



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROCESO DE TRANSFORMACIÓN CURRICULAR

PROGRAMA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**DOCUMENTO RECTOR**



Medellín, Octubre de 2006

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	4
PRESENTACIÓN .....	6
1 GENERALIDADES .....	8
1.1 LA UNIVERSIDAD .....	8
1.1.1 MISIÓN DE LA UNIVERSIDAD .....	8
1.1.2 VISIÓN DE LA UNIVERSIDAD.....	9
1.1.3 OBJETO DE LA UNIVERSIDAD .....	11
1.2 LA FACULTAD DE INGENIERÍA .....	12
1.2.1 MISIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.....	12
1.2.2 VISIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA .....	13
1.3 LINEAMIENTOS PARA LA TRANSFORMACIÓN CURRICULAR EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA .....	14
2 FUNDAMENTACIÓN .....	19
2.1 NATURALEZA Y OBJETO DE ESTUDIO DEL CAMPO DE LA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES.....	19
2.1.1 PROYECCIÓN SOCIAL DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES .....	21
2.1.2 PRINCIPIOS RECTORES DE LAS TELECOMUNICACIONES .....	21
2.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES .....	23
2.3 PROSPECTIVA DE LA INGENIERÍA TELECOMUNICACIONES .....	41
2.3.1 VISIÓN.....	42
2.3.2 PERSPECTIVAS PARA LAS TELECOMUNICACIONES EN COLOMBIA.....	43
2.4 PRINCIPIOS EN QUE SE APOYA LA REFORMA CURRICULAR .....	54
2.4.1 PRINCIPIOS CURRICULARES.....	54
2.4.2 PRINCIPIOS PEDAGÓGICOS .....	57
2.5 EL MODELO PEDAGÓGICO ADOPTADO PARA LA REFORMA EN INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES.....	61
3 CONTEXTUALIZACIÓN.....	66
3.1 DIAGNÓSTICO DEL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES .....	68
3.1.1 EVOLUCIÓN DE LOS SERVICIOS DE VOZ: TELEFONÍA MÓVIL CELULAR (TMC) Y SERVICIOS DE COMUNICACIÓN PERSONAL (PCS).....	69
3.1.2 SERVICIOS EN LÍNEA Y ACCESO A INTERNET .....	71
3.1.3 BANDA ANCHA.....	71
3.1.4 NUEVOS SERVICIOS Y TECNOLOGÍAS .....	73
3.1.5 INVERSIÓN EN SERVICIOS BÁSICOS.....	77
3.1.6 2005 AÑO DE CONSOLIDACIÓN .....	78

3.1.7	POLÍTICA ECONÓMICA.....	79
3.1.8	INVERSIÓN EN TELECOMUNICACIONES: ACTUAL COMPORTAMIENTO .....	80
3.1.9	LA EXPANSIÓN MÓVIL RECIENTE.....	82
3.1.10	INGRESOS, TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DEL SECTOR.....	83
3.2	PROBLEMAS SOBRE LOS QUE ACTÚA EL INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES .....	84
4	PROPÓSITOS DE FORMACIÓN DE LA INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES .....	85
5	PERFIL DE COMPETENCIAS DEL INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES 87	
5.1	TELECOMUNICACIONES .....	87
5.2	INTERSECTORIALES.....	87
5.3	PERFIL PROFESIONAL.....	88
5.4	PERFIL OCUPACIONAL .....	89
6	CAMPOS DEL CONOCIMIENTO .....	90
6.1	DISCIPLINAS POR ÁREAS: BÁSICA, PROFESIONAL, SOCIO HUMANÍSTICA .....	90
6.2	UNIDADES DE ORGANIZACIÓN CURRICULARES .....	92
6.2.1	UOC PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	92
6.2.3	UOC TRANSMISIÓN .....	93
6.2.4	UOC INFORMÁTICA.....	94
6.2.5	UOC GESTIÓN.....	95
6.2.6	UOC'S DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.....	96
6.3	LÍNEAS DE PROFUNDIZACIÓN .....	98
6.4	ELECTIVAS .....	98
7	ESTRATEGIA METODOLOGICA DEL PROGRAMA.....	98
8	FORMAS DE EVALUACION PARA LA PROPUESTA .....	99
8.1	ENFOQUE PROPUESTO.....	100
8.2	OBJETIVOS.....	101
8.3	METODOLOGÍA.....	102
	BIBLIOGRAFÍA.....	103
	GLOSARIO.....	105

## INTRODUCCIÓN

En este documento se compilan aspectos relacionados con el diseño curricular que la facultad de ingeniería aplicará en el proceso de formación de sus estudiantes.

Contiene las Generalidades de la institución: misión y visión, tanto de la Universidad como de la facultad de ingeniería. Se destacan aquí los lineamientos filosóficos que planteó desde 1997 la Universidad de Antioquia para la transformación del currículo.

La nueva Estructura Curricular se muestra con el diagnóstico y las razones de fondo que llevaron a la facultad de ingeniería a reconsiderar el modelo actual.

Se entregan las componentes macrocurriculares del Documento Rector partiendo del objeto de estudio de la Ingeniería y el estudio del contexto; además, se plantean los propósitos de formación más generales y se definen las competencias y campos del conocimiento delimitados por los temas comunes a todas las ingenierías.

También se muestra la aplicación del nuevo modelo curricular al programa de **Ingeniería de telecomunicaciones**. Aquí se interpretan todos los lineamientos del documento rector y además se proponen problemas como resultado del análisis del contexto y de una mirada prospectiva a diez años del sector de las Telecomunicaciones.

Finalmente se muestra el plan de formación y las Unidades de Organización Curricular definidas para la Ingeniería de telecomunicaciones, junto con su problematización.

La organización, revisión y compilación de este documento, se ha basado en los trabajos previos realizados en años anteriores, por profesores de la facultad de ingeniería, del departamento de ingeniería electrónica y del área de telecomunicaciones, quienes contribuyeron a la elaboración y presentación de la propuesta de creación del programa de Ingeniería de Telecomunicaciones.

Se ha procurado una actualización y complementación del informe, conservando la estructura básica general del documento original y usando como referencia, trabajos similares presentados previamente por otros departamentos de la facultad, así como otros documentos recientes consultados en la página WEB del Ministerio de Comunicaciones, en CINTEL, ACOFI y en ACIEM, organizaciones profesionales relacionadas con los temas. De ingeniería y telecomunicaciones.

Se han extractado algunos contenidos textuales con ajustes de edición, de documentos publicados en la página WEB de la universidad, de la facultad de ingeniería y del comité de currículo, que por su generalidad o afinidad, se utilizaron en la construcción y ensamblaje de este informe. Se deja constancia para dar reconocimiento a los derechos de autor y propiedad intelectual, de los autores del material consultado y efectivamente utilizado y que por alguna circunstancia involuntaria no aparecieran referenciados al final, en la reseña bibliográfica.

## PRESENTACIÓN

La Facultad de ingeniería consciente de la necesidad de establecer una relación más académica entre la docencia, la investigación y la extensión, pilares fundamentales de la institución universidad, ha planteado transformar su currículo desde una visión constituida a partir de la formación de profesionales basada en la solución de problemas, superando un modelo pedagógico tradicional que ha privilegiado la docencia sobre la investigación y sobre la incidencia de la Universidad en la sociedad.

Esta propuesta de transformación curricular presenta como lineamientos pedagógicos la pertinencia social, la pertinencia académica y universitaria, la formación integral y la interdisciplinariedad; como lineamientos curriculares la flexibilización en su estructura y en su plan de formación, la transversalidad curricular, la articulación entre teoría y práctica y su sistematización; y como lineamientos didácticos la formación en investigación, la modalidad de proyectos de aula y la libertad de cátedra.

Los lineamientos descritos buscan la formación cualificada de los futuros ingenieros para que, resolviendo problemas mediante procesos investigativos, intervengan en las transformaciones sociales necesarias para el progreso, sostenible y sustentable, de nuestras comunidades.

La Asociación Colombiana de Ingenieros, **ACOFI**, en la promoción del evento que organiza para finales de septiembre próximo, titulado **“RETOS EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO PARA EL AÑO 2020”**, establece en su presentación unos criterios que se transcriben a continuación, y que por su

pertinencia y concordancia con lo arriba enunciado sobre los lineamientos de la transformación curricular en la universidad en general, y en la facultad de ingeniería en particular, merece especial consideración.

Presentación (ACOFI; **RETOS EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO PARA EL AÑO 2020**, Cartagena de Indias, septiembre 20 al 22 de 2006).

“Los grandes cambios que se producen en el contexto global motivados por el desarrollo científico y tecnológico y el nuevo paradigma económico y sociocultural, conducen a pensar que en los próximos 15 años se formará una nueva generación de ingenieros que deberá estar en capacidad de afrontar importantes retos y grandes desafíos.

Las escuelas en las cuales estos jóvenes ingenieros del 2020 recibirán su formación deben estar claramente conscientes de lo que deben hacer para ofrecerles un futuro que compense su dedicación, motive su vocación y satisfaga sus ideales de servicio a la humanidad. En consecuencia, se hace necesario que la universidad visualice su rol en los años venideros, se prepare y actúe para dar respuesta a las transformaciones de una sociedad que avanza rápidamente.

En este contexto cobra gran sentido la socialización de propuestas innovadoras en materia pedagógica que contribuyan a una mejor formación del ingeniero, la estrategias para **flexibilización de los currículos** y de desarrollo curricular teniendo en cuenta las exigencias de acreditación, así como las iniciativas para el **mejoramiento continuo de los programas** y el **fortalecimiento de la calidad en la educación superior**, los esfuerzos para **fortalecer el vínculo universidad – empresa**, el **desarrollo profesional sobre la base de la investigación** y la cada vez más prioritaria necesidad de buscar una mayor compatibilidad de los sistemas de educación superior para promover la **movilidad de estudiantes, docentes y profesionales a escala internacional.**“

# **1 GENERALIDADES**

## **1.1 LA UNIVERSIDAD**

A continuación se transcriben las declaraciones de principios básicos institucionales, Misión y Visión, a partir de los cuales se establecen los fundamentos para la transformación curricular.

### **1.1.1 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.

### **1.1.2 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.

### **1.1.3 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.

## **1.2 LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

A continuación se transcriben las declaraciones de principios básicos institucionales de la Facultad, Misión y Visión, que al igual que los presentados anteriormente de la universidad, orientan el proceso de transformación curricular en cada dependencia académica.

### **1.2.1 MISIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

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 nacional y regional, específicamente en los sectores secundario y terciario de la economía.

Capacitación, productividad y calidad son estrategias sobre 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 ésta 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 - un complejo arquitectónico y ambiental sin par -, en la variedad de sus programas y en su compromiso con la sociedad (a quién debe, es entidad pública).

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

### **1.2.2 VISIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

En el año 2006 la Facultad de Ingeniería será reconocida nacionalmente 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 automatización y los materiales.

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

Para el logro de su visión, la facultad pondrá todo el énfasis, a través de los currículos de los diferentes programas, al desarrollo de las siguientes líneas de excelencia.

- Energía
- Automatización
- Materiales
- Ambiente

### **1.3 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 para el desarrollo de su proceso interno, los siguientes lineamientos específicos:

- **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 pertinencia 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 este conlleva 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 Habilidad 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 FUNDAMENTACIÓN**

### **2.1 NATURALEZA Y OBJETO DE ESTUDIO DEL CAMPO DE LA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

La Ingeniería ha sido considerada como un campo 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 realizar 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.

El objeto de estudio del Ingeniero en telecomunicaciones es planificar, diseñar, implementar y gestionar sistemas y servicios de Telecomunicaciones e informática, para lograr contacto ágil y eficiente entre las personas a través de máquinas.

Concepto de Telecomunicación, servicio público y función social.

### **Definición de Telecomunicaciones:**

**Telecomunicación**<sup>1</sup> es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos, datos o información de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

Las telecomunicaciones tienen carácter de servicio público. Como instrumento para impulsar el desarrollo social, político y económico del país, deben contribuir a la defensa de la democracia, a la convivencia pacífica, a la prosperidad general, al mejoramiento de la calidad de vida. Han de servir a la comunidad, respetar la dignidad humana y propender por la efectividad de los demás derechos fundamentales consagrados en la Constitución.

---

<sup>1</sup> ARTICULO 4.- PROYECTO DE LEY Por la cual se establece el Régimen General de Telecomunicaciones

### **2.1.1 PROYECCIÓN SOCIAL DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

El programa Ingeniería de Telecomunicaciones orientará la formación de estudiantes para enfrentar y aportar soluciones a diversas situaciones que el sector nacional e internacional demanda: de una parte, las empresas de servicios en Telecomunicaciones e Informática, las cuales mueven alrededor de un 3 por ciento del PIB nacional, están obligadas a realizar altas inversiones y continuas transformaciones, dada la dinámica que experimenta el sector.

El Ingeniero de Telecomunicaciones constituye el soporte humano fundamental para enfrentar estos retos. De otra parte, la compleja y alta tecnología que involucran los procesos de Telecomunicaciones e Informática, y la rápida velocidad de cambio en los mismos, exigen un profesional con una sólida fundamentación científica y tecnológica, a la vez que con una buena capacidad de adaptación y asimilación a los cambios constantes. Además, y debido a la gran dependencia tecnológica que enfrentamos, se precisa de personas con capacidad de apropiación y de procurar desarrollos con aplicación al entorno nacional.

Esto exige la formación de un ingeniero con amplio conocimiento del medio en el que vive y de la problemática que lo rodea. La globalización de las Telecomunicaciones e Informática requieren un profesional para el sector, con una visión universalizada y comprometido con el país.

### **2.1.2 PRINCIPIOS RECTORES DE LAS TELECOMUNICACIONES**

“Las actividades de los agentes del sector de Telecomunicaciones deben respetar y hacer efectivos los principios generales de: **imparcialidad y neutralidad, transparencia y publicidad, economía y celeridad, eficiencia, eficacia,**

**responsabilidad, contradicción, moralidad y buena fe**, y los siguientes de carácter particular:”

1. **Equidad y no discriminación:** Todas las personas, en condiciones equivalentes, tienen los mismos derechos y deberes.

2. **Participación:** Los agentes del sector tienen derecho de intervenir en la planeación y en los procesos de adopción de reglamentos, regulaciones, programas y proyectos.

3. **Continuidad:** Los agentes están en la obligación de tomar medidas adecuadas para garantizar la prestación y operación general y permanentes de las telecomunicaciones.

4. **Libre y leal competencia:** Se garantiza a todas las personas la igualdad de oportunidades para concurrir y desempeñarse en el sector de telecomunicaciones, en calidad de operadores, comercializadores o usuarios, dentro de los límites demarcados por la Constitución y la ley, sin sometimiento a prácticas restrictivas, desleales o de abuso de posición dominante.

5. **Planificación:** Los agentes deben desarrollar sus tareas y cumplir sus actuaciones según planes y programas generales y particulares que prevean, en lo posible, la aplicación de futuros desarrollos, de modo tal que se garanticen la continua modernización del sector, su competitividad nacional e internacional, y la satisfacción de las necesidades de los usuarios.

6. **Estabilidad:** Las políticas, planes, programas, reglamentaciones y regulaciones del sector se deben diseñar con perspectiva de permanencia, flexibilidad y continuidad.

7. **Coherencia:** Las políticas, disposiciones, reglamentos, regulaciones y procedimientos del sector deben estructurarse con *sindéresis*, en función de alcanzar los cometidos generales.

8. **Claridad:** El contenido de actos y contratos no debe inducir a confusiones ni prestarse a abusos, interpretaciones ambiguas o conflictos de intereses.

9. **Coordinación:** Los agentes del sector deben estar dispuestos a colaborar entre sí y, en lo posible, a concertar el desarrollo de sus labores con el propósito común de satisfacer el interés colectivo, coadyuvar en el cumplimiento de los fines estatales y fortalecer la capacidad administrativa y el desempeño institucional y empresarial.

10. **Proporcionalidad:** La reglamentación, la regulación, la estipulación de derechos y deberes, la fijación de cargas y prestaciones, el establecimiento de instrumentos y el ejercicio de actividades de inspección, vigilancia y control, la imposición de sanciones y la determinación de restablecimientos e indemnizaciones deben obedecer a criterios de razonabilidad, cuantificación y correlatividad, en función de los objetivos, los hechos y las circunstancias.

## **2.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

### **• PRIMEROS PASOS EN LAS TELECOMUNICACIONES**

En los años 3500 AC solo había comunicación a partir de signos abstractos dibujados en papel hecho de hojas de árboles; hacia 1184 AC ya se podían transmitir mensajes a distancia con **SEÑALES DE FUEGO**. El antiguo imperio Romano y Griego poseían muy buenos sistemas de este tipo; hacia los años 500 AC, dos ingenieros de Alejandría (Kleoxenos y Demokleitos) usaban un sistema

de recepción y transmisión de información solo en la noche, el sistema constaba de dos caminos separados por una colina, dependiendo de cuantas antorchas y como fueran acomodadas en la colina el mensaje podía ser leído (para el mensaje "One hundred Cretans have deserted" fueron utilizadas 173 antorchas y la transmisión duró alrededor de 1 hora y media). Pero quizás uno de los primeros intentos de telecomunicaciones o transmisión de información a largas distancias fue la **MARATON** que consistía en que una persona llevaba un mensaje de un sitio a otro corriendo a través de kilómetros de distancia (En los años **490 AC** la noticia de la victoria de Atenas sobre Grecia fue dada por un hombre con las frases "Fuimos afortunados! Somos los triunfadores!". y luego de decirlo murió ya que era muy extenuante el correr a través de tantos kilómetros). Luego nacieron otras formas de comunicación donde las personas se situaban en sitios altos y transmitían la información a otros a través de gestos hechos por el movimiento de sus brazos, hasta que la información llegaba a su destino.

En áreas selváticas donde se dificultaba obtener línea de vista para transmisión de información, desde sitios altos, fueron desarrollados los **TELÉGRAFOS DE TAMBOR**, la idea era transmitir la información a través de sonidos que emanaban de un tambor hecho con madera de los árboles para los nativos de África, Nueva Guinea y América, mientras que en China usaban el conocido Tamtam que era un gran plato metálico creado para transmitir información audible con algunos toque de un martillo sobre el.

Hacia los años **360 AC** fueron creados los **TELÉGRAFOS DE AGUA** que almacenaban información detallada y luego se transmitía por señales de humo o fuego. La idea era poder almacenar las señales de los telégrafos de antorcha para que pudieran ser leídas posteriormente, esto se llamo telégrafo hidro-óptico y constaba de una serie de barriles llenos de agua hasta determinado nivel y se tapaban o destapaban de acuerdo a la señal de fuego que correspondiera. En los

años 150 AC había cerca de 3000 redes de telégrafos de agua alrededor del imperio Romano.

No solo los Indígenas usaban señales de humo para intercambiar información, también en los años **150 AC** los romanos trabajaron en este tipo de transmisión y tenían **TELÉGRAFOS DE HUMO** por una longitud total de 4500 kilómetros, estos se usaban ampliamente para señalización militar, la red de estos telégrafos constaba de torres localizadas dentro de un rango visible desde donde se enviaban combinadas señales ópticas y señales de humo para transmitir información.

- **Introducción**

A pesar de la modernización del correo a la que se ha hecho alusión en otro lugar, comparando ambos sistemas las ventajas de telégrafo resultan indiscutibles. Por eso el telégrafo, tanto en su versión óptica como eléctrica, nació amparado y justificado por las necesidades de información de los aparatos de poder, ya fuera la Corte, el Estado en su dimensión político-administrativa y como ejecutor de la autoritas con su componente de orden público o la institución militar. No es, pues, de extrañar que fuera el Estado quien tomará la iniciativa técnico-financiera en la construcción de las redes telegráficas, limitando al máximo la intervención de una iniciativa privada, por otra parte no excesivamente motivada por la inversión en este campo.

- **El Telégrafo Óptico, 1800-1850**

La historia del telégrafo queda definida por una evolución en la que se suceden diversas soluciones, en función de las innovaciones tecnológicas: el telégrafo óptico, el eléctrico, la telegrafía sin hilos y otras versiones de la telegrafía como es el caso del teletipo. El pionero es pues el telégrafo óptico. Fue el espíritu cientifista

del mundo de la Ilustración en el siglo XVIII el que auspició una serie de experimentos que culminaron a partir de 1790 con las primeras realidades prácticas.

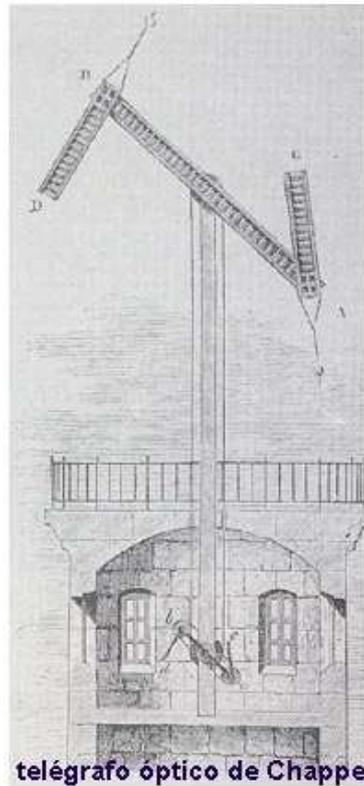
El día 2 de Thermidor de 1794 (19 de julio), la Convención recibía el primer telegrama de la historia, en cuyo texto se anunciaba la toma por parte del ejército republicano francés de las plazas fuertes de Landrecies y Condé, hasta entonces en poder de las fuerzas austríacas. La noticia había sido transmitida hasta París desde la ciudad de Lille, a través de una línea de telegrafía óptica de 230 kilómetros, montada sobre 22 torres, la última de las cuales estaba ubicada en la cúpula del Louvre.

Claude Chappe había concebido en 1790 un sistema de señales ópticas, a través de las cuales y del correspondiente código, se podían transmitir signos alfabéticos y numéricos a distancia. Presentó su sistema ante la Convención el 22 de mayo de 1792, recibiendo un año más tarde una subvención de 6.000 francos para la construcción de una línea de prueba.

En la perfección de su sistema contó Chappe con la inestimable ayuda de Abraham Louis Breguet, relojero suizo que residía en París, quien incorporó algunos dispositivos al primitivo prototipo de Chappe. El éxito de esta primera línea posibilitó la creación de una completa red de telegrafía óptica en Francia, bajo la dirección de Chappe hasta su muerte en 1805. Cuando a mediados del siglo XIX apareció la telegrafía eléctrica, en Francia el entramado de las líneas de la telegrafía óptica alcanzaba casi los 5.000 kilómetros.

A raíz de las primeras experiencias de Chappe, varios países comenzaron a ensayar sus propios sistemas de telegrafía óptica. En 1794, los ingleses construyeron varias líneas entre Londres y los puertos del canal de la Mancha (Deal, Portsmouth y Plymouth). La repercusión de este nuevo método de

comunicación fue considerable en casi todos los países europeos y en Estados Unidos.

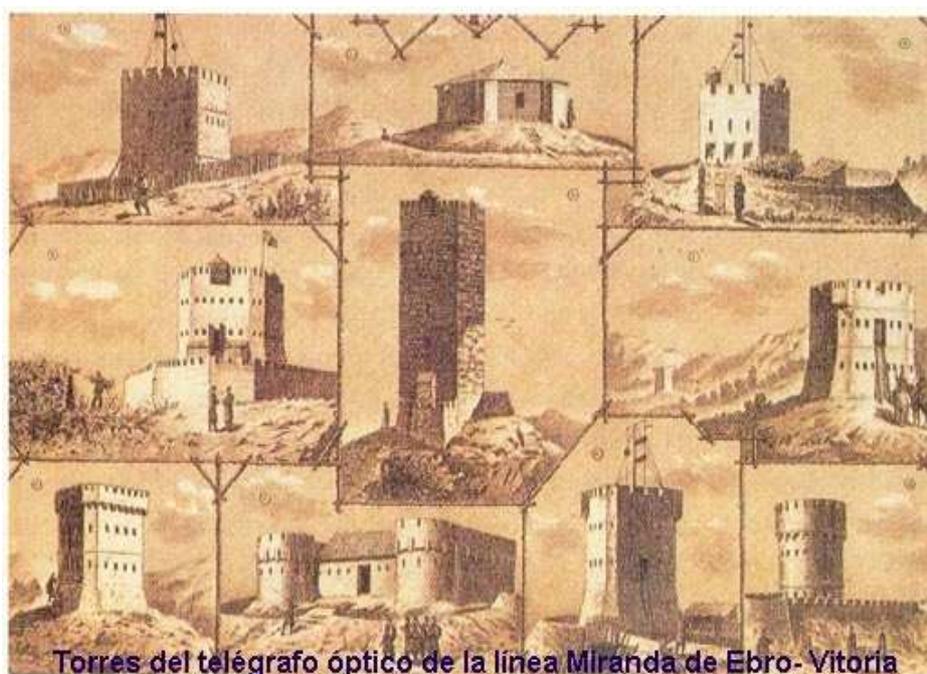


**FIGURA 1.** Telégrafo óptico de Chappe

La idea de concebir un sistema de transmisión del pensamiento, de manera mucho más rápida y más segura a la del correo de la época, venía gestándose desde el último cuarto del siglo XVIII. Las necesidades militares y las del propio Estado, con una burocracia cada vez más compleja, impulsaban la búsqueda de nuevos y más eficaces medios de comunicación.

El telégrafo óptico encontró su máximo desarrollo en la Francia napoleónica, las necesidades militares del Imperio obligaban a una rápida transmisión de las noticias.

En consonancia con la filosofía de la política moderada, la concepción del uso del telégrafo óptico estaba estrictamente vinculada a la cuestión del mantenimiento del orden público. Se concebía, pues, al telégrafo como un instrumento gubernamental, tanto en el plano político como militar. No se planteaba la posible función que podía cumplir el telégrafo como factor de articulación económica del mercado nacional o de fortalecimiento de la sociedad civil, dada su capacidad para acortar el tiempo en la difusión de información.



**FIGURA 2.** Torres del telégrafo óptico de la línea Miranda de Ebro-Vitoria.

Las instrucciones sobre el telégrafo contenidas en la real orden de 26 de noviembre de 1846 explicitan esta concepción gubernamental: "Únicamente los Capitanes Generales y los Jefes Políticos, podrán dirigir por el telégrafo comunicaciones ya sea a las Secretarías del Despacho o a las Autoridades Superiores de las Provincias..."

Otras disposiciones abundan en el carácter secreto de la transmisión y del contenido de los mensajes. Sólo los Comandantes o Jefes de Telégrafos conocían los contenidos, al ser los encargados de cifrar en origen y descifrar en destino los despachos en circulación. Para tal uso se ayudaban de un diccionario en el que se establecía la concordancia entre determinadas palabras o frases y las claves numéricas correspondientes.

Una lectura detallada de este diccionario, verdadero barómetro de las preocupaciones estatales de la época, revela que el 75 por ciento de las frases y expresiones que se detallan se refieren a cuestiones relacionadas con el orden público o con el ejército. Cada palabra o frase del diccionario está precedida de unos puntos, sobre los que se escribía el código numérico correspondiente, el cual podía ser cambiado periódicamente o cuando uno de los ejemplares en uso caía en poder de los pronunciados o sublevados.

La telegrafía óptica se encontraba más próxima a los medios de transmisión de información tradicionales que a los modernos, surgidos sobre la base de las nuevas teorías científicas que desarrolladas a mediados del siglo XIX iban a encontrar una rápida aplicación tecnológica: el telégrafo eléctrico que revolucionará el mundo de las comunicaciones, acortando distancias y tiempos, acercando a las naciones y a los hombres. Una vez solventadas las dificultades técnicas para la conexión intercontinental, por medio del tendido de los cables submarinos, se hará posible la creación de una red mundial de comunicaciones, imprescindible para avanzar en los crecientes procesos de mundialización de los acontecimientos económicos, políticos y sociales.

- **El Telégrafo Eléctrico, 1833-1900**

Al igual que en el mundo del transporte el rápido desarrollo de los ferrocarriles y de los barcos de vapor habían conseguido acortar extraordinariamente el tiempo

invertido en recorrer grandes distancias, el tendido de las redes telegráficas, tanto terrestres como submarinas, conseguiría poner en comunicación en cuestión de minutos puntos del globo que pocos años antes necesitaban semanas para lograrlo.

En la década de 1850 fueron las redes nacionales las que se desarrollaron con gran rapidez en los países más avanzados de la época, así como en sus respectivas colonias. La naturaleza de los principales usuarios del telégrafo: el Estado, grandes comerciantes, bancos, agentes de bolsa y los periódicos forzaron a que una vez terminadas las redes nacionales se procediera a unir estas entre sí, hasta formar una única y gran red supranacional, que pronto adquirió una naturaleza monopolística a través de acuerdos tipo cartel, que aseguraban el reparto del mercado internacional de las comunicaciones telegráficas entre las más importantes agencias de noticias y los estados.

A partir de entonces los estados y las grandes agencias de noticias pudieron establecer comunicaciones inmediatas con sus diplomáticos, sus colonias, sus agentes y sus clientes. Los comerciantes y banqueros harán sus transacciones con clientes situados a miles de kilómetros de distancia. El conocimiento casi inmediato de los movimientos bursátiles permitirá operaciones a escala universal. El telégrafo se convierte en elemento básico de estructuración de la economía-mundo. Y por fin, los periódicos de la época podrán ofrecer a sus lectores las noticias acaecidas el día anterior en cualquier punto del globo. Durante la segunda mitad del siglo XIX fue tal el grado de desarrollo del telégrafo y tal su utilización por parte de los círculos antes citados, que una brusca paralización del mismo era capaz de provocar una importante distorsión en la marcha regular de un país, como sucedió en España durante la huelga de telegrafistas de 1892.

- **La Aparición de la Telegrafía Eléctrica**

En 1881 la Exposición Universal de París festejará la nueva era de la electricidad. Una nueva época nacía con el telégrafo eléctrico. Esta primera aplicación marca la separación entre el período anterior, que comenzó en el siglo XVIII, caracterizado por la construcción de prototipos telegráficos, y la nueva etapa de sistemas capaces en la práctica de transmitir mensajes a través de los hilos telegráficos.

En el siglo XVIII, el desarrollo de las investigaciones en el campo de la electricidad estática y el hallazgo de la botella de Leyden por Kleist y Musschenbroek en 1746, posibilitaron la fabricación de los primeros prototipos de telegrafía electrostática. El 17 de febrero de 1753, aparecía en la revista **Scott Magazine** un artículo fechado en Renfrew (Escocia) y firmado por Charles Marshall, en el que describía con minuciosidad el primer aparato telegráfico electrostático. El sistema lo componían tantos pares de hilos como letras del alfabeto que se utilizase, y cada uno de los extremos estaba conectado a un péndulo de médula de saúco que, al cargarse con la electricidad generada por una máquina electrostática situada en el otro extremo, atraía papelitos con las letras correspondientes. Habrá que esperar hasta 1774 para ver construido y funcionando el primer prototipo de telegrafía electrostática, fabricado en Ginebra por Lesage. Se trataba de un sistema similar al descrito anteriormente, pero sustituyendo en este caso el péndulo de saúco por "una disolución electrolítica, contenida en otros tantos vasos de vidrio o en una gran cubeta común de forma paralelepípedica."

En pocos años se había superado la era de los telégrafos de gabinete. Se habían perfeccionado los sistemas ópticos y se podía utilizar la transmisión alfabética en lugar de la codificada. El gran inconveniente estribaba en la lentitud de la transmisión y el elevado número de hilos utilizados por estos sistemas. La aparición de un nuevo método simplificó considerablemente la transmisión y la recepción: el sistema morse. Inventado por un joven norteamericano, diletante en

el campo de la telegrafía, llamado Samuel F.B. Morse, se extendió rápidamente a escala universal. Morse cuya principal ocupación era la de retratista, campo en el que consiguió cierta notoriedad en Nueva York, había viajado a Europa en dos ocasiones, 1811-1815 y 1829-1832.

El método de Morse suponía una vuelta a la codificación, esta vez en forma de rayas y puntos o de sonidos cortos y largos, según el receptor. El 1 de enero de 1845, tras haber recibido una subvención del Senado norteamericano, inauguró la primera línea de su telégrafo eléctrico entre el Capitolio de Washington y la ciudad de Baltimore. El gran éxito de este sistema, debido a su simplicidad, velocidad y economía hizo que en pocos años todos los países con servicio telegráfico lo adoptaran total o parcialmente. Se mantendría durante toda la segunda mitad del siglo XIX junto a otros tres sistemas surgidos en la década de los cincuenta: el sistema impresor Hughes, el sistema automático de Wheatstone y el sistema multiplexor de Baudot. El primero de ellos lo patentó en 1855 el norteamericano David E. Hughes. Consistía en un telégrafo de tipos o teleimpresor, que dotado de un teclado similar al de un piano podía transmitir e imprimir hasta 60 palabras por minuto, frente a las 25 palabras por minuto del sistema Morse. El británico Wheatstone patentó su sistema en 1857, que utilizaba el código Morse y constaba de tres aparatos: el perforador de aire comprimido, con teclado; el transmisor y el receptor, con lo que se conseguía una operatividad de hasta 70 palabras por minuto. Por último, el telegrafista francés Emile Baudot inventaría su telégrafo en 1875. Se basaba en un código de cinco unidades de igual longitud que se correspondían con las cinco teclas del manipulador; en el receptor los impulsos enviados actuaban sobre cinco discos o magnetos que permitían la transmisión múltiple de hasta seis mensajes a la vez por el mismo hilo.

- **El Nacimiento de la Telegrafía sin Hilos. 1867-1914**

Los orígenes de la radiotelegrafía se sitúan en el desarrollo de la teoría electromagnética por parte de Maxwell. La teoría de Maxwell predecía que los objetos metálicos deberían reflejar un haz de energía electromagnética como un espejo; además, establecía que la radiación electromagnética debía viajar a través del vacío o del aire con una velocidad igual a la de la luz. En otras palabras, según la teoría de Maxwell la radiación electromagnética debía comportarse como la luz. De ser cierta tan extraordinaria teoría las ondas electromagnéticas podían convertirse en un medio de difusión instantáneo de información. Los presupuestos teóricos de la telegrafía sin hilos estaban sentados cuando Maxwell publicó en 1873 su obra fundamental *Treatise on Electricity and Magnetism*. En 1887-88 Heinrich Hertz demostró prácticamente la existencia y las características de las ondas electromagnéticas descritas por Maxwell. La importancia de los trabajos de Hertz, por lo que a nosotros atañe, reside en el hecho de que fue capaz de enviar desde un oscilador una onda electromagnética a una considerable distancia siendo recogida por un alambre receptor (antena). Esta radiación electromagnética, a la que se llamó ondas hertzianas, era la primera demostración práctica de lo que luego serían las ondas radiotelegráficas. La telegrafía sin hilos era ya una posibilidad práctica.

En 1890 Edouard Branly desarrolló un modelo de receptor: el cohesor. Consistía en un tubo de vidrio que contenía dos varillas de plata, entre las que se colocaban algunas limaduras metálicas que actuaban de conductores. Tres años más tarde, en 1893, Oliver Lodge perfeccionó el sistema de Branly, mediante la interrupción automática y periódica de la corriente, patentando la bobina de inducción. Para captar la emisión de los mensajes radiotelegráficos era imprescindible algún instrumento capaz de registrar las ondas electromagnéticas. En 1896, Alexandre Popov, fruto de sus investigaciones sobre las descargas eléctricas de las tormentas ajustó a uno de los extremos del aparato de Lodge un cable, que

recorriendo un mástil, fijo en un pararrayos, del otro extremo un cable servía de toma de tierra. Popov había inventado la antena. Guglielmo Marconi sintetizó los trabajos de Branly, Lodge y Popov, desarrollando un sistema capaz de transmitir y recibir señales electromagnéticas, mediante la combinación de un receptor, basado en la antena de Popov y el cohesor de Branly, con un emisor que transmitía las señales por medio de un condensador de descargas. Marconi eligió por su simplicidad el alfabeto morse como lenguaje de las señales radioeléctricas. En 1897 resolvió el problema de la equivalencia de la frecuencia entre emisor y receptor, es decir la sintonización de la frecuencia. Había nacido la telegrafía sin hilos (TSH).

Entre 1897 y 1901 Marconi realizó varios ensayos de su nuevo sistema, a través de su empresa, fundada el 20 de julio de 1897 en Londres, la **Wireless Telegraph and Signal Company Limited**, base del posterior emporio industrial **Marconi's Wireless Telegraph Company**. Ese año logró establecer la primera conexión radiotelegráfica. Un barco de regatas fue capaz de transmitir radiogramas a una estación de la costa británica distante quince kilómetros. En 1898 realizó la primera comunicación radiotelegráfica a través del Canal de la Mancha, entre Dovers y Wimereux, en la región de Boulogne. Por fin, el 12 de diciembre de 1901, Marconi llegó al momento culminante de sus ensayos: desde Cornwall (Gran Bretaña) envió la primera señal radioeléctrica que se recibió más allá del Atlántico, en Terranova. La letra S, en signo de morse había recorrido 3.500 kilómetros. Comenzaba una nueva era en el mundo de las comunicaciones. Estaban sentadas las bases teóricas y prácticas para el desarrollo de la radiotransmisión. En años posteriores se concretaría no sólo en la expansión de la telegrafía sin hilos, sino también en la aparición de la radiodifusión, cuando se solventó el problema de la transmisión de la voz humana. La primera aplicación práctica de la telegrafía sin hilos consistió en la comunicación marítima, entre los barcos y los puertos.

En 1904 Fleming, que se había incorporado desde 1899 como consejero a la Compañía de Marconi, creó el primer prototipo de los tubos de radio: la lámpara de vacío de Fleming. El norteamericano Lee de Forest perfeccionó de manera independiente en 1906 la lámpara de Fleming, al colocar una rejilla entre el filamento y el cátodo, de esta manera la placa de metal que constituía el ánodo de la lámpara adquiría una propiedad esencial: la amplificación de la señal recibida. Más tarde se descubrió que la lámpara de Lee de Forest combinada con un oscilador podía transformarse en una potente fuente de ondas electromagnéticas.

- **El Teléfono. El Nacimiento de un Nuevo Medio de Comunicación, 1877-1936**

En el desarrollo de las telecomunicaciones el telégrafo había supuesto la innovación por excelencia de mediados del siglo XIX. La evolución tecnológica de la telegrafía eléctrica abrió las puertas a nuevos productos, como es el caso del teléfono, que asociaba de una manera más depurada el binomio electricidad-comunicación. Podría decirse que el telégrafo fue a la primera revolución industrial lo que el teléfono fue a la segunda, desarrolla a partir de los últimos decenios del siglo XIX. Fenómeno que encontraba su plena simbología en los espacios físicos en los que estas innovaciones tomaron cuerpo: Gran Bretaña y el telégrafo versus Estados Unidos y el teléfono.

- **Los Orígenes del Teléfono y la Consolidación de un Sistema Mundial de Telecomunicaciones**

Los antecedentes del teléfono se remontan en el tiempo bastante más allá de su primera aplicación práctica, tal como sucedió con el telégrafo eléctrico. El primer ensayo sobre la posibilidad de transmitir el sonido de las voces a distancia, aunque fallido, se puede situar en 1860, cuando el alemán Philippe Reiss desarrolló un sistema que podía transmitir el sonido, pero incapaz de distinguir las palabras.

El sistema de Reiss se basaba en la conjunción de membranas, electrodos y una corriente alterna. El salto decisivo se debió a tres norteamericanos: Graham Bell, Elisha Gray y Thomas A. Edison.

Graham Bell y Elisha Gray, cofundador de la Western Electric Company, trabajaban por separado en la posibilidad de utilizar distintas frecuencias para mejorar las comunicaciones telegráficas, mediante la transmisión simultánea de varios mensajes por el hilo telegráfico.

El teléfono de Bell constaba de un transmisor y un receptor unidos por un cable metálico conductor de la electricidad. Las vibraciones producidas por la voz en la membrana metálica del transmisor provocaban por medio de un electroimán oscilaciones eléctricas que, transmitidas por el cable, eran transformadas por el electroimán del receptor en vibraciones mecánicas, que a través de la membrana reproducían el sonido emitido desde el emisor. En 1876 fueron presentados en la Exposición de Filadelfia los primeros prototipos telefónicos.

El 9 de julio de 1877 Graham Bell fundaba la Bell Telephone Company, ese mismo año la Western Union Telegraph Company creaba su propia compañía de teléfonos, encargando a Edison el desarrollo de un modelo alternativo al de Bell. El receptor de Edison amplificaba considerablemente respecto del modelo de Bell la recepción y difusión de la voz. La falta de capital provocó la pérdida del control que Bell ejercía sobre su compañía, que paso a manos de un grupo de financieros de Boston.

Desde los orígenes del teléfono dos grandes fenómenos se desarrollan de manera íntimamente relacionados: su tendencia a constituirse en red universal de comunicaciones y la preponderancia tecnológica, financiera e industrial de los Estados Unidos. Ya en el acta de creación de la ATT en 1885 se señalaba el

objetivo futuro de enlazar telefónicamente los Estados Unidos con Canadá y México. Esta inicial aspiración fue una realidad plena a la altura de 1930, momento en el que existía una consolidada red telefónica internacional, que diseñaba los primeros pasos de un mercado mundial de las telecomunicaciones, avanzando por la senda abierta por la red telegráfica internacional. De la misma manera que la red mundial telegráfica había sido hegemonizada por Gran Bretaña, símbolo e instrumento de su preponderancia internacional durante la segunda mitad del siglo XIX hasta el estallido de la Gran Guerra, el predominio de los Estados Unidos en la construcción de la red telefónica mundial anticipaba el papel primordial que dicha nación iba a desempeñar de manera indiscutible con el estallido de la Segunda Guerra Mundial.

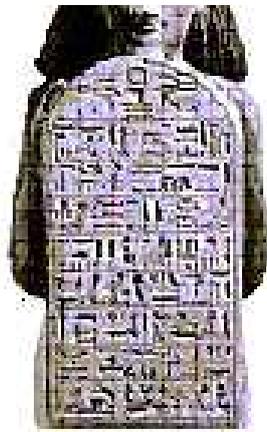


**FIGURA 3.** Teléfonos Ericsson y Teléfono Bell

La especie humana es de carácter social, es decir, necesita de la comunicación; pues de otra manera viviríamos completamente aislados. Así, desde los inicios de la especie, la comunicación fue evolucionando hasta llegar a la más sofisticada tecnología, para lograr acercar espacios y tener mayor velocidad en el proceso.

- **Breves Instancias Evolutivas**

Las primeras manifestaciones en la comunicación de la especie humana fue la voz, las señales de humo y sus dibujos pictóricos; posteriormente al evolucionar, fue la escritura, el elemento que permitió desarrollar las culturas que hoy se conocen. Las artes como la música y el teatro, forman parte fundamental en la formación y desarrollo de la misma especie y sus culturas.



**FIGURA 4.** Comunicación por medio de dibujos pictóricos

Con el desarrollo de las civilizaciones y de las lenguas escritas surgió también la necesidad de comunicarse a distancia de forma regular, con el fin de facilitar el comercio entre las diferentes naciones e imperios.

Las antiguas civilizaciones utilizaban a mensajeros, mas adelante, se utilizó al caballo y las palomas mensajeras; con el invento de la rueda esto casi desapareció.

A partir de que Benjamín Franklin demostró, en 1752, que los rayos son chispas eléctricas gigantescas, descubrimiento de la electricidad; grandes inventos fueron revolucionando este concepto, pues las grandes distancias cada vez se fueron acercando. 1836 año en que Samuel F. B. Morse creó lo que hoy conocemos

Telégrafo. Tomas Edison, en 1874, desarrolló la telegrafía cuádruple, la cual permitía transmitir dos mensajes simultáneamente en ambos sentidos.

A pesar de este gran avance, no era suficiente lo que lograba comunicar, es decir, esto era insuficiente pues se requería de algún medio para la comunicación de la voz. Ante esto, surge el teléfono, inventado por Alexander Graham Bell, que logra la primera transmisión de la voz en 1876.

Así los primeros sistemas telegráficos y telefónicos utilizaban cable para lograr la transmisión de mensajes. Con los avances en el estudio de la electricidad, el físico alemán Heinrich Hertz descubre, en 1887 descubre las ondas electromagnéticas, estableciendo las bases para la telegrafía sin hilos.

Pero no fue hasta el siglo XX, cuando se inventan los tubos al vacío y el surgimiento de la electrónica, que se logran grandes avances, se inventa el radio, la primera emisión fue en 1906 en los Estados Unidos. En 1925 existían ya 600 emisoras de radio en todo el mundo.

En 1826, físico francés Nicéphore Niepce utilizando una plancha metálica recubierta de betún, expuesta durante ocho horas, consiguió la primera fotografía. Perfeccionando este procedimiento, el pintor e inventor francés Louis Jacques Mandé Daguerre descubrió un proceso químico de revelado que permitía tiempos de exposición mucho menores, consiguiendo el tipo de fotografía conocido como daguerrotipo.

En el siglo XIX, se desarrolla este invento hasta llegar al cinetoscopio, presentado por Tomas Edison en 1889 y lo patento en 1891. Los hermanos Lumière, presentan y patentan el cinematógrafo en el año de 1895. Hasta el año de 1920 se le añade el sonido. Creando así, el cine, muy disfrutado en nuestros días.

Aunque la transmisión de imágenes a distancia esta ligada a varios avances e inventos, como: disco perforado explorador, inventado en 1884 por el pionero de la televisión, el alemán Paul Gottlieb Nipkow. Otros de los hechos en el desarrollo de la televisión son el iconoscopio y el cinescopio, para transmitir y recibir, respectivamente, imágenes a distancia, inventados ambos en 1923 por el ingeniero electrónico ruso Vladímir Kosma Zworykin. Logrando con esto una de las más grandes industrias a escala mundial, las Cadenas de Televisión.

Desde las primeras máquinas programables manualmente (máquina diferencial de Babbage) o con procedimientos electrónicos (ENIAC, con tubos al vacío, en 1947), hasta nuestros días de potentes computadoras digitales que se han introducido en prácticamente todas las áreas de la sociedad (industria, comercio, educación, comunicación, transporte, etc.). Con todos estos avances tecnológicos y necesidades, la comunicación o transmisión de datos fue tomando cada vez más auge.

Con esta nueva necesidad y estas herramientas, surgen las Redes de Computadoras, las cuales son ya muy comunes en nuestros días, pero en los inicios de la transmisión por televisión y con el uso de las computadoras, la especie humana logra lanzar un vehículo espacial y tiempo después lanza los primeros satélites artificiales. Los cuales son aparatos muy sofisticados con fines múltiples (científicos, tecnológicos y militares).



**FIGURA 5.** Satélite de comunicaciones

El primer satélite artificial, el Sputnik 1, fue lanzado por la Unión Soviética el 4 de octubre de 1957. El primer satélite de Estados Unidos fue el Explorer 1, lanzado el 31 de enero de 1958, y resultó útil para el descubrimiento de los cinturones de radiación de la Tierra.

En la actualidad hay satélites de comunicaciones, navegación, militares, meteorológicos, de estudio de recursos terrestres y científicos. La mayor parte de ellos son satélites de comunicación, utilizados para la comunicación telefónica y la transmisión de datos digitales e imágenes de televisión.

Todo este desarrollo de las comunicaciones dio lugar a un nuevo concepto; Telecomunicación, que significa: Conjunto de medios de comunicación a distancia o transmisión de palabras, sonidos, imágenes o datos en forma de impulsos o señales electrónicas o electromagnéticas.

### **2.3 PROSPECTIVA DE LA INGENIERÍA TELECOMUNICACIONES**

El proceso de diagnóstico y prospectiva de la Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad de Antioquia, está basado en los trabajos realizados por el Ministerio de comunicaciones a nivel regional y nacional. De este documento se tomaron los apartes más destacados que informan de manera suficiente para encontrar los problemas más generales sobre los que se trabajará en nuestro currículo y simultáneamente nos permitirá desarrollar los propósitos de formación acogidos como centrales para nuestros ingenieros.

En todo el mundo la industria de las telecomunicaciones esta sufriendo cambios revolucionarios. La competencia en los mercados, la introducción de nuevas tecnologías, y la expansión de las redes de comunicación están permitiendo la provisión de una mayor variedad de servicios a un número mayor de usuarios. La

convergencia de medios de entrega para video/datos y voz esta cambiando la forma en que se pueda acceder a toda clase de comunicaciones, incluyendo las de voz, televisión y servicios de información. En consecuencia, los beneficios para los consumidores serán enormes, permitiendo la creación de nuevos servicios como video a pedido y expandiendo, a su vez, la capacidad de servicios avanzados existentes como correo electrónico y acceso a Internet.

El Plan Nacional de Telecomunicaciones es un esfuerzo por parte del Ministerio de Comunicaciones para preparar a Colombia para este ambiente dinámico de las telecomunicaciones y para acelerar la habilidad del país para aprovechar los beneficios de un desarrollo avanzado de telecomunicaciones en beneficio de los ciudadanos; presenta este Plan cuyo propósito es el de servir como una guía para el desarrollo de políticas, leyes y regulaciones consistentes que rijan el sector de las telecomunicaciones para los próximos diez años. Idealmente, el Plan le permitirá al gobierno de Colombia poner en ejecución política de telecomunicaciones consistentes y de avanzada.

### **2.3.1 VISIÓN**

La visión del sector de las telecomunicaciones para el largo plazo tiene dos componentes. **En primera instancia** se presenta el marco de referencia general que ha de afectar a todos los actores del sector, tomando en cuenta las tendencias internacionales y el análisis de las necesidades actuales y futuras de los servicios de telecomunicaciones en Colombia. **En segunda instancia** se presenta lo que debe ser el rol del Estado dentro de este nuevo marco de referencia debido a su importancia como promotor del desarrollo sectorial en los próximos diez años.

## **2.3.2 PERSPECTIVAS PARA LAS TELECOMUNICACIONES EN COLOMBIA**

- **Introducción**

Se ha tomado como referencia el documento elaborado por **ACIEM**, para mostrar la evolución y tendencias del sector de telecomunicaciones en el país.

La Asociación Colombiana de Ingenieros **ACIEM** (Reconocida por la Ley 51 de 1986 como Cuerpo Técnico Consultivo del Gobierno Nacional para asuntos relacionados con la Electrónica y las Telecomunicaciones) presenta un análisis de las perspectivas de las telecomunicaciones en Colombia, con el fin de presentar algunas recomendaciones que, en concepto del gremio de los ingenieros, pueden servir al momento de adoptar decisiones estratégicas por parte del Gobierno Nacional.

- **Importancia del Sector**

El sector de las telecomunicaciones en Colombia, como ha sucedido en muchos países del mundo, es un sector que aporta importantes recursos al Producto Interno Bruto (PIB) y que generalmente ha presentado crecimientos superiores al promedio de la economía nacional. Es así como, según cifras del Departamento Nacional de Planeación de Colombia, en el año 2004 las telecomunicaciones aportaron cerca de 6 puntos al PIB y el crecimiento del sector estuvo alrededor del 4.5% cuando el crecimiento económico del país estuvo en 3.5%.

Por tanto, las telecomunicaciones, además de garantizar la conectividad del país, son un importante motor de la economía nacional. A continuación se presentan los ingresos en detalle del sector en el año 2004, según cifras de la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones – CRT en su informe anual del sector:

**TABLA 1.** Ingresos del sector (A 2004)*Cifras en miles de millones de pesos*

Subsector	2003	2004
Telefonía Local	\$ 1.793	\$ 2030
Telefonía Local Extendida	\$ 562	\$ 742
Interconexión	\$ 895	\$688
Otros servicios de TPBC	\$ 522	\$578
Valor agregado	\$ 670	\$831
Portador	\$ 136	\$122
Larga distancia nacional	\$ 1.111	\$ 892
Larga distancia internacional	\$ 389	\$ 409
Telefonía móvil	\$ 2.319	\$ 3.685
Trunking	\$ 141	\$ 155
Radio y TV	\$ 1.073	\$ 1.202
Otros	\$ 1.006	\$ 1.107
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10.637</b>	<b>\$ 12.463</b>

Se tiene entonces que los ingresos totales del sector alcanzaron el año antepasado la suma de 12.5 billones de pesos (Aproximadamente 5.5 mil millones de dólares). De manera desagregada las 3 principales empresas de telecomunicaciones del país presentaron en el año 2004 los siguientes resultados:

**TABLA 2.** Balance de las principales empresas del país*Valores en Miles de Pesos<sup>1</sup>*

Empresa	Activos	Pasivos	Patrimonio	Ingresos Operacionales	Utilidad Operacional	Utilidad neta antes de impuestos
TELECOM	2.781.532.031	1.604.369.877	1.777.162.154	2.102.813.970	946.512.078 <sup>2</sup>	
COMCEL	3.603.055.542	1.679.608.892	1.923.446.650	1.937.760.118	152.964.464	110.019.868
BELLSOUTH <sup>3</sup>	4.252.862.454	1.537.500.349	2.715.362.106	1.350.269.574	66.755.694	98.515.468

1 Los valores de Comcel y Bellsouth se obtuvieron del reporte financiero de empresas a cierre del ejercicio 2004 publicado por la Superintendencia de Sociedades, en tanto que las cifras de Colombia telecomunicaciones se obtuvieron del Informe de Gestión presentado por la empresa a los accionistas, ambos disponibles en [www.supersociedades.gov.co](http://www.supersociedades.gov.co) y [www.telecom.com.-co](http://www.telecom.com.-co).

2 Excedente Operacional.

3 Hoy en día Telefónica Móviles Colombia o Movistar.

Las 3 principales empresas de servicios de telecomunicaciones de Colombia, con alcance nacional, reportaron el año inmediatamente anterior un cifra de 5.38 billones de pesos (Aprox. 2.350 millones de dólares), reportando utilidades operacionales de 1.7 billones de pesos (Aprox. 739 millones de dólares).

Es decir, estas cifras son una muestra del potencial del sector de los servicios de telecomunicaciones de Colombia, con lo cual se quiere resaltar que es un sector preponderante en la economía nacional, pues como se presentó, reportó ingresos por 5.5 mil millones de dólares cuando el PIB estuvo el año pasado alrededor de los 90 mil millones de dólares, por lo cual es prioritario definir unas políticas estables que garanticen la viabilidad de las empresas en el largo plazo.

- **Políticas para el Sector**

Por lo anterior y siendo conscientes de la importancia de las telecomunicaciones para el país (tanto para la conectividad de la comunidad como para la economía) es preponderante contar con una política estable de telecomunicaciones y TIC's que garanticen la viabilidad del sector tanto a corto, como mediano y largo plazo.

En ese sentido, ACIEM comparte la visión del Gobierno Nacional consagrada en el documento "**Visión Colombia II Centenario: 2019**" en donde señala que "En 2019 el sector de telecomunicaciones debe ser uno de los principales impulsores del crecimiento económico y del desarrollo social del país y contribuir a una sociedad informada, conectada e integrada al entorno global.

Esto se lograra con la provisión eficiente de servicios de telecomunicaciones a toda la población, para lo cual se plantean cinco principios de acción fundamentales:

- **Convergencia:** el sector debe incorporar constantemente, las últimas tendencias tecnológicas. En especial debe adecuarse a la convergencia de redes, terminales y servicios.
- **Globalización:** se deben generar condiciones para que la población y las empresas aprovechen las oportunidades que surgen de la creciente globalización de los servicios de telecomunicaciones.
- **Competencia:** se debe continuar promoviendo la competencia para que los ciudadanos tengan acceso a servicios de telecomunicaciones cada vez mejores y prestados en condiciones eficientes.
- **Cobertura adecuada y acceso universal:** los servicios de telecomunicaciones deben estar al alcance de toda la población colombiana, como soporte para el aprovechamiento de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) y la incorporación del país a la sociedad del conocimiento.
- **Marco institucional adecuado:** se requiere desarrollar un marco institucional y normativo moderno, que fomente la competencia, incentive la innovación y creatividad de las empresas y que reconozca la convergencia de los mercados.

Este marco incentivará las reinversiones necesarias para garantizar la sostenibilidad de los servicios”.

En ese sentido y para lograr un sector que realmente contribuya a que las telecomunicaciones y las TIC’s sean el pilar para **impulsar el crecimiento económico, fomentar las telecomunicaciones sociales y fortalecer y consolidar la industria**, ACIEM cree que es preciso adelantar las siguientes gestiones:

## **Convergencia**

- Garantizar el principio de Neutralidad Tecnológica, bajo el entendido que el Estado debe propiciar el ingreso de las tecnologías que así consideren los prestadores de servicios, para lo cual es indispensable eliminar las barreras artificiales creadas por la Ley al definir condicionamiento técnicos para la prestación de un servicio de telecomunicaciones.
- Contar con un nuevo marco legal para las telecomunicaciones, adoptando una ley que, siguiendo las directrices de la Unión Europea, elimine las clasificaciones de servicios y habilite de manera general la prestación de cualquier servicio para el usuario final.
- Establecer, a través de la ley, condiciones para regular únicamente los mercados monopólicos y los derechos de los usuarios, estableciendo reglas precisas para garantizar una competencia efectiva en el sector, dejando de lado las tendencias tradicionales de regular servicios o redes, dedicándose exclusivamente a la regulación de mercados.

## **Globalización**

- Es necesario que los proveedores u operadores de servicios se adecuen al nuevo marco global de las telecomunicaciones, en donde, a través de redes globales o mundiales de información y comunicación, el usuario recibirá facilidades de comunicación desde cualquier lugar del mundo, en particular y en el momento presente a través del protocolo IP.
- Se deben incorporar y desarrollar conceptos modernos que favorecen al usuario como son los denominados Servicios Transfronterizos y los Servicios de Información, incorporados en el TLC con EEUU, ya que, además de garantizar

mas y mejores servicios para el usuario final, reflejan las tendencias de hacia donde se dirige el sector a nivel mundial.

- Es necesario eliminar conceptos obsoletos que atrasan el desarrollo tecnológico del sector, tales como los de “Domiciliariedad”, “Telefonía Pública Básica Conmutada”, “Telefonía Local Extendida”, entre otros, que no están acorde con las tendencias tecnológicas del sector que apuntan hacia la movilidad, la banda ancha y el desarrollo de Internet.

### **Competencia**

- Es necesario equiparar las condiciones de competencia de los diferentes operadores del sector, puesto que no es conveniente diferenciar a los operadores por servicios. En ese sentido, debe contarse con regímenes iguales en competencia para los diferentes operadores.
- El Estado debe dedicarse únicamente a regular, controlar y garantizar el servicio y acceso universal, sin generar distorsiones en el mercado, la cuales nacen cuando, además ostenta la condición de operador de redes y prestador de servicios. Por tanto, el Estado debe salir de las participaciones que posee en empresas de telecomunicaciones y dedicarse a sus labores básicas de regulación, control y garantía del servicio universal, generando políticas adecuadas.
- Es preciso fortalecer con mecanismos efectivos los derechos de los usuarios, sobre todo garantizando la calidad en la prestación de todos los servicios y unificando los procedimientos y entidades para la atención de quejas.

## **Cobertura adecuada y Acceso Universal**

- El Estado debe continuar con sus políticas y programas de telecomunicaciones sociales, pero sin generar capacidades ociosas ni duplicidad de red en las áreas rurales. Debe aprovecharse la infraestructura existente ya instalada por TELECOM o los operadores móviles por ejemplo, sin construir nuevas infraestructuras que resulten innecesarias.
- El esquema de subsidios y contribuciones para la telefonía fija, sacando a la telefonía fija de los servicios públicos domiciliarios y dotando a la comunidad de bajos ingresos de accesos comunitarios de telecomunicaciones.
- Debe replantearse el esquema del cobro para el servicio universal, puesto que en la actualidad las contribuciones de los operadores terminan en el Tesoro Nacional y no se destinan al sector. En ese sentido ACIEM apoya la propuesta de establecer pagos en especie (por ejemplo telecomunicaciones rurales o sociales) por parte de los operadores establecidos.

## **Marco Institucional adecuado**

- Definir claramente los roles del Gobierno Nacional en el sector. El Ministerio de Comunicaciones debe encargarse de fijar las políticas para todas las telecomunicaciones del país, la CRT debe encargarse de fijar la regulación técnica y económica para todos los servicios de telecomunicaciones y debe centrarse en una sola Superintendencia las funciones de control y vigilancia de la competencia y derechos de los usuarios. Por ello, creemos que la CNTV debe dedicarse únicamente a la regulación de contenidos y, eliminando el concepto de domiciliariedad finalizarían las competencias de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

- Se deben fijar tasas y contribuciones al Fondo de Comunicaciones por parte de los operadores mucho más razonables y ajustadas a las mejores prácticas internacionales, pues de lo contrario se aleja al inversionista privado o mejor aún, establecer pagos en especie para garantizar el servicio y acceso universal. Con la plena implementación de estos 5 postulados básicos, consideramos que en el mediano plazo contaríamos con un sector verdaderamente competitivo que aporte valor a la comunidad y a la economía nacional.

- **El Futuro Tecnológico**

Sin pretender establecer posiciones que no den lugar a discusión, ACIEM considera que en los próximos 10 años las telecomunicaciones, desde el punto de vista tecnológico, estarán gobernadas por las tecnologías **inalámbricas** y las tecnologías de **banda ancha**.

Por tanto, es clave que el Estado promueva y facilite el acceso de estas tecnologías (sobre todo en la eficiente asignación de las bandas del espectro radioeléctrico) y mas aún, que los operadores se fortalezcan para prestar servicios bajo estas tecnologías, sin entrar en este documento a fijar recomendaciones específicas para desarrollos tecnológicos en particular.

En los últimos meses en Colombia se ha destacado la importancia de la movilidad dentro del portafolio de servicios de los operadores. Sin embargo, ACIEM considera que la movilidad en sí mismo no reporta ningún beneficio en concreto para los operadores si la misma no se acompaña de medidas que faciliