturalmente, al desarrollo de habilidades. Afirman estos autores: “Diversos estudios han demostrado cada vez más, que pensar, sentir y actuar están siempre integrados y que mejorar la práctica educativa requiere métodos que ayuden a los estudiantes a integrar sus razonamientos, sentimientos y acciones de maneras más constructivas” (Moreira y Novak). Esta conceptualización se hizo con el apoyo de los desarrollos, que sobre el tema, realizaron Bernardo Restrepo Gómez y otros docentes de la Universidad de Antioquia⁸.

- **Formación Integral**

La formación integral propende por: El desarrollo de las inteligencias, o sea, las competencias o saber hacer en contexto; la asimilación de estructuras conceptuales y procedimentales; y la incorporación de actitudes, valores y sentimientos.

- **Interdisciplinariedad**

La interdisciplinariedad promueve la concurrencia de saberes, haciéndose necesario un diálogo permanente entre ellos para encontrar la solución a diversos problemas y satisfacer las necesidades sociales en busca del desarrollo humano. “Sin desconocer los límites propios de cada disciplina, se buscan factores de unidad entre diversos saberes, bien sea en cuanto al objeto, al método o al lenguaje. Esta alternativa es muy mencionada en la actualidad, sin embargo suele tener dificultades en el momento de los procesos concretos”⁹

- **Formación en Investigación**

⁸ RESTREPO Bernardo y otros. ABP La evaluación del aprendizaje basado en problemas. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín, 2002.

⁹ Simposio permanente sobre la Universidad, Medellín, 2003

La ciencia en este contexto, es otra actividad del hombre y la mujer. La ciencia en una sociedad depende del cambio o evolución de los problemas o necesidades, es decir, de sus sistemas productivos. Los métodos o sistemas de producción y la evolución de los problemas, pueden modificarse a través de la actividad científica (tomado y modificado de Monod, 1.993).

La formación en investigación hace alusión al desarrollo de competencias propias de los procesos de la ciencia y su aplicación a la docencia en ingeniería.

- **Libertad de Cátedra**

Los profesores tendrán discrecionalidad para exponer su conocimiento en el marco de un contenido programático mínimo, aprobado para cada curso. A su vez, los estudiantes podrán controvertir las explicaciones de los profesores, acceder a las fuentes de información disponibles y utilizarlas para la ampliación y profundización de sus conocimientos.¹⁰ Sin renunciar a sus creencias e ideologías, los profesores deberán ser coherentes con los paradigmas privilegiados por la institución.

En todo caso, cada curso puede ser evaluado por pares externos de dentro o de fuera de la institución, así como confrontados sus contenidos contra los propósitos de formación definidos para el programa sin que esto atente contra la libertad de cátedra.

3.7 Contextualización

3.7.1 Estado actual de la electrónica en Colombia.

¹⁰ Tomado del Estatuto Docente, Cap.II, Art. 4, numeral 6).

Para efecto de este análisis dividiremos la evolución de la industria electrónica en tres etapas: una inicial de conformación, comprendida entre los años setenta y ochenta, una segunda en la década de los noventa, considerada por algunos como de grandes cambios, y un último periodo iniciado a partir del 2000[11].

En los años setenta y ochenta, la industria estuvo dominada fundamentalmente por empresas ensambladoras, nacionales o con capital extranjero, dedicadas a la electrónica del entretenimiento (televisión y sonido). Al final de este periodo, cuando se produjo la gran explosión de los computadores personales (*PC*), también se hicieron incursiones de ensamblaje en esta área. Otra parte de la industria, de origen nacional, estaba dedicado a las telecomunicaciones, especialmente a pequeñas centrales de conmutación, a transmisores RF y al sector de la energía con base en reguladores y equipos de respaldo *UPS* (fuentes de alimentación ininterrumpidas). Es de destacar en esta época la existencia de empresas orientadas a la fabricación de componentes pasivos como condensadores.

La segunda etapa, se caracterizó por la gran variación en el número, tipo y tamaño de las empresas, hechos ocurridos en medio de una gran variación en las políticas económicas del país, como la apertura económica y la privatización de empresas públicas, que, en principio, acabaron con las políticas de protección implementadas para las industrias nacionales (García, ETI, 2004).

El primer impacto de estas políticas en la industrial electrónica, fue la desaparición de las ensambladoras de origen extranjero, las cuales, ante la apertura en todo el hemisferio sur, se reubicaron en los países de mejores condiciones tanto económicas como de seguridad.

En la segunda parte de este periodo, un buen número de empresas nacionales comenzó a sentir el impacto de las medidas económicas y debió cerrar su operación al no poder sostener la competencia de los productos importados, mientras que aquellas con mayor solidez, no solo tecnológica, sino

administrativa y financiera, abrieron sus mercados y entraron a participar de esta nueva economía.

La tercera etapa de análisis comprende desde el año 2000, fecha arbitraria por no encontrar un hito que nos dé un punto de partida.

Según un estudio realizado por el Centro de Estudios del Tercer Mundo (Creset), entidad privada especializada en estudios sectoriales que ha realizado varios trabajos en el sector de la electrónica para el Proyecto Iberchip¹⁶ de la Unión Europea, después de que la experiencia aperturista mostró resultados poco exitosos, los analistas económicos, han reencontrado el tema de la electrónica como insumo básico de una industria globalizada y competitiva (Acosta, 2000). A esta conclusión se llegó después de profundizar en los factores fundamentales para que las exportaciones ganaran en competitividad, y esto ha vuelto a poner sobre el tapete la ventaja o desventaja, según la óptica con que se mire, de que el cambio tecnológico de los últimos treinta años nos pone frente a una industria electrónica diferente y que toca crear.

Con estos indicadores arrancamos el nuevo siglo, teniendo un par de elementos básicos para iniciar el análisis de actual estado de la industria. Un primer punto de necesaria referencia, es la apertura globalizada y el de los tratados regionales de comercio, los cuales, si bien plantean unas reglas de juego pactadas y más claras que las de la apertura de los noventa, impondrán restricciones que pueden llegar a ser más severas desde el punto de vista de normalización y estandarización, para las cuales el país no está preparado, per le toca enfrentar. El segundo punto de esta última etapa, es el gran incremento de profesionales en electrónica en los próximos años, el cual, dadas las actuales condiciones del mercado, tendrá que encontrar en la creación de empresas su futuro. Este es el reto que se abre en este momento, cuando justamente recién se firma el TLC, entre los EEUU y Colombia.

3.7.2 Desafíos y Oportunidades para Colombia

La acelerada evolución de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática, su convergencia, el cambio del entorno nacional y mundial y el gran impacto que su aplicación ha tenido en Colombia y el mundo, hace necesario adelantar constantemente nuevos estudios sobre sus tendencias, desde el punto de vista tecnológico y de mercados, y sobre esta base, reflexionar respecto a las oportunidades que tiene el país de ponerse a tono con la globalización y los retos que debe enfrentar para lograr una adecuada competitividad.

Las tecnologías que forman parte del ámbito del programa definen una nueva visión de desarrollo, donde el conocimiento se constituye en el eje de la concepción de economía globalizada. Junto con los avances tecnológicos aparecen nuevos esquemas de mercados y negocios. En consecuencia, la actualización del Plan Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, permite una mirada a la situación actual de dichas tecnologías y sus tendencias a escala mundial, algo imprescindible para orientar las líneas de acción y las estrategias en los próximos años. En este sentido se analizan las actividades que sobre la materia despliegan Estados Unidos, la Unión Europea, Japón y otros países asiáticos, en sus universidades, industria, organismos reguladores, y desde luego, las políticas establecidas por las agencias de promoción para encauzar la investigación y el desarrollo tecnológico.

Con base en los retos anteriores, Colciencias a través de su programa ETI, nacido en 1991, crea el Plan Estratégico Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, el cual se debe estar actualizando permanentemente. El Plan en mención para la vigencia 2005-2010, tiene las siguientes metas [20]

- El objetivo general del programa es incrementar la capacidad y la actividad de investigación y desarrollo en electrónica,

¹⁶ Iberchip. Red Iberoamericana de Servicios de Fabricación de Microsistemas para Soporte a la Industria y la formación de expertos en Microelectrónica.

telecomunicaciones e informática y favorecer un clima adecuado para el mejoramiento de los sectores productivos al rededor de ETI en Colombia.

Los objetivos específicos son:

- Lograr constituir una masa crítica de ingenieros e investigadores suficiente para lograr dar atención al permanente avance científico - tecnológico en las diferentes áreas especializadas derivadas de la electrónica, las telecomunicaciones y la informática.
- Lograr una permanente actualización del conocimiento de la electrónica como tecnología matriz, lo cual es indispensable para poder garantizar un verdadero desarrollo de todas las tecnologías alrededor de ETI.
- Lograr con la contribución de actividades de I+D el desarrollo de la Infraestructura Nacional de Información que el país requiere hacia el siglo XXI.
- Lograr el desarrollo de los sectores productivos y de la industria nacional alrededor de ETI, favoreciendo especialmente la producción de electrónica de alto valor agregado y la consolidación de la industria del software como una industria nacional fuerte y altamente competitiva a nivel internacional.
- Contribuir desde I+D en ETI, con el desarrollo de sectores de gran importancia para el país, particularmente los de educación, salud, medio ambiente y agrario.

El programa se caracteriza porque trabaja en un área de nueva tecnología, tecnología genérica que está dentro de las grandes tecnologías que dominan el mundo contemporáneo, está relacionada con muchos sectores y es de carácter estratégico.

La cobertura del programa se define en términos de la Convergencia Tecnológica de los tres campos de la tecnología que maneja: la electrónica, las telecomunicaciones y la informática son campos estrechamente relacionados e interdependientes; el desarrollo de uno incide en los otros.

➤ **Las líneas de acción del programa son:**

Las líneas de acción del programa son:

- Permanente generación y actualización de conocimiento en electrónica como tecnología matriz.
 - Se deben atender proyectos en los temas específicos de microelectrónica, optoelectrónica, microsistemas y todo aquel que surja como pertinente dentro de la electrónica.
- Telecomunicaciones y tecnologías de información para la infraestructura nacional de información.
 - Apoyar desarrollo de proyectos en I+D en redes, gestión de redes, multimedia, tecnología inalámbrica, tecnología satelital, nuevas tecnologías de transmisión de señales, fibra óptica, acceso a Internet, televisión interactiva y otras para optimizar servicios. Además uso de tecnologías innovadoras para soluciones de último kilómetro como ASDL, HFC, SDV y otras.
 - Apoyar proyectos de I+D que desarrollen nuevas herramientas de software para redes, acceso a Internet y optimizar servicios en torno a redes que conformarán la infraestructura nacional de información.
 - Apoyo a proyectos que con nuevas tecnologías favorezcan el cumplimiento de universalización de servicios de telecomunicaciones en regiones de Colombia, especialmente telefonía básica.
- Apoyo de I+D para el desarrollo de la industria de software nacional.
 - El desarrollo de la industria del software es estratégico y de grandes posibilidades por el reconocido potencial de creatividad e innovación que Colombia posee y por las oportunidades de mercado. Se requieren entonces importantes esfuerzos conjuntos entre academia y empresa para desarrollar proyectos que impulsen el uso de nuevas plataformas, herramientas y tecnologías de desarrollo de software y que cumplan con estándares de calidad para competitividad internacional.
- Automatización industrial e innovación de sectores productivos.
 - El desarrollo de la electrónica y la microelectrónica con el uso de modernas herramientas de diseño y de simulación y en forma conjunta

con desarrollos de software, permite modernización de productos y de procesos productivos permitiendo mayor exactitud, eficiencia, calidad y productividad. Se deben desarrollar proyectos específicos encaminados a la automatización industrial en general y a la innovación en productos y procesos de sectores productivos del país.

- Aplicación de ETI en sectores de especial importancia para el desarrollo del país. La aplicación de ETI debe favorecerse en áreas estratégicas para el país como:
 - Educación: Informática educativa, nuevas tecnologías para educación, educación a distancia, etc.
 - Salud: Equipos médicos, instrumentación, telemedicina, etc.
 - Medio ambiente: Sensórica para niveles de contaminación, modernización de procesos con tecnologías limpias, etc.
 - Sector agrario: Controles automáticos de riego, de fumigación y aplicaciones en postcosecha orientadas a agroindustria e industria de alimentos.

3.8 Diagnóstico de la Ingeniería Electrónica en la Universidad de Antioquia

Informe del Comité Nacional de Acreditación, basado en el reporte final dado por los evaluadores del Programa, los doctores: Jorge Bohórquez y Alfonso Lombana.

"Los pares consideran que el Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Antioquia es un programa de alta calidad. Los pares resaltan los siguientes aspectos del programa que son indicadores de esta calidad:

- La Universidad de Antioquia se proyecta como una institución seria, reflexiva, en constante evolución que ha definido su misión, objetivos y propósitos con bastante claridad. Estas cualidades se reflejan nítidamente en su programa de Ingeniería Electrónica.
- El plan de estudios desarrollado por el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Antioquia es altamente coherente con

el ejercicio de la profesión y con el ideal del profesional que pretende formar.

- La Universidad de Antioquia busca formar profesionales con una sólida fundamentación científica y tecnológica con conocimientos administrativos y humanísticos. Los empleadores de los egresados del programa reconocen en ellos una alta capacidad para asumir retos, un alto grado de responsabilidad y una buena formación técnica, entre otras cualidades.
- El programa cuenta con una planta profesoral idónea, dinámica y suficiente en número y preparación para las necesidades del programa.
- El programa hace un uso efectivo de herramientas computacionales y tecnológicas modernas.
- El programa cuenta con un número muy adecuado de recursos informáticos, bibliográficos y de laboratorio.
- Los estudiantes y profesores están cobijados por estatutos claros y debidamente difundidos.
- Los estudiantes y egresados del programa tienen un alto sentido de pertenencia con su institución y programa.
- El programa presenta un alto grado de auto-crítica y flexibilidad que le permite mantener un mejoramiento continuo."

Como resultado, el Ministerio de Educación Nacional otorgó, en mayo 22 de 2001, la Acreditación de Alta Calidad por Cinco Años al Programa de Ingeniería Electrónica.

En noviembre del 2005, fue puesto a consideración del Comité Nacional de Acreditación, el documento: Informe de Autoevaluación y Autorregulación del programa de Ingeniería Electrónica, de la Universidad de Antioquia, para la renovación de la Acreditación en el período 2006.....20....[21]

3.9 Problemas que enfrenta el Ingeniero Electrónico

3.9.1 Problemática que enfrenta el Ingo. Electrónico con énfasis en Sistemas Digitales.

Este ingeniero trabaja en el diseño de sistemas, con una fuerte componente digital, que solucionan los problemas de la sociedad, en campos como: las Comunicaciones, el Control y automatización industrial, el área médica, el área de cómputo, el área de seguridad electrónica, el área del transporte, el área de entretenimiento ,etc, buscando:

- Alta desempeño de los mismos.
- Mínimo consumo de potencia.
- Alta velocidad.
- Reprogramabilidad. Facilidad de escalización.
- Interconectividad de los sistemas electrónicos. Intercambio de información.
- Automatización del sistema.
- Seguridad en la transmisión de la información.
- Formatos adecuados para la transmisión y procesamiento de la información.
- Utilizar el computador como un componente fundamental en la solución de problemas reales de: procesamiento de señales, comunicaciones, redes y control.

3.9.2 Problemática que enfrenta el Ingo. Electrónico con énfasis en Telecomunicaciones e Informática

- Un desequilibrio en la cobertura de servicios de telecomunicación a nivel nacional, con una sobreoferta en los centros de mayor desarrollo y una carencia ó limitación en las zonas rurales o subdesarrolladas
- Alta dependencia de tecnologías extranjeras, con el impacto directo en los costos de instalación y sostenimiento de los servicios.

- Poca innovación en diversificación y diseño de servicios sobre las redes actuales existentes, sobre todo teniendo en cuenta la tendencia a la integración de sistemas y servicios.
- Poco desarrollo en software de gestión para redes y sistemas de Telecomunicación.
- Alto desorden en la gestión y regulación del espectro electromagnético.
- Poco desarrollo en producción de componentes y módulos para redes y sistemas de telecomunicación.
- Escaso recurso humano capacitado en aspectos como regulación, gestión y legislación en el sector telecomunicaciones
- Carencias y limitaciones en las actividades y proyectos de investigación que se emprenden en el sector.

3.9.3 Problemática que enfrenta el Ingeniero Electrónico con énfasis en Control.

Este ingeniero se enfrenta a :

- Problemas enfocados a la Automatización Industrial, usando hardware y software, económicos, eficientes y adaptables de tal forma que los procesos puedan operar con la mínima presencia del hombre, y de este modo la industria pueda asumir compromisos de calidad, plazos, costos; es decir que sea competitiva.
- Problemas concernientes al manejo de electrónica de potencia.

3.10 Propósitos de formación

El programa de ingeniería electrónica de la Universidad de Antioquia, busca formar sus estudiantes, dándoles una fundamentación en ciencias y tecnología, socio-humanísticas y la comunicación en una segunda lengua, para que puedan adquirir las competencias abajo mencionadas, que le imprimirán un

sello particular, que lo diferenciará de los egresados de las otras universidades. A continuación, se presenta en detalle el conjunto de propósitos de formación en ciencia y tecnología, con los que desarrollan algunos de los propósitos más generales que se presentan arriba. El programa de ingeniería electrónica de la Universidad de Antioquia, buscan que sus estudiantes adquieran:

- Una fuerte formación en ciencias básicas tales como matemáticas, física e informática, que lo capaciten para abordar, posteriormente, otros aspectos del conocimiento y la investigación
- Conocimientos actualizados y de avanzada que le permitan abordar proyectos en temas como automatización industrial, monitoreo y medición de variables, sistemas de comunicaciones, redes de transmisión de datos; diseño de interfaces inteligentes con dispositivos programables, orientados a solucionar problemas de conectividad con sistemas de más novedosa tecnología o entre plataformas informáticas diferentes
- La capacidad de Gestionar tecnologías teniendo en cuenta todos los sectores económicos de nuestro país tales como: el industrial, el agropecuario, el de servicios, el de recursos naturales; el de la salud y de la recreación y el deporte; sin que esto implique cerrarle el paso a la proyección internacional del egresado.
- La capacidad de entrenarse para lograr un desempeño adecuado en el diseño, la integración, el montaje, mantenimiento, puesta a punto y soporte de sistemas y equipos electrónicos empleados en procesos que se desarrollan en los distintos sectores de la economía.
- Las experiencias empíricas de manera temprana mediante la realización de proyectos en los laboratorios, orientados a la solución de problemas reales y de aplicación en el medio. Es decir, mediante el uso de una metodología de la enseñanza basada en la experimentación.
- La capacidad de solucionar problemas reales de la sociedad, mediante adaptación o actualización tecnológica, lo cual implicará establecer contactos con los diferentes sectores de la economía.

A continuación, se presenta en detalle el conjunto de propósitos de formación en habilidades, con los que se desarrollan algunos de los propósitos más generales. Teniendo en cuenta que las habilidades tienen que ver con el modo de plantear y resolver problemas, el programa de ingeniería debe dar a sus estudiantes la fundamentación requerida, que los habilite para:

- Aplicar técnicas de simulación, programación gráfica en monitoreo y control de procesos
- Realizar y dirigir actividades de especificación y montaje de equipos, ya sean genéricos o dedicados, y su interconexión con periféricos y otros equipos. También, homologar y ser garante de la calidad y especificaciones técnicas de equipos
- Analizar, evaluar, diseñar, apropiar y gestionar tecnología, integrar dispositivos y subsistemas de hardware/software para aportar soluciones a necesidades en: procesos de información, innovaciones de la instrumentación para medición y automatización de procesos, conectividad y compatibilidad entre equipos, control y monitoreo de variables procesadas por dispositivos y sistemas electrónicos
- Integrar, implementar montajes, operar y mantener sistemas y equipos industriales, de servicio (comunicaciones y telefonía) y de informática
- Gestionar proyectos en: automatización industrial, electrónica de potencia y mandos de máquinas eléctricas, sistemas de comunicación terrestre y satelital, redes de computación y otros muchos de interés interdisciplinario en ingeniería
- Buscar, interpretar, evaluar, seleccionar, organizar y usar, en la solución de problemas, información técnica contenida en textos, planos, diagramas y especificaciones detalladas sobre equipos, procesos y sistemas electrónicos
- Investigar los diferentes escenarios que le permitan aprovecharse de la gran cantidad de información tecnológica existente y aprender durante la vida (“lifelong learning”)
- Identificar necesidades y aprovechar oportunidades tecnológicas para intervenir directamente en la solución de problemas del medio

- Realizar evaluaciones sobre viabilidad técnica, financiera y ambiental de proyectos de inversión y desarrollos con equipos electrónicos
- Evolucionar como persona, con habilidades para comunicarse correctamente, tanto en forma oral como escrita, en castellano y en una lengua extranjera. Entender los problemas socioculturales y geopolíticos del entorno en el cual le corresponda desempeñarse. Acumular una cultura general que le permita comunicarse, con éxito, con profesionales de disciplinas diferentes a la ingeniería.
- Proyectarse con mentalidad creadora y decidida; proveerse de habilidades administrativas y cultivar una actitud empresarial, obtener aptitudes como administrador, con conocimientos en aspectos legales y laborales
- Ubicarse estratégicamente para anticiparse a los cambios y formular alternativas para el logro de sus propósitos
- Desarrollar la capacidad crítica y ser capaz de vivir en la perspectiva de una educación continua y permanente en el constante y rápido evolucionar de la tecnología electrónica
- Desarrollar habilidades para integrarse a grupos interdisciplinarios que desarrollen soluciones de apropiación tecnológica adaptables al medio

3.11 Competencias

3.11.1 Competencias generales

Un profesional de cualquier disciplina o profesión debe tener al culminar su pregrado, las siguientes competencias:

- Actitud y capacidad para el aprendizaje continuo a lo largo de la vida (tanto de temas de su profesión o disciplina, así como de otras áreas que le permitan comprender a nivel local y global, el contexto histórico, político, social, económico y ambiental de su quehacer)
- Actitud y capacidad para trabajar en grupos multidisciplinares y multiculturales en contextos nacionales e internacionales.
- Habilidad para trabajar de manera autónoma
- Capacidad de análisis, síntesis, planeación, organización y toma de decisiones.
- Capacidad para aplicar el conocimiento en la práctica
- Excelente capacidad comunicativa (oral y escrita) en lengua nativa, en una segunda lengua, preferentemente el Inglés, y en lenguajes formales, gráficos y simbólicos.
- Creatividad (capacidad para inventar, innovar, proponer soluciones novedosas a problemas y retos que traerá el futuro).
- Ingenio (capacidad de combinar, adaptar y planear soluciones prácticas a problemas complejos)
- Iniciativa, espíritu empresarial, capacidad de emprendimiento, liderazgo y actitud triunfadora para desarrollar acciones y construir empresas exitosas que lleven a la realidad las soluciones que propone, aplicando de manera efectiva en estas los principios de los negocios y la administración.
- Compromiso con la calidad.
- Dinamismo, agilidad, elasticidad y flexibilidad (para adaptarse al carácter incierto y cambiante del mundo).

- Ética profesional y responsabilidad social como orientadoras de su quehacer.
- Actitud hacia el desarrollo de acciones para mejorar las condiciones de vida de la población.
- Habilidad y actitud investigativa.
- Habilidad para administrar información (habilidad para recolectar, analizar y seleccionar información de diversas fuentes)
- Habilidades críticas y auto-críticas.
- Habilidades interpersonales.
- Habilidades computacionales básicas.

3.11.2 Competencias específicas

Para formar un profesional con conocimientos científicos tecnológicos, capaz de investigar, analizar, diseñar, apropiar tecnologías, implementar, mantener y dar soporte a procesos en los cuales intervienen dispositivos y sistemas electrónicos, y paralelamente desarrollar su espíritu creativo y cultivar una actitud científica y crítica que le permita ejercer con suficiencia su actividad profesional en el contexto de la realidad tecnológica industrial nacional, es necesario garantizar en el egresado de ingeniería electrónica ,en las diferentes áreas las habilidades y destrezas necesarias para su desempeño profesional

3.11.2.1 Ingeniero Electrónico con énfasis en el Área de Sistemas

Digitales y Computación.

El profesional mencionado, al terminar su carrera debe estar en capacidad de:

- Modelar, analizar y simular sistemas digitales de diferente complejidad
- Utilizar lenguajes de descripción de hardware para el diseño, simulación e implementación de sistemas digitales de diferente complejidad

- Programar y utilizar microprocesadores, microcontroladores y sistemas embebidos en la solución de problemas de la sociedad, en las diferentes áreas.
- Analizar, diseñar e implementar interfaces para microprocesadores, interfaces hombre-máquina y para redes de computadores
- Analizar, diseñar y realizar sistemas con Procesadores Digitales de Señales (DSP)
- Analizar, modelar e implementar redes de computadores para la transferencia de datos.
- Realizar prototipaje rápido de sistemas digitales, usando dispositivos lógicos programables, reduciendo de paso el tiempo de diseño y el costo del mismo.
- Analizar, diseñar e implementar sistemas digitales usando soluciones ASICs, cuando el estudio de costos y restricciones de desempeño, lo recomienden.
- Conocer y manejar con solvencia conceptos básicos de programación, algoritmia, manejo de bases de datos, compiladores, sistemas operativos; orientados estos tres últimos al diseño de sistemas embebidos.

3.11.2.2 Ingeniero Electrónico en el sector Telecomunicaciones

El profesional mencionado, al terminar su carrera, debe estar en capacidad de:

- Comprender, analizar, aplicar, medir, transformar, solucionar y optimizar el procesamiento y la transmisión de señales que transportan información
- Medir, interpretar, analizar, diseñar y documentar especificaciones técnicas de señales y sistemas de telecomunicaciones
- Analizar, comprender, aplicar y optimizar etapas de una red o sistema de telecomunicaciones

- Interpretar, analizar, diseñar y documentar especificaciones técnicas de equipos y servicios en una solución de telecomunicaciones.
- Investigar, apropiar y desarrollar soluciones de Hardware y software asociadas a los procesos Informáticos y de Telecomunicación.
- Organizar, innovar, proyectar, liderar, negociar, licitar, ejecutar, intervenir, regular y gestionar servicios y soluciones de telecomunicación

3.11.2.3 Ingeniero Electrónico con énfasis en el Área de Control

El profesional mencionado, al terminar su carrera debe estar en capacidad de:

- Integrar equipos, en operación y mantenimiento de sistemas electrónicos aplicados a procesos industriales de servicio y de informática.
- Aplicar y utilizar técnicas de simulación gráfica y monitoreo de variables de procesos locales y remotos integrados al control, mando y regulación automática de los mismos.
- Certificar y homologar características y especificaciones eléctricas de sistemas electrónicos de control y de instrumentación industrial y científica.
- Dirigir y realizar actividades de especificación, montaje y utilización de redes de interconexión entre equipos de cómputo, dispositivos periféricos y equipos electrónicos involucrados en el control de procesos industriales.
- Evaluar la viabilidad técnica, financiera y ambiental de proyectos de inversión y desarrollo con equipos electrónicos.
- Integrar grupos multidisciplinarios que desarrollen proyectos en aplicaciones tecnológicas industriales adaptables al medio.
- Diseñar interfaces inteligentes con dispositivos programables, orientados a solucionar los problemas de conectividad de periféricos existentes con

equipos de más reciente tecnología o entre diferentes plataformas informáticas.

- Abordar proyectos de automatización industrial, electrónica de potencia y mandos de máquinas eléctricas, sistemas de comunicación alámbrica e inalámbrica y redes de computación.

3.12 Campos del Conocimiento. Ingeniero Electrónico

3.12.1 Campos del conocimiento correspondientes a la fundamentación en ciencias básicas.

Un estudiante de ingeniería electrónica, al terminar su ciclo básico en ciencias, debe estar en capacidad de:

Analizar, comprender, interpretar y modelar un problema real usando un lenguaje de símbolos, gráficos y ecuaciones.

3.12.1.1 Conceptos básicos de Matemáticas Nivel I

- Razones y proporciones. Conjuntos numéricos
- Progresiones aritméticas y geométricas. Sumatorias y productorias. Factorial de un número
- El conjunto de los números reales. Propiedades de campo, operaciones, exponentes y radicales. Propiedades de orden, desigualdades, solución de inecuaciones, valor absoluto
- Los números complejos
- Productos notables y factorización. Expansión de un binomio. Números combinatorios
- El plano cartesiano. Rectas en el plano. Producto cartesiano. Relaciones. Funciones.
- Funciones como modelos matemáticos.

- Tipos de funciones. La función cuadrática. La función polinómica. Ceros de funciones polinómicas. La fórmula cuadrática. Teorema del factor. División sintética.
- Funciones racionales. Simplificación de fracciones. Fracciones parciales
- Funciones algebraicas
- La función exponencial y la función logarítmica. Ecuaciones exponenciales y logarítmicas
- Funciones trigonométricas. Identidades y ecuaciones. Teoremas del seno y del coseno. Resolución de triángulos
- Funciones definidas por tramos
- Transformaciones de funciones
- La función compuesta
- La inversa de una función
- Funciones trigonométricas inversas.
- Límites y continuidad de funciones. Límites laterales. Límites finitos. El teorema del valor intermedio
- Límites infinitos y en el infinito. Formas indeterminadas. Asíntotas
- Límites de funciones trascendentes: Trigonométricas, exponenciales y logarítmicas
- La derivada de una función. Derivadas laterales y en intervalos. Derivadas de funciones elementales
- Reglas de derivación. Regla de la cadena
- Derivación implícita y derivadas de orden superior
- Las funciones hiperbólicas y sus inversas. Fórmulas de derivación
- Aplicaciones de la derivada. Trazado de curvas. Dinámica de una partícula. Razones relacionadas. Problemas de optimización. Formas indeterminadas y regla de L'Hospital. Diferenciales y aproximaciones lineales

3.12.1.2 Conceptos básicos de Geometría Euclidiana y vectorial

- Elementos del cálculo proposicional y cuantificacional
- Fundamentos de Geometría Euclidiana
- Desigualdades en el triángulo
- Polígonos
- La circunferencia
- Proporcionalidad y semejanza
- Área de figura plana
- Elementos de Álgebra matricial
- La función determinante
- Vectores geométricos y coordenados
- Aplicaciones de los vectores geométricos a la Geometría Analítica

3.12.1.3 Conceptos básicos de Matemáticas Discretas

- Lógica proposicional
- Lógica cuantificacional
- Relaciones
- Álgebra Booleana
- Sistemas numéricos
- Principios fundamentales del conteo
- Máquinas de tiempo finito
- Aritmética residual
- Códigos de detección de errores

3.12.1.4 Conceptos básicos de Matemáticas Nivel II

- Integral indefinida
- Técnicas de integración
- Integral definida

- Aplicaciones de la integral definida
- Series de potencia

3.12.1.5 Conceptos básicos de Álgebra Lineal

- Conceptos básicos de los espacios vectoriales: subespacios, espacio generado, dependencia e independencia lineal, base y dimensión
- Cambios de base. Base ortonormales y proyecciones. Mínimos cuadrados. Espacios con producto interno
- Transformaciones lineales. Isomorfismos e isometrías
- Valores y vectores característicos. Matrices semejantes. Diagonalización. Forma canónica de Jordan

3.12.1.6 Conceptos básicos de Matemáticas Nivel III

- Funciones vectoriales: derivación e integración. Longitud de arco y curvatura
- Funciones de varias variables: Límites, continuidad y derivación parcial. Regla de la cadena. Derivadas direccionales y gradientes. Planos tangentes a una superficie y rectas normales. Extremos de funciones de dos variables. Multiplicadores de Lagrange
- Integrales múltiples: Áreas del plano. Integrales dobles y volúmenes. Coordenadas polares. Jacobiano. Centros de masa y momentos de inercia. Integrales triples. Coordenadas cilíndricas y esféricas
- Análisis vectorial: Campos vectoriales. Vectores en el plano. Campos vectoriales conservativos. Área de una superficie. Teorema de Green. Teorema de Stokes. Teorema de la divergencia de Gauss.

3.12.1.7 Conceptos básicos de Ecuaciones diferenciales

- La ecuación diferencial de primer orden. Teoría general. Métodos de solución de acuerdo al tipo de ecuación diferencial. Solución de un problema de valor inicial de primer orden.
- Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de primer orden: Aplicaciones geométricas. Problemas de crecimiento y de decrecimiento. Vaciado de recipientes. Problemas de química. Problemas de enfriamiento. Problemas de dinámica de una partícula. Circuitos de primer orden.
- Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior. La ecuación diferencial de segundo orden. Métodos para hallar la solución general. Problemas de valor inicial de segundo orden. Ecuaciones diferenciales de coeficientes constantes. Solución complementaria y solución particular por los métodos de: coeficientes indeterminados, operador inverso y variación de parámetros.
- Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales a los sistemas lineales. Señales de tiempo continuo. Propiedades de los sistemas lineales invariantes. La integral de convolución. La ecuación de oscilaciones. Sistemas mecánicos de traslación. Circuitos de segundo orden
- La transformada de Laplace. Teoría general. Transformadas de funciones elementales. Propiedades de la transformada. La transformada inversa de Laplace. Problemas de valor inicial. Sistemas lineales invariantes.
- Ecuaciones diferenciales de coeficientes variables. Teoría general de la solución por series de potencias. Ecuaciones diferenciales de: Euler, Legendre, Hermite, Chebyshev, Laguerre y Bessel.

3.12.1.8 Fundamentación en Estadística

Es el mismo curso que actualmente ofrece el Departamento de Ingeniería Industrial

3.12.1.9 Conceptos básicos de Métodos Numéricos

- Raíces de ecuaciones de una variable. Métodos de solución. Solución de ecuaciones usando Mathcad y Matlab.
- Sistemas de ecuaciones lineales. Solución de sistemas por métodos directos. Métodos iterativos. Sistemas tridiagonales. Solución de sistemas usando Mathcad y Matlab.
- Sistemas de ecuaciones no lineales. Solución de sistemas por métodos directos. Métodos iterativos: Jacobi y Gauss-Seidel. Solución de sistemas usando Mathcad y Matlab.
- Regresión y ajuste de curvas. Regresión polinomial por mínimos cuadrados. Regresión exponencial. Regresión mediante polinomios normalizados. Regresión usando Mathcad y Matlab.
- Interpolación polinómica. Interpolación directa. Polinomios de Lagrange. Interpolación mediante diferencias divididas de Newton. Interpolación por segmentos: cúbica y cuadrática. Interpolación usando Mathcad y Matlab.
- Integración Numérica. Fórmulas de Newton-Cotes. Cuadratura Gaussiana.
- Solución numérica de ecuaciones diferenciales de primer orden. Teoría general. Método de Euler. Método de la serie. Métodos de Runge-Kutta. Solución numérica de ecuaciones diferenciales de primer orden usando Mathcad y Matlab.
- Solución de ecuaciones diferenciales de segundo orden. Sistemas de ecuaciones diferenciales. Problemas con valor en la frontera. Solución de problemas con valor en la frontera usando Mathcad y Matlab.

3.12.1.10 Conceptos básicos de Matemáticas Avanzadas

- Análisis vectorial. Coordenadas curvilíneas. Coordenadas cilíndricas y esféricas. Campos escalares y vectoriales. Teoremas de Green, Stokes y Gauss.
- Funciones de variable compleja.
- Análisis de Fourier
- Ecuaciones en derivadas parciales de la física matemática.

3.12.1.11 Conceptos básicos de Física I

- Identificar las leyes y principios que rigen el movimiento, independiente de las interacciones que lo producen.
- Aplicar las nociones de momento lineal, fuerza, torque y momento angular para el análisis de sistemas en equilibrio y no equilibrio y elaborar "diagramas de cuerpo libre".
- Utilizar los conceptos de trabajo y energía en solución de problemas y aplicar, cuando sea el caso, las leyes de conservación del momento lineal, angular y de energía mecánica.
- Identificar los principios fundamentales que rigen la mecánica de fluidos, y aplicarlos a situaciones prácticas.
- Explicar las relaciones existentes entre diferentes propiedades de la materia que dependen de la temperatura.
- Mostrar con ejemplos la posibilidad de conversión de energía mecánica en calor y viceversa.

3.12.1.12 Conceptos básicos de Física II

- Identificar los principios que rigen el movimiento oscilatorio aplicándolos a situaciones prácticas.
- Describir cualitativa y cuantitativamente el comportamiento de los cuerpos que interactúan gravitacionalmente a partir de las Leyes de Kepler y Newton de la Gravitación Universal.
- Identificar y calcular las fuerzas y los campos de fuerza asociados a la carga eléctrica.
- Elaborar las leyes de Campo Eléctrico y Magnético en medios materiales.
- Identificar las leyes de la electricidad y el magnetismo condensadas en las Ecuaciones de Maxwell.
- Resolver problemas de interés práctico y científico aplicando el conocimiento logrado.

3.12.1.13 Conceptos básicos de Física III

- Describir y definir matemáticamente una onda general, una onda mecánica y una onda electromagnética.
- Calcular las velocidades de propagación y las energías medias en el caso de ondas en cuerdas, barras y gases.
- Describir y calcular algunos resultados en el dominio de las ondas electromagnéticas.
- Analizar los fenómenos de reflexión, refracción, polarización, interferencia y difracción.
- Calcular y dibujar posiciones y aumentos producidos por lentes o espejos de objetos reales o virtuales puestos frente a estos elementos ópticos.

- Explicar las variaciones de intensidad y de posición de máximos en los fenómenos de difracción.

Los campos del conocimiento correspondientes a la fundamentación en ciencias básicas, numeral 3.12.1, pueden ser agrupados en una UOC denominada: *UOC Fundamentación en Matemáticas y Física*.

3.12.2 Fundamentación en socio-humanísticas

En este ítem, se acogerán los delineamientos dados para la Facultad. Las socio-humanísticas actuales, han tenido buena acogida.

3.12.3 Fundamentación en Gestión tecnológica.

Tradicionalmente en el programa de Ingeniería Electrónica han tomado los cursos de Administrativo I, II, III. Se cree necesario hacer una actualización de éstos, de acuerdo a las exigencias actuales.

3.12.4 Idiomas

Particularmente en el caso de Ingeniería Electrónica, se requiere adquirir competencias comunicativas en el idioma Inglés, si se quiere ser partícipe de la realidad nacional y mundial, con una economía globalizada y convenios como el TLC. Nuestro ingeniero, por la formación que recibe, puede generar su propia empresa y competir a nivel internacional, con productos de alta calidad, igualmente está capacitado para trabajar en empresas multinacionales y universidades extranjeras. En este momento se está llevando a cabo un estudio, sobre como incorporar a la reforma curricular, una capacitación en el

manejo del idioma inglés, que permita a nuestros estudiantes, adquirir la competencia de comunicación oral.

Los cursos de socio-humanísticas y Gestión tecnológica, se agrupan en una UOC, denominada: *UOC de Gestión Tecnológica*

3.12.5 Campos del conocimiento del Ingo. Electrónico con énfasis en Sistemas digitales

3.12.5.1 Fundamentación en técnicas digitales y procesamiento digital de señales

- Lógica Combinacional. Funciones lógicas. Sistemas binarios. Operaciones.
- Codificación, detección y corrección de errores
- Máquinas de estado finito y circuitos secuenciales.
- Técnicas de diseño digital, Captura de esquemáticos. HDL
- Diseño e implementación de sistemas de mediana y alta complejidad usando FPGAs.
- Arquitectura del microprocesador. Software de programación.
- Arquitectura de computadores
- El computador como un componente embebido en la solución de problemas
- Señales y sistemas en tiempo discreto, continuo. Técnicas de adquisición. Filtros. Transformada de Fourier.
- Conceptos y aplicaciones PDS y PDI.
- Transmisión de datos: medios de transmisión y codificación
- Modelos de referencia OSI/ISO y TCP/IP
- Redes de Área Local (LAN)
- Redes de Área Amplia (WAN)
- Arquitecturas de comunicación digital en redes y protocolos
- Sistemas embebidos. Arquitectura. Aplicaciones.

Los campos del conocimiento indicados, se pueden agrupar en una UOC denominada: *UOC Computación Hardware*.

3.12.5.2 Fundamentación en software

- Parte histórica. Importancia. Áreas.
- Conocimientos prácticos de los sistemas operacionales más usados
- Comprender el papel de un sistema operacional.
- Manejar los conceptos básicos sobre los sistemas operacionales UNIX/Linux, Windows. Semejanzas, Diferencias. Ventajas y desventajas. Seguridad.
- Entender los conceptos básicos sobre seguridad y redes.
- Entender los aspectos básicos con la administración del sistema: herramientas de configuración, administración de usuarios y grupos, administración de paquetes y la configuración de hardware básico.

3.12.5.3 Conceptos básicos de Matemática discreta

- Estructuras discretas
- Contrastes entre modelos en tiempo continuo y discreto.
- Funciones, relaciones y teoría de conjuntos.
- Lógica matemática: conectivas lógicas, tablas de verdad, uso de puertas lógicas para ilustrar los conectivos, formas normales, cálculo de predicados, cuantificadores existencial y universal.
- Retículas y Álgebra Booleana.
- Técnicas de prueba: nociones de inferencia, negación y contradicción. La estructura de las pruebas formales: pruebas directas, pruebas por contraejemplo, por contraposición y por contradicción. Inducción matemática e inducción fuerte.
- Conceptos básicos sobre el conteo: conteo de argumentos, permutaciones y combinaciones.

- Gráficos y árboles: definición de árbol, gráficos unidireccionales, gráficos dirigidos, trayectorias, accesibilidad y conectividad, representación matricial de los gráficos, estructuras en lista.
- Conceptos básicos sobre gramáticas.
- Conceptos de probabilidad discreta: espacio de probabilidad finito, medida de probabilidad, eventos, probabilidad condicional, independencia, regla de Bayes, variables aleatorias enteras, esperanza.
- Recursión: definición de recursión, desarrollo de ecuaciones recursivas, solución de ecuaciones recursivas.

3.12.5.4 Conocimientos básicos de algoritmia

- Conceptos básicos en algoritmos y complejidad
- Análisis algorítmico: análisis asintótico, conceptos de mejor caso, peor caso y caso promedio en un algoritmo. Compromisos entre el espacio y el tiempo en un algoritmo, conceptos de desempeño. Algoritmos recursivos.
- Estrategias algorítmicas básicas: estudiar los algoritmos clásicos tales como: fuerza bruta, divide y vencerás, algoritmos voraces, “Back-tracking”, heurísticas, etc.
- Algoritmos de computación básica relacionados con árboles y gráficos.
- Conceptos relacionados con algoritmos distribuidos: concurrencia, “scheduling” y tolerancia a fallas.
- Conceptos básicos de la teoría de la computabilidad: máquinas de estado finito, autómatas finitos determinísticos y no determinísticos, problemas tratables y no tratables, gramáticas libres de contexto.

3.12.5.5 Conceptos de programación.

- Técnicas de programación y lenguajes
- Aspectos históricos de los diferentes paradigmas de programación.
- Contrastes entre los diferentes paradigmas de programación.

- Construcciones básicas para la programación: semántica y sintaxis de un lenguaje de programación, variables, tipos, expresiones, estructuras de entrada y salida, estructuras de control interactivas y condicionales, funciones y procedimientos, descomposición estructurada de un lenguaje (todo lo anterior aplicado al lenguaje Java).
- Técnicas de solución de problemas usando algoritmos: el papel de un algoritmo en la solución de un problema, estrategias de implementación para algoritmos, estrategias de depuración y prueba, propiedades de los algoritmos.
- Estructura de datos fundamentales: tipos primitivos, arreglos, records de caracteres, procesamiento de caracteres, representación de los datos en la memoria, stacks, pilas, punteros y referencias, estructuras y listas ligadas, implementación de árboles y grafos. (todo lo anterior usando Java).
- Paradigmas de programación: programación procedimental, funcional, diseño orientado a objetos, separación entre comportamiento e implementación, clases subclasses y herencias, programación basada en eventos.
- Programación orientada a objetos: polimorfismo, jerarquía de clases, protocolos de interacción, procedimientos básicos para la implementación de un programa orientado a objetos. (Lo anterior puede ser realizado en Java)
- Fundamentos de la programación concurrente y basada en eventos: métodos para la manipulación de eventos, propagación de eventos, manejo de la concurrencia, manejo de excepciones, etc. (el estudiante debe de desarrollar la capacidad de hacer programas simples usando este paradigma).
- Programación usando APIs: que es un API, Clase Browser y herramientas relacionadas, programación por ejemplos, depuración en un ambiente de APIs, computación basada en componentes. (lo anterior en Java).

Los campos del conocimiento indicados dentro de 4.1.2, se pueden agrupar en una UOC denominada: *UOC Computación software*

3.12.6 Campos del conocimiento del Ingo. Electrónico con énfasis en Telecomunicaciones e Informática.

3.12.6.1 Conocimientos en el procesamiento de señales Nivel I.

Se deberá estudiar las generalidades de los sistemas y las señales tanto de tiempo continuo como discreto, en los dominios de tiempo, frecuencia y estadístico. Además se estudiarán los conceptos más relevantes sobre la Transmisión en banda base y el ruido.

Dominio del tiempo

- Proceso de conversión AD/DA
- Relación entrada/salida de un sistema
 - Ecuaciones diferenciales y en diferencias
 - La convolución
- Laplace y transformada Z
 - Función de transferencia
 - Diagramas de polos y ceros
 - Análisis de estabilidad
 - Solución de ecuaciones diferenciales y en diferencias
- Velocidad de variación de la señal y/o su dependencia con otras señales
 - La correlación
- Promedios temporales
 - Nivel DC
 - Potencia
 - Energía
 - Valor eficaz

- Frecuencia
- Fase
- Entre otros conceptos.

Dominio de la frecuencia

- Análisis espectral
- Densidad espectral de potencia y energía
 - Potencia
 - Energía
 - Ancho de banda
 - Banda base
 - Banda pasante
 - Estimación espectral
 - Etc.
 - Serie de Fourier (continua y discreta)
- Síntesis de señales
 - Transformada de Fourier (continua y discreta)
 - Transformada Rápida de Fourier (FFT)
- La convolución y la correlación circulares

Dominio estadístico

- Probabilidad
 - Variables aleatorias
 - Función de densidad de probabilidad
 - Momentos estadísticos
 - La correlación
 - Densidad espectral de potencia
-
- Transmisión en banda base y el ruido
 - Relación señal a ruido
 - Temperatura equivalente de ruido
 - Factor de ruido

- Ancho de banda equivalente de ruido
- Rata de error (BER)
- Receptor óptimo (detector de correlación y filtrado inverso)
- Repetidores
- Regeneradores
- ISI
- Distorsiones lineales y no lineales
- Codificación de línea

3.12.6.2 Conocimientos en Procesamiento de señales Nivel II

- Sistemas para procesamiento digital de señales
- Filtrado lineal usando la DFT
- Consideraciones sobre la cuantificación en los sistemas digitales
- Diseño de filtros digitales
 - Sistemas FIR (Métodos: Muestreo en frecuencia, enventanado y rizado constante,)
 - Sistemas IIR (Métodos: Aproximación en derivadas, invarianza impulsional, transformación bilineal)
 - Diseño de filtros digitales basado en el método de los mínimos cuadrados
 - Método de aproximación de Padé
 - Método de los mínimos cuadrados
- Predicción lineal y filtros lineales óptimos
 - Predicción lineal hacia delante
 - Predicción lineal hacia atrás
 - Procesos AR, ARMA y ecuaciones normales
 - Filtros Wiener
- Teoría de información
 - Medida de la información
 - Codificaciones óptimas

- Capacidad del canal
- Ganancia en la detección

- Transmisión en banda pasante
 - Modulación pasa banda digital (ASK, PSK, FSK, etc.)
 - Detección de señales en presencia de ruido Gaussiano (Coherente y no coherente)
 - Modulación analógica (AM, FM y PM)
 - Medidas de desempeño de los sistemas (SNR y BER)
 - Compromiso modulación/codificación (capacidad del canal y eficiencia espectral)

- Codificación de fuente
 - Digitalización de señales
 - PCM y PCM diferencial
 - Técnicas de compresión con y sin pérdidas

- Codificación de canal
 - Codificación de forma de onda
 - Codificación ortogonal y transortogonal
 - Control de error
 - Secuencias estructuradas
 - Códigos en bloque
 - Códigos cíclicos
 - Codificación algebraica

- Multiplexación y Acceso múltiple.
 - Técnicas de Multiplexación
 - Multiplexación en el tiempo
 - Multiplexación en la frecuencia
 - Multiplexación por codificación. CDMA.
 - FDMA, TDMA, CDMA, WDMA, DAMA, DDMA
 - Algoritmos de acceso

- Diversidad Espacio y Polarización
- Sincronización
 - Sincronización de portadora
 - PLL
 - Sincronización de símbolos
 - Sincronización de tramas
 - Sincronización de red

3.12.6.3 Comunicaciones II

- Jerarquías digitales y conceptos básicos de la ingeniería de transmisión
- Análisis de la estructura de tramas y supertramas en la jerarquía ITU.
- Señalización
- Jerarquía PDH
- Jerarquía SDH
- Redes Sincrónicas
- Sonet
- ATM
- Conmutación de circuitos
- Conmutación de paquetes
- Telefonía
- Numeración
- Teoría de telegráfico

Los campos indicados en los numerales 4.2.1.a 4.2.3, pueden agruparse en una UOC denominada: *UOC Procesamiento de señales*

3.12.6.4 Conceptos de Teoría electromagnética

- Origen y desarrollo de la teoría de campo.
- Postulados de la teoría Electromagnética
- Ecuaciones para **E** y **H**, a partir de las ecuaciones de Maxwell
- Condiciones de frontera.
- Conceptos de campo y energía. Teorema de Poynting.
- Bucles de histéresis y ferromagnetismo.
- Ecuaciones de Poisson y Laplace. Armónicos separables.
- Método de imágenes, ideas básicas, usos.
- Métodos aproximados. Método mapeo, métodos numéricos y uso del computador, método iterativo, método de relajación.
- Sistemas cuasi- estacionarios
- Teoría de circuitos eléctricos.
- Teoría de circuitos magnéticos
- Conceptos básicos de líneas de transmisión.
- Conceptos básicos de propagación de onda.
- Conceptos básicos de radiación.

3.12.6.5 Conceptos básicos de medios guiados de transmisión

- Líneas de transmisión
 - Conceptos generales y parámetros primarios de la línea
 - Ecuación general para una línea de transmisión
 - Parámetros secundarios para una línea de transmisión
 - Relaciones de impedancia para líneas acopladas y desacopladas
 - Líneas desacopladas y ondas estacionarias
 - Circuitos resonantes a partir de líneas de transmisión
 - Aplicaciones de las líneas
- Carta de Smith
 - Uso de la carta de Smith para líneas sin pérdidas
 - Pérdidas, eficiencia y uso de la carta de Smith para líneas con pérdidas
 - Acoplamiento de impedancias
- Guías de onda
 - La onda electromagnética plana

- Teoría general de los modos TE y TM
- La guía de dos placas paralelas
- Velocidad de onda de los modos TE y TM
- Impedancia de onda de los modos TE y TM
- La guía rectangular
 - Modos TE y TM
 - Estándares de guías
 - Corrientes en las paredes
 - Potencia transmitida
 - Atenuación
 - Excitación y extracción de modos TE y TM
 - Cavidades resonantes
- Guías circulares
 - Modos TE y TM
 - Estándares de guías y aplicaciones
 - Potencia transmitida
 - Atenuación
- Componentes fundamentales de los sistemas de guías
- Fibra óptica
 - Tipos de fibra y cables ópticos
 - Propagación y ecuación característica en una fibra de índice escalonado
 - Constante de fase y frecuencia de corte de los modos en una fibra de índice escalonado
 - La fibra monomodo
 - Teoría de la óptica radial o geométrica
 - Propagación en fibras multimodo de índice escalonado
 - Angulo de aceptación y apertura numérica
 - Propagación en fibras multimodo de índice gradual
 - Componentes y sistemas con fibras ópticas

3.12.6.6 Conceptos básicos sobre Circuitos de radiofrecuencia

- Introducción a los sistemas de transmisión de información
- Modelaje de los dispositivos pasivos
 - Resistencia
 - Capacitor
 - Inductor
- La resonancia y su aplicación en el acople de impedancias
 - Circuitos resonantes
 - Serie
 - paralelo
 - Redes de acople
 - L
 - Pi
 - T
 - Transformador de sintonía única
- Modelaje del diodo y del varactor
 - Modelo del diodo en Spice
 - Diodo Varicap
- Modelaje del transistor bipolar (BJT)
 - Modelo de señal débil del BJT
 - Amplificadores de señal débil
 - Modelo del BJT en señal débil
 - Modelo del BJT en Spice
- Modelaje de transistor de efecto de campo de juntura (JFET)
 - Modelo de pequeña señal del JFET
 - Modelo del JFET en Spice
- Amplificadores de señal débil
 - Modelo del cuadripolo

- Líneas de transmisión
- Parámetros S
- Consideraciones sobre ganancia de potencia y estabilidad
- Anchura de banda

- Amplificadores de potencia (AP)
 - Parámetros de señal débil vs. circuito equivalente de señal fuerte del transistor
 - Distorsiones
 - Parámetros útiles de comparación
 - Clasificación
 - Amplificadores lineales de potencia
 - Amplificadores de potencia sintonizados
 - Amplificadores de potencia de alta eficiencia

- Osciladores de onda senoidal
 - Análisis de los osciladores sinusoidales
 - Usos
 - Clasificación
 - Componentes
 - Proceso de diseño
 - Configuraciones polo-cero
 - Redes de alimentación
 - Configuración base común
 - Oscilador Colpitts
 - Oscilador Hartley
 - Versiones con FET
 - Osciladores controlados a cristal

- Mezcladores
 - Análisis de los mezcladores usando tonos
 - Terminología de mezcladores
 - Tipos de mezcladores

- Lazos de amarre por fase (PLL)
 - Definición y diagramas de bloques del PLL
 - Descripción detallada de cada bloque
 - Detectores de fase
 - Oscilador controlado por voltaje
 - Filtro de lazo
 - Análisis de funcionamiento del PLL
 - Funcionamiento cualitativo
 - Análisis de la respuesta en frecuencia y transitoria
 - Aplicaciones de los PLL
 - Sintetizadores de frecuencia
 - Sincronizadores de bits
 - Demoduladores de frecuencia y fase
 - Demodulador de amplitud coherente
 - Decodificador de tono

Laboratorio de circuitos de radio frecuencia

- Conocimiento y manejo de equipos
- Circuitos resonantes y acoples
 - Circuitos resonantes en serie y en paralelo
 - Acoples en L
 - Acoples en Pi
 - Acoples en T
 - Acoples con transformador de sintonía única
- Transmisor de video y audio
 - Amplificador de potencia
 - Amplificador de señal débil
 - Oscilador de alta frecuencia
 - Modulador de FM
 - Mezclador

- Transmisión de audio y video

3.12.6.7 Conceptos básicos sobre Antenas y Radiopropagación

- Teoría de la antena dipolo
- Parámetros de las antenas
- Arreglos de antenas
- Propagación por espacio libre
- Arreglos de antenas
- Propagación terrestre
- Antenas prácticas para baja frecuencia (b.f.) y media frecuencia (m.f.)
- Propagación ionosférica
- Antenas prácticas para alta frecuencia (h.f.)
- Propagación línea de vista
- Antenas practicas para muy altas frecuencias (vhf) y ultra altas frecuencias (uhf).
- Antenas para microondas
- Propagación en enlaces vía satélite
- Propagación en sistemas digitales
- Programación en sistemas móviles

Los campos del conocimiento de 3.11.2.4 a 3.11.2.7, pueden ser agrupados en la UOC denominada: *UOC de transmisión de la información.*

3.12.6.8 Conocimientos básicos de Comunicación de datos

- Antecedentes e historia
- Generalidades, normas y organismos de normalización
- Medios físicos
- Redes LAN
- Redes WAN y MAN

- Tecnologías de acceso de banda ancha
- Introducción al TCP/IP
- Aplicaciones y tecnologías de información
- Gestión en sistemas teleinformáticas

3.12.6.9 Conocimientos básicos en Redes

- Nivel de red en TCP/IP
- Enrutamiento
- Nivel de transporte
- Configuración de servicios TCP/IP
- Administración de redes de datos
- Generalidades sobre la seguridad en redes
- Comunicaciones móviles y/o inalámbricas
- Desarrollo de aplicaciones y servicios en Telecomunicaciones

Los campos del conocimiento de 4.2.8 a 4.2.9, pueden ser agrupados en la UOC denominada: *UOC de Redes y Comunicación de datos*.

3.12.7 Campos del conocimiento del Ingo. Electrónico con énfasis en Control.

3.12.7.1 Conocimientos básicos para el Modelado de Sistemas Dinámicos

- Bloques de construcción básicos para el modelado de sistemas de ingeniería
 - Elementos eléctricos
 - Componentes mecánicos translacionales

- Componentes mecánicos rotacionales
- Elementos fluidicos
- Elementos térmicos
- Analogías entre los sistemas físicos
- Linealización de sistemas no lineales
- Métodos de simulación
 - Identificación del modelo y escogencia del método de simulación
 - Simulaciones numéricas
 - Simulaciones numéricas a partir de modelos de ecuaciones diferenciales ordinarias
- Modelado en el espacio de estado
- Sistemas electromecánicos
- Modelos de máquinas eléctricas
- Modelos de sensores y actuadores
- Sistemas controlados por eventos discretos
- Modelado de sistemas con Redes de Petri

3.12.7.2 Conceptos básicos sobre sistemas de control

- Aspectos históricos de los sistemas de Control (SC)
- Clasificación de los SC
- Representación de los procesos a controlar. Casos de estudio lineales
- Representación de los sistemas en red cerrada
- Respuesta temporal de los SC
- Respuesta en frecuencia de los SC
- Estabilidad de los SC
- Diseño de los SC lineales continuos
- Aspectos básicos de SC digitales

3.12.7.3 Conceptos sobre Electrónica de Potencia

- Componentes semiconductores de potencia
- Componentes de control para los dispositivos de potencia
- Conversores de energía eléctrica: AC/DC, DC/DC, DC/AC y AC/AC
- Sistemas de alimentación ininterrumpida
- Compatibilidad electromagnética
- Electrónica no lineal
- Protecciones
- Aplicaciones:
 - Corrección del factor de potencia y manejo de armónicos
 - Accionamiento de estado sólido de máquinas eléctricas DC
 - Accionamiento de estado sólido de máquinas eléctricas AC, asíncronas y síncronas
 - Calentamiento por alta frecuencia
 - Filtros activos de potencia
 - Alimentadores
 - Sistemas de puesta a tierra
 - Levitronica
 - Calefacción y refrigeración
 - Iluminación
 - Electro-química
 - Sistemas de emergencia
 - Domótica
 - Sistemas de control de tiempo

3.12.7.4 Conocimientos básicos en Instrum. Industrial y Acondicionamiento de Señales

- Conceptos básicos de medición y transmisión.
- Características de los equipos de medición.
- Planos de proceso e instrumentación.

- Estudio de los medidores para variables industriales comunes en nuestro medio.
- Introducción a la instrumentación inteligente.
- Estudio de las señales de salida de los sensores y acondicionamiento de las mismas.

Los campos del conocimiento de 4.3.1 a 4.3.4, pueden ser agrupados en la UOC denominada: *UOC Control*.

3.12.7.5 Propuesta de cursos del área de Control.

- Control Digital
- Control Avanzado
- Electrónica Industrial II
- Electrónica Industrial III
- Protecciones Eléctricas
- PLC
- Automatización basada en Redes
- Procesos industriales
- Robótica

Los cursos anteriores pueden ser ubicados en la componente profesionalizante de la UOC de control.

3.13 Áreas de profundización

Las áreas de profundización, corresponden a las Áreas de énfasis ya descritas.

3.14 Electivas

Una de las fortalezas del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Antioquia, es el ofrecimiento cada semestre de varios cursos electivos en cada una de las áreas de énfasis. Estos cursos son seleccionados de acuerdo al desarrollo tecnológico mundial y a las necesidades del medio, tanto presentes como futuras y pueden cambiar semestre a semestre.

Al estudiante de ingeniería electrónica, se le exige para graduarse haber cursado y aprobado 30 créditos de cursos electivos. 20 correspondiente a su área de énfasis y 10 en otras.

3.15 La estrategia didáctica

La estrategia didáctica privilegiada en el rediseño curricular de la Facultad de Ingeniería, es el aprendizaje centrado en problemas y proyectos de aula (*Ver Anexo 1*) y se nutre de los principios pedagógicos y didácticos, o sea en el modelo pedagógico adoptado. Ahora bien, el modelo pedagógico privilegiado en la reforma curricular para la facultad de ingeniería es de carácter desarrollista, con marcado énfasis constructivista, al tenor de la descripción que del modelo se hace en la fundamentación.

El aprendizaje centrado en problemas y proyectos, es una estrategia didáctica que va tomando arraigo en las instituciones de educación superior, en nuestro medio, en los últimos años, después de que ha probado su eficacia en varios países de norte y Centroamérica. En la Universidad de Antioquia, la estrategia didáctica denominada: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), ha probado ser eficaz.

Aquí, el camino que toma el proceso de aprendizaje convencional, se invierte; mientras tradicionalmente primero se expone la información y posteriormente se busca su aplicación en la resolución de un problema, en el proyecto de aula, primero se presenta el problema, ya sea diseñado o seleccionado, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria, se diseñan las acciones de indagación y luego se regresa, una y otra vez, al problema.

Es el recorrido que hacen los estudiantes, bajo la orientación del docente, desde el planteamiento original del problema hasta la propuesta de alternativas de solución y sistematización de conocimientos, trabajando de manera cooperativa en pequeños grupos, comportando a través de varias experiencias de aprendizaje, la posibilidad de adquirir y desarrollar habilidades de observar y reflexionar sobre actitudes y valores que en el método convencional expositivo difícilmente podrían ponerse en acción.

3.16 Concepción de enseñanza y aprendizaje

El ingeniero electrónico deberá conocer los diferentes "lenguajes" que le permitan aprovecharse de la gran cantidad de información tecnológica que se publicará durante su vida profesional; el estudiante deberá ser capacitado para aprender solo y sin un guía. En resumen se deberá insistir en la idea de aprender a aprender y aprender durante toda la vida ("Lifelong learning").

El programa de ingeniería electrónica, busca que sus estudiantes una vez terminen su ciclo profesional, adquieran las competencias, ya mencionadas en cada uno de los énfasis. Las competencias pueden ser entendidas como las capacidades, habilidades y/o destrezas que el estudiante debe adquirir en su formación profesional. Dentro de la reforma curricular del programa de ingeniería electrónica, se debe asignar a cada curso del programa unos objetivos de aprendizaje, que el estudiante debe alcanzar para ir adquiriendo paso a paso, las diferentes competencias.

3.16.1 Proceso de aprendizaje.

El logro de los objetivos del aprendizaje está fuertemente ligado al proceso de enseñanza. Los objetivos de aprendizaje deben formularse como objetivos operacionales, es decir, que sean observables y fáciles de evaluar. Esto hace que sean motivantes para los estudiantes. Los objetivos operacionales tienen la siguiente forma [23]:

Al finalizar este curso los estudiantes serán capaces de, dónde se refiere a una frase que comienza con una palabra de acción como: calcular, estimar, predecir, describir, explicar, predecir, optimizar, diseñar, investigar, etc.

Se deben evitar objetivos tales como: el estudiante sabrá/aprenderá, apreciará, etc, debido a que no son directamente observables y por tanto no corresponden a objetivos operacionales.

3.16.2 Proceso de enseñanza.

El proceso de enseñanza en la Facultad de Ingeniería, está basado en la solución de problemas. El proceso está ligado a objetivos operacionales y éstos a las competencias que se quieren adquirir. En la enseñanza de la ingeniería es común al inicio de los cursos, plantear un problema, el cual se irá solucionando paso a paso, a medida que el curso va evolucionando y es frecuente en este proceso el uso de metodologías como:

- Aprendizaje en espiral. La secuencia de la enseñanza se divide en varias partes (giros, pasos. Recordar la forma del espiral)

En el primer giro, los estudiantes trabajan en el tema del curso de una manera muy básica. Se dan detalles de los diferentes temas del curso y se da una visión global de todo el campo de estudio. A los estudiantes se les asignan tareas complejas y reales, para que ellos las resuelvan con base en los conocimientos adquiridos hasta ese momento, tal vez inicialmente sólo en una forma cualitativa.

En los siguientes giros, los estudiantes trabajan con los temas cada vez en una forma más avanzada, detallando más los temas y adquiriendo una comprensión global del tema cada vez mejor.

Los casos que los estudiantes trabajan en cada giro, pueden ser los mismos, pero las soluciones que brindan son cada vez más sofisticadas, con mayor peso y cuantificación.

En el último giro se alcanza el nivel de competencia final(objetivos del aprendizaje).

- Enseñanza oportuna (aprendizaje por necesidades)

El profesor selecciona un caso, que cubra los temas más importantes del curso.

El caso se divide en tareas semanales, cuyas soluciones llevarán a la solución de un problema más amplio, el cual, al final se adiciona a la solución completa.

Las primeras tareas deben tener en cuenta el problema general, para que los estudiantes sean conscientes en todo momento de que parte de la imagen completa están trabajando. No será posible responder a esas tareas, sin conocer la teoría vista durante la semana.

Actividades semanales:

- Conferencias breves introductorias, relacionadas con la tarea de la semana.
- Trabajo grupal en clase. Los estudiantes trabajan en grupos de 4 a 6 estudiantes, en actividades prácticas.
- Conferencias posteriores, para orientar a los estudiantes que están trabajando o conferencias sobre temas que los estudiantes encuentren complejos.
- Trabajo grupal extra clase.
- Trabajo individual: leer teoría.

La Universidad deberá buscar que los estudiantes nuevos sean de las más altas calidades académicas y, adicionalmente, realizar estudios sobre su condición socio-cultural, para ofrecerles condiciones que posibiliten su éxito académico y profesional. El programa deberá desarrollar estrategias para ayudar académicamente a los estudiantes y disminuir la deserción; adicionalmente, realizar campañas que contribuyan a fortalecer una relación de pertenencia entre aquellos y la Universidad.

3.17 Evaluación Curricular

Uno de los aspectos del desarrollo curricular, menos atendidos en la educación Superior, es el de la evaluación curricular, a pesar de los esfuerzos por introducir la cultura de La auto evaluación, impulsada desde el Ministerio de Educación Nacional a través del ICFES y del CNA. Permanentemente se observa la práctica de crear nuevos programas o introducir modificaciones a los programas existentes; todo ello, basado en trabajos realizados con buena intención, pero carentes de bases científicas, las cuales, solo pueden ser aportadas por un trabajo, continuo, de investigación evaluativa al interior de

cada programa. Si se quiere hacer de la práctica curricular un proceso científico, es necesario que administradores, planificadores, docentes y estudiantes, de la Facultad se comprometan en la observación de la calidad del proceso curricular; de tal modo que la revisión y ajuste, sea permanente, pero basada en argumentos sólidos. En la universidad de Antioquia, se realizan estudios de investigación evaluativa; pero infortunadamente, son proyectos o esfuerzos aislados. La Evaluación curricular, debe establecerse como una práctica corriente en la vida institucional.

La transformación curricular en la Facultad de Ingeniería, como propósito de constituirse en alternativa de cambio, en la universidad, requiere, hacia el futuro, sistematizar la evaluación permanente de su propio funcionamiento. No significa esto, que no se hayan hecho evaluaciones en el pasado; sino que deben ser más científicas y sobre todo, que sus resultados, contribuyan al aprendizaje y al mejoramiento continuo.

Para la evaluación de los currículos renovados, el Comité de Currículo, presenta una propuesta, que pretende constituir el punto de partida, para que los distintos agentes, que de alguna forma intervengan en la realización de la transformación curricular, en cada programa, se manifiesten con apreciaciones acerca del funcionamiento y de los resultados, de tal programa (*Ver anexo No 2*).

BIBLIOGRAFÍA

1. WULF, William A. "Education and Careers 2000". Proceedings of the IEEE, VOL.88, NO. 4, pp. 593-596, April 2000.
2. TERMAN, Frederick E. "A Brief History of Electrical Engineering Education". Proceedings of the IEEE, VOL. 86, NO. 8, pp. 1792-1800, August 1998.
3. AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. "Engineering Education for a Changing World". ASEE, October 1994.
4. COLCIENCIAS. "Plan Estratégico: Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, 1997-2002".
5. ACOFI. "XXII Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería". 2002
6. LEE, Edward y MESSERCHMITT, David. "Engineering and Education for the Future". IEEE, Enero de 1998.
7. CEDERCREUTZ, Kjetil. "Applying modern production philosophies to market orientated curriculum development in engineering education". XIII International Conference on CAD/CAM, Robotics & Factories of the Future. Pereira, 1997.
8. DIRECTOR, Stephen et al. "Reengineering the Curriculum: Design and Analysis of a New Undergraduate Electrical and Computer Engineering Degree at Carnegie Mellon University". Proceedings of the IEEE, VOL.83, NO.9, pp. 1246-1269, September. 1995.
9. Electrical engineering and Computer Science Overview. Source: "Careers for Electrical Engineers and Computer Scientists". IEEE 2002
<http://www.careercornerstone.org/eleceng/eleceng.htm>
10. Historical overview prepared by the IEEE History Center Rutgers University. <http://www.careercornerstone.org/pdf/ee/rutgers.pdf>
11. Plan Estratégico Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática. Colciencias 2005-2010.
http://www.colombiacompite.gov.co/archivos/PLAN%20ESTRATEGICO%20ETI%202005_SANDRA%20ABREU.pdf
12. Comité Nacional de Acreditación (CNA). Informe sobre la Acreditación de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Antioquia. Mayo 22, 2001

13. Edgardo Martínez. "Perfiles para contratación de Ingenieros Electrónicos en EPM. Presentación U.deA". Ineldua. Septiembre de 2001.
14. LEE, Edward y MESSERCHMITT, David. "Engineering and Education for the Future". IEEE, Enero de 1998.
15. IEE-CS and ACM. Computing Curricula Report. 2001.
16. DIRECTOR, Stephen et al. "Reengineering the Curriculum: Design and Analysis of a New Undergraduate Electrical and Computer Engineering Degree at Carnegie Mellon University". Proceedings of the IEEE, VOL.83, NO.9, pp. 1246-1269, September. 1995
17. DECRETO No. 808 DEL 25 ABRIL 2002
18. CEDERCREUTZ, Kjetil. "Applying modern production philosophies to market orientated curriculum development in engineering education". XIII International Conference on CAD/CAM, Robotics & Factories of the Future. Pereira, 1997.
19. Comité de Currículo. Transformación Curricular, Documento Rector. Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. 2005.
20. <http://www.colciencias.gov.co/programas/eti/index.html>
21. <http://electronica.udea.edu.co/departamento/acreditacion/Principal.html>
22. Learning skills program.
<http://www.coun.uvic.ca/learn/program/hndouts/bloom.html>
23. Seminario: " Formación de Formadores en Ingeniería para una sociedad globalizada. 21-23 marzo. 2006. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
<http://www.unalmed.edu.co/~asaldarr>

GLOSARIO

Área de Ciencias Básicas de Ingeniería. Incluye las disciplinas que estudian las características y aplicaciones de las Ciencias Básicas para fundamentar el diseño de sistemas y mecanismos en la solución de problemas.

Área de Ciencias Básicas: Está integrada por disciplinas de las Ciencias Naturales y Matemáticas.

Área de Ingeniería Aplicada: Conjunto de conocimientos propios de un campo de la Ingeniería.

Área Socio-Humanística: Comprende los componentes económicos, administrativos y socio-humanísticos.

Campo del Conocimiento: Conjunto de saberes; es decir, conceptos, principios, leyes y procedimientos que se tienen sobre una ciencia o un arte.

Competencias: Son categorías que articulan conocimientos, habilidades, destrezas y valores, que se evidencian en desempeños idóneos frente a tareas, problemas o situaciones.

Contextualización: Información que comprende el diagnóstico del programa (historia, legislación, comparación de planes de formación y auto evaluación) y la perspectiva del objeto de estudio, y que permite plantear los problemas y los propósitos de formación.

Disciplina: Conjunto de saberes (conceptos, procedimientos y valores), que se tienen sobre una ciencia o un arte. Cuando, en la selección de los contenidos curriculares, se asigna una parte de ese conjunto para enseñarse en un tiempo determinado, se configura la asignatura o el curso

Documento Rector: Registro de los lineamientos generales que direccionan la selección y organización de los conocimientos para la enseñanza, en una institución educativa.

Estructura Curricular: Representación del proceso mediante el cual una institución educativa sistematiza la parte de la cultura de la humanidad con la cual formará las nuevas generaciones de profesionales en un campo específico del conocimiento.

Flexibilidad Curricular: Es la característica de la estructura curricular, que le proporciona dinámica, el estar permanentemente abierta a los cambios, con la finalidad de adecuarse a los avances en la construcción de los conocimientos y

propender por la libertad del futuro profesional para participar activamente en su formación.

Formación en Investigación: Desarrollo de competencias propias de los procesos de investigación a través de las didácticas, que se desarrollan a través de los proyectos de aula.

Formación Integral: Articula el desarrollo de la inteligencia (competencia, saber hacer en contexto), la instrucción (asimilación de conceptos) y la incorporación de valores y sentimientos.

Fundamentación: Cimientos filosóficos, epistemológicos y pedagógicos que orientan la vida universitaria: visión, misión, principios, valores, modelo pedagógico, todo ello inscrito en el proyecto educativo institucional.

Interdisciplinariedad: Concurrencia de saberes que mediante el dialogo permanente, permiten encontrar la solución a diversos problemas y satisfacer las necesidades sociales.

Objeto de Estudio: Sistema que contiene una parte del mundo real y está delimitado por el grupo de problemas que en él se manifiestan y requiere de la formación de un tipo de profesional para que, inmerso en él, pueda resolverlos.

Plan de Formación: Es el documento Rector del programa. Contiene los lineamientos específicos para la selección, organización y enseñanza de los conocimientos de cada programa dentro de la institución educativa.

Problema: Se concibe como el obstáculo, condición, o situación que no permite satisfacer una necesidad.

Propósitos de Formación: Son los objetivos más generales del proceso curricular y enuncian las competencias más universales que se pretende lograr en el egresado de tal forma que lo diferencie de los egresados de otro programa e incluso del de otra institución educativa.

Proyecto de Aula: Estrategia metodológica para abordar el estudio de una disciplina o de un conjunto de saberes propios de diferentes disciplinas, con un enfoque investigativo. Esta estrategia lleva al alumno a la construcción del conocimiento y le prepara para resolver los problemas que deberá enfrentar como profesional.

Semestre de Industria o Práctica Empresarial: Cuando el estudiante adquiere un vínculo laboral para realizar actividades típicas de una empresa, aplicando los conocimientos y las técnicas propias de su programa académico.

Transversalidad Curricular: Conceptos y procesos comunes a todos o algunos proyectos de aula.

Unidades de Organización Curricular: Agrupación o conjunto de temas, afines, de una teoría o de varias teorías, de una ciencia o de varias ciencias o de alguna rama del saber, con el fin de afrontar didácticamente uno o varios problemas.

Valores: Sentido de lo humano en el obrar.

Anexo 1

Los proyectos de aula

De acuerdo con lo dicho sobre los campos del conocimiento, es claro entonces, que existe clara diferencia entre una disciplina, un curso o una asignatura y un proyecto de aula. Este último, es más una estrategia metodológica para abordar el estudio de una disciplina o de un conjunto de saberes propios de disciplinas diferentes, con un enfoque investigativo. Para la estructura curricular que se viene describiendo en este documento, los proyectos de aula se generan en las unidades de organización curricular. Dentro de la unidad de organización curricular, como quedó dicho, se plantean uno o varios problemas, derivados de los problemas fruto de la contextualización y cada problema, se convierte en uno o en varios proyectos; todo depende de la complejidad del problema. Si como se ha afirmado, los proyectos de aula se originan en las unidades de organización curricular, es claro entonces que el tratamiento didáctico deberá ser interdisciplinario, con todo lo que ello implica; pero que es fiel a la política curricular de la Universidad y de la Facultad.

No obstante lo anterior, y conocida la tradición de una docencia disciplinar, existe la alternativa de aplicar la estrategia del proyecto de aula dentro de cada disciplina, como un paso preliminar a la introducción del trabajo interdisciplinario. Otra alternativa sería, que en un primer nivel básico, se trabaje con proyectos por disciplinas y en los niveles siguientes, se introduzcan los proyectos interdisciplinarios, al interior de cada Escuela y en una etapa más avanzada, se podrían desarrollar proyectos a nivel de la Facultad.

¿Qué es un Proyecto de Aula?

La estrategia pedagógica denominada Proyecto de Aula (Anexo 1) es una propuesta de trabajo docente que lleva al alumno a construir su propio conocimiento, le prepara para resolver los problemas que deberá enfrentar

como profesional. Además de desarrollar capacidad para resolver problemas, la estrategia pretende formar profesionales con alta autoestima, seguros de sí mismos, innovadores, investigadores, miembros activos de la sociedad, en la cual participarán con ideas y acciones.

Sus creadores J. Dewey y Kilpatrick, lo definieron como: “Un acto problemático llevado a su completa realización en su ambiente natural”.

Hugo Cerda, en su libro “El proyecto de Aula”, afirma: Debido a la proliferación de formas y estilos de percibir y realizar un proyecto de aula, se dificulta cualquier intento por definir una modalidad que cada vez tiene más arraigo en la comunidad educativa¹⁷

Para algunos autores, es un conjunto de actividades que combinado con recursos humanos, materiales, financieros y técnicos, se realizan con el propósito de apoyar, complementar y ampliar los programas y el currículo de una clase o de un curso. Para otros, es un instrumento de planificación didáctica del aula y un factor de integración que articula los componentes curriculares de un aula y utiliza la investigación como un medio de indagación y búsqueda. En algunos casos se convierte en el puente que media entre el trabajo del aula y la realidad externa y, promueve los vínculos de los estudiantes con esta realidad. Diversos autores la asocian con la transversalidad, la transdisciplinariedad y la globalización de los aprendizajes en el aula. Muchos de los principios señalados por Edgar Morin sobre la contextualización, la globalización, la solidaridad y la complejidad en su obra los siete saberes necesarios a la educación del futuro (2000) sirven de fundamento doctrinario y epistemológico para justificar la existencia de los proyectos de aula. Pero cualquiera sea la definición que adoptemos, no hay duda que es, esencialmente, una estrategia y metodología que tiene por propósito principal movilizar las estructuras cognoscitivas del estudiante en un proceso autónomo e interactivo.

¹⁷ Cerda Hugo. “*El Proyecto de Aula*”, Ed. Magisterio. Bogotá, 2002, Pág. 52.

- **En qué se fundamenta la Estrategia del proyecto de aula?**

La utilización del proyecto de aula como estrategia didáctica, en el proceso de transformación curricular de la Facultad de Ingeniería se fundamenta, en principio, en la política de la Universidad de Antioquia, como quedó establecido en los lineamientos para la transformación curricular. De los lineamientos, se derivan los principios curriculares: Flexibilidad, Transversalidad y Articulación Teoría- Práctica; los principios pedagógicos: Solución de Problemas, formación integral, Interdisciplinariedad, Formación en investigación y Libertad de cátedra.

Los lineamientos curriculares y los principios, dieron origen al Modelo Pedagógico, que fue descrito en la fundamentación de la Estructura Curricular.

- **¿Dónde se Originan los Proyectos de Aula?**

Aceptado que los problemas nacen de las necesidades o situaciones problemáticas, será entonces lógico que conociendo las fuentes de los problemas, conozcamos el origen de los proyectos de aula.

No olvidemos que el diseño y desarrollo curricular centrado en problemas y en proyectos de aula, no busca, como propósito principal, dar solución al problema; podrá aportar alternativas de solución y eventualmente dar con la solución acertada; sino que toma como base para identificar temas de aprendizaje y darles pertinencia y significado para el estudiante, es decir, el problema y por consiguiente el proyecto sirve como iniciador para que los estudiantes cubran los propósitos hacia el aprendizaje.

Las fuentes de los problemas en el diseño curricular son de tres clases:

- Problemas que se originan en las necesidades e intereses del estudiante. El ser humano siempre se ha interrogado acerca de su naturaleza y de la naturaleza de todo lo que lo rodea; así por ejemplo se pregunta ¿cuál es el sentido y significado de mi existencia? ; ¿Cómo

vuela un pájaro? ¿Por qué es azul el cielo?; ¿por qué el golpe del martillo hace que la puntilla salte?

- Problemas que se originan en el entorno. El diagnóstico de una región, municipio o barrio, muestra que existen necesidades o problemas de orden natural: contaminación, erosión, cambios en las condiciones climáticas o sanitarias; y en general, deterioro del ecosistema; de orden social: violencia, desempleo, drogadicción, servicios públicos insuficientes para los cada vez más grandes conglomerados humanos.

El diagnóstico de algún aspecto del sector productivo muestra problemas, como falta de vías, materias primas, deterioro de las cuencas hidrográficas, en otros.

- Problemas que tienen su origen cuando el estudiante interroga las estructuras de los distintos campos del conocimiento; por ejemplo en Biología, respecto al concepto de diversidad se podría interrogar: ¿Cómo se explica el origen y evolución de la diversidad; cómo concebir la conservación de la diversidad? En Química, respecto al concepto átomo, se podría interrogar: ¿Qué evidencias tenemos acerca de que la materia está formada por partículas?

A partir de la identificación y comprensión de un problema, surgen una o varias ideas para hacer o lograr algo en relación con el mismo; tales ideas, constituyen el comienzo de los proyectos.

- **¿Cómo se estructura un Proyecto de Aula?**

Fase No. 1. Priorización y Selección del Problema

Esta como todas las demás fases del proyecto, debe ser un trabajo cooperativo de los estudiantes orientados por el docente o por el equipo docente.

Primero se identifica un conjunto de problemas que son de interés para el grupo y se selecciona aquel que se considere prioritario entre todos.

El grupo de estudiantes se dividirá en pequeños grupos para trabajar, todos, el mismo proyecto o sobre proyectos diferentes.

Fase No. 2. El Problema y el Proyecto

Como en cualquier trabajo investigativo, es necesario que el grupo comprenda el problema, definiéndolo, allegando evidencias de su existencia, su origen, consecuencias, relaciones. Para ello, la lluvia de ideas permite elaborar una serie de preguntas de investigación.

Para una mejor comprensión del problema es necesario recurrir a fuentes teóricas, cuya consulta arrojará más luces sobre el asunto, y así, con todo esto se puede construir un marco teórico.

Y aquí, se está listo para formular el proyecto. El siguiente paso es escribir un nombre sugestivo; se describen las ideas que hayan surgido en el grupo respecto a lo que se puede hacer en relación con el problema para lograr transformaciones en el contexto, en los individuos y en el conocimiento, es decir, las intenciones o anhelos del grupo de cara al problema.

Fase No. 3. Los Objetos de Estudio o Contenidos son definidos teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. Qué saben los estudiantes acerca del problema.
2. Las necesidades de Aprendizaje. Qué quieren saber los estudiantes acerca del problema o qué creen que deben aprender respecto al problema. De aquí surgen listados de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) o comportamientos (saber ser), que son contenidos uni o multidisciplinares.

3. Los Propósitos. Cuales son las intencionalidades del docente. Cuáles son los productos esperados. Esto permitirá formular hipótesis.
4. Descripción del impacto que puede tener el proyecto en la Universidad o en el entorno.
5. Construcción de Mapas Conceptuales. Es la estructura de los saberes que se van a trabajar en el proyecto y que pueden corresponder a una o a varias disciplinas, articulados alrededor del problema que define el proyecto.

Fase No. 4. Plan de Acción. Diseño de Experiencias de Aprendizaje.

En esta fase se describen las acciones o actividades o experiencias de aprendizajes que se proponen para el desarrollo de contenidos y logro de propósitos o prueba de hipótesis. Estas acciones pueden ser propuestas por los docentes, pero lo ideal es que sean el fruto del trabajo cooperativo. Tales acciones son de naturaleza muy diversa: visitas, excursiones, proyección de videos, revisión bibliográfica, entrevistas, encuestas, recolección de muestras, realización de experimentos o pruebas de campo o en el laboratorio, puestas en común, simposios, seminarios, exposiciones por parte de los estudiantes, los docentes o de personajes invitados, entre muchas otras.

Este plan debe complementarse con aspectos como: tiempos, recursos necesarios, responsables, resultados esperados, etc., para las acciones previstas.

Fase No. 5. Indagación o Ejecución.

Es la fase ejecutoria del proyecto, en la cual intervienen estudiantes, docentes e invitados. En esta fase se ponen en marcha las experiencias diseñadas previamente y aquellas que surjan en el trayecto.

Fase No. 6. Sistematización y Organización del Conocimiento.

En esta fase se procede a la reflexión sobre las experiencias, la decantación de conocimientos, reconocimiento de aprendizajes, profundización de temas; retroalimentación y reflexión desde lo pedagógico. Se establecen nuevos caminos de acción.

Fase No. 7. Evaluación y Seguimiento del Proyecto.

Tanto al final del proyecto como en cada una de las fases es necesario hacer seguimiento y evaluación del mismo. Igualmente, aquí se indicarán posibles formas de verificar los logros de los estudiantes, incluyendo la auto evaluación.

Como se ve, esta estructura no define etapas terminales, por ello se denominan fases, es decir, que en cada una pueden estar presentes las demás. Así, la evaluación será permanente, en todas las fases; la sistematización, se hará en cada fase y en cada experiencia. Permanentemente se estará regresando al origen del proyecto, por ende, al problema y se estará atento a qué es lo que buscamos como resultados con su ejecución.

Fase No. 8. Evaluación de los aprendizajes.

La evaluación de los aprendizajes, que tradicionalmente constituye uno de los aspectos más álgidos en los procesos curriculares en la educación superior, debe sufrir un cambio radical, con la aplicación del modelo pedagógico adoptado; pero a la vez, debe llegar a ser algo normal en la vida institucional, dentro de cada programa y dentro de cada proyecto, constituyéndose en un instrumento más de aprendizaje de los estudiantes; y no seguirse considerando como algo disgregado del proceso de enseñanza. No se debe olvidar que el propósito de estas evaluaciones es proveer al estudiante de retroalimentación

específica de sus fortalezas y debilidades, de tal modo que pueda aprovechar posibilidades y rectificar las deficiencias identificadas. Para ello, los grupos tienen que desarrollar la suficiente capacidad de autocontrol. No obstante, los docentes siguen teniendo la responsabilidad de hacer el monitoreo permanente acerca de los logros de los estudiantes en relación con las competencias que ellos deben adquirir, de acuerdo con los perfiles establecidos; para determinar si aquellos van apropiándose adecuadamente de los conceptos y procedimientos necesarios y si son capaces de utilizarlos en contexto. Para lograrlo, el docente debe recurrir a la utilización de diversas alternativas para los acostumbrados exámenes escritos, casi siempre referidos a las pruebas objetivas; es necesario tener en cuenta la observación directa, en la clase, el taller o el laboratorio; los exámenes prácticos, la participación del estudiante en su propia evaluación, es decir, la auto evaluación y en la evaluación de los otros, es decir, de sus compañeros y de sus profesores; la apreciación de las realizaciones de los estudiantes, individuales o grupales. Respecto a la evaluación de los trabajos de los estudiantes, es muy importante que los docentes los lean o los revisen efectivamente, los corrijan y los devuelvan, con la retroalimentación respectiva; mas no calificados. Previamente, se habrán establecido los requisitos para la aprobación de trabajos. Así las cosas, los trabajos se devuelven para que sean mejorados; posteriormente serán calificados, pero el estudiante que lo desee tiene la posibilidad de seguirlo mejorando y volverlo a presentar para que sea nuevamente evaluado y calificado.

Pero, no solo hay que evaluar el aprendizaje de contenidos o el desarrollo de competencias o de habilidades, en relación con aquellos contenidos; es necesario evaluar el proceso grupal, el conocimiento que el estudiante aporta al proceso de razonamiento grupal, las interacciones personales del estudiante con los demás miembros del grupo.

Áreas que pueden ser evaluadas, en el estudiante, por el docente y por los integrantes del grupo:

- Preparación para la sesión.

- Participación y contribución al trabajo del grupo.
- Habilidades interpersonales y comportamiento profesional.
- Contribuciones al proceso del grupo.
- Actitudes y habilidades humanas.
- Evaluación crítica.

Si docentes y estudiantes adquieren la costumbre de hacer un análisis después de cada experiencia, es decir, durante todo el desarrollo del proyecto y al finalizar el mismo, el enfoque evaluativo irá cambiando de forma natural y sin contratiempos. Lo importante es verificar permanentemente si hubo aprendizaje y, si se comprueba que no lo hay, entonces, tomar medidas para que ello ocurra; y si se comprueba que sí hubo aprendizaje, entonces reforzarlo, a través de la aplicación, en contexto.

LA CALIFICACIÓN

Si bien, el concepto de evaluación implica la valoración o determinación de la calidad de algo o de alguien; y en este sentido, la calificación está íntimamente ligada a la evaluación; no se debe perder de vista que dentro de nuestra práctica educativa, en el nivel de Educación Superior, la calificación remite, casi siempre a la cuantificación del aprendizaje. Esto, no significa, que siempre que se realice una evaluación, haya que emitir un resultado numérico. Así, en la evaluación parcial o total del proyecto, se manejarán tantos los aspectos cualitativos como los cuantitativos.

Si el proyecto es disciplinar, la calificación del mismo, corresponderá a la disciplina, asignatura o curso; pero si el proyecto es interdisciplinar, el equipo docente decidirá si la calificación final del proyecto, se aplica para todas las disciplinas implicadas, que sería lo normal, o si se aplican calificaciones diferenciadas para cada disciplina.

TÉCNICAS DE EVALUACIÓN

Examen escrito: Puede ser aplicado a libro abierto o cerrado. Las preguntas deben ser diseñadas para garantizar la transferencia de habilidades a la solución de problemas o al tratamiento de temas similares.

Examen práctico: Se utiliza para garantizar que el estudiante es capaz de aplicar habilidades aprendidas durante el desarrollo del proyecto o de la UOC.

Mapas conceptuales: Los estudiantes representan sus conocimientos y crecimiento cognitivo a través de la creación de relaciones lógicas entre los conceptos y su representación gráfica.

Evaluación del compañero: Se le proporciona al estudiante una guía de categorías de evaluación que le ayuda al proceso de evaluación del compañero.

Auto evaluación: Permite al estudiante pensar cuidadosamente acerca de lo que sabe, de lo que no sabe y de lo que necesita saber, para cumplir determinadas tareas.

Evaluación al docente: Consiste en retroalimentar al docente acerca de la manera en que participó en el grupo. Puede ser dada por el grupo o por un observador externo.

Presentación oral: El método de solución de problemas a través de proyectos de aula proporciona a los estudiantes la oportunidad de practicar sus habilidades de comunicación. Las presentaciones orales son el medio por el cual se pueden apreciar estas habilidades.

Reporte escrito: Son relatorías, ensayos, reseñas, resúmenes o informes relacionados con el proyecto. Permite al estudiante, practicar la comunicación por escrito.

De todos modos, estos aspectos deben ser debidamente reglamentados, pero sobre la base de previas concertaciones entre estudiantes y profesores.

- **Implicaciones de la Introducción de los Proyectos de Aula en la Dinámica Curricular de la Universidad**

Para la Academia

Cambian las relaciones pedagógicas: El papel de los agentes, sus relaciones con el saber y con el entorno.

En sentido estricto, el trabajo por proyectos de aula, exige que los docentes trabajen en equipos interdisciplinarios.

La concepción de la clase tradicional cambia fundamentalmente, ahora será la reunión para sustentar, argumentar, debatir, compartir, poner en común y muy poco para exponer por parte del docente.

Cambia la idea de grupo, ya no será siempre el gran grupo recibiendo clase; esto, será algunas veces; pero otras habrá trabajo de pequeños grupos o trabajo individual.

Cambia el concepto de evaluación.

Para la Gestión Administrativa.

Si se llega a implementar el trabajo interdisciplinario, deberán introducirse cambios en la contratación de docentes, en los mecanismos de registro académico, en las cargas de créditos, entre otros aspectos.

Anexo No 2

Evaluación curricular

Enfoque propuesto

Dado que los programas, en la Facultad de Ingeniería cuentan con un número de estudiantes entre 500 y 600 por programa, lo cual facilita el contacto cercano, aun con los miembros de las organizaciones del sector, se propone la utilización de un modelo de evaluación de tipo global o naturalista, el cual implica el uso intensivo de técnicas cualitativas; sin descartar el uso de técnicas cuantitativas. El comité opta por el modelo de evaluación por discrepancia, de Malcom Provus,¹⁷ con algunas modificaciones.

El propósito fundamental de este modelo es comparar las características del programa, en su ejecución, o sea, lo que se aprecia en la realidad, con las características esperadas o los estándares. De la comparación entre intenciones o estándares y observaciones, se desprenden las discrepancias que sirven de base para elaborar juicios y que se consideran como la descripción de la diferencia (discrepancia) o no discrepancia. Posteriormente, se deben cumplir dos pasos: a) Hallar una explicación a la discrepancia y b) Indicar qué se puede hacer o se debe hacer para reducir la discrepancia, al máximo; ya sea, introduciendo cambios en la intención o en la realización.

Objetivos

Se busca, con este tipo de evaluación:

1. Determinar el logro de los objetivos del programa.
2. Confrontar las competencias propuestas en el perfil académico profesional propuesto, con las competencias observadas en los estudiantes.
3. Determinar el relativo impacto del programa sobre el sector objetivo.

¹⁷ PROVUS M. Malcom. Discrepancy evaluation. Mc. Cutcham. Pub. Corp. Abril 1971.

4. Determinar el éxito o el fracaso del modelo pedagógico utilizado.

Metodología.

Identificado el modelo de evaluación a utilizar y los objetivos de la misma, se procede a definir los objetos o aspectos a evaluar y a elaborar una matriz que contiene: Intenciones y estándares, Observaciones, Discrepancias, Explicaciones y Recomendaciones. Después de revisar los documentos iniciales, fundamentalmente, los criterios o lineamientos para el diseño curricular del programa (Documento Rector del Programa), se llena la columna de intenciones y estándares. Posteriormente, esa matriz deberá ser sometida a revisión de profesores.

Acompañada de una guía de instrucciones, se entrega la matriz a profesores, estudiantes, directivos, egresados y líderes del sector, para que sea diligenciada. Los resultados, se analizan conjuntamente con los resultados de evaluaciones parciales, con el fin de producir un informe de evaluación.

IMPLEMENTACION

El Comité de Currículo considera que la implementación de la transformación curricular es una variable importantísima en el proceso; pues de nada serviría, tener una propuesta curricular, pedagógica y didáctica actualizada y cuidadosamente elaborada, si no existen los mecanismos de gestión que posibiliten su realización. Por ello será necesario prever las estrategias más adecuadas para poner en práctica los siguientes factores de implementación, que se cumplirán en tres etapas. Aquí, solo se consignan los enunciados, pero una vez se consolide el Documento Rector y se adopten las decisiones pertinentes, se procederá al desarrollo y planificación de cada factor

Primera Etapa

1. Socialización de la propuesta básica para la transformación curricular en la Facultad, es decir, el Documento Rector.
2. Revisión y ajuste de la propuesta curricular en cada Departamento, en forma participativa.
3. Alcance de consensos entre los programas de cada Escuela para determinar la franja común y obligatoria y demás aspectos de manejo conjunto entre tales programas, a través de los comités de programa.
4. Alcance de consensos entre Escuelas para determinar la franja común y obligatoria y demás aspectos de manejo conjunto entre todos los programas de pregrado existentes en la Facultad.

Segunda Etapa

5. Inducción y capacitación de los docentes y auxiliares de docencia para la comprensión, interpretación del modelo curricular y aplicación del modelo pedagógico propuesto, así como de las estrategias didácticas específicas.
6. Inducción y capacitación a los grupos de estudiantes, con los cuales se decida iniciar la aplicación de la transformación curricular.
7. Asesoría para grupos e individualidades, participantes en el proceso, con miras a corregir oportunamente, las posibles desviaciones detectadas en el seguimiento.
8. Coordinación entre el Consejo de Facultad, el Comité de Currículo y los Comités de Programa para lograr un proceso armónico.
9. Adquisición de recursos, humanos, materiales, tecnológicos y financieros, para apoyar el desarrollo de los distintos subprocesos.

Tercera Etapa

10. Seguimiento y monitoreo del proceso de transformación curricular

11. Evaluación, para constatar si el proceso de transformación curricular se cumple de acuerdo con lo previsto y con qué resultados. Esta es una forma de dar continuidad a la auto evaluación permanente, en cada programa y en la Facultad, en general.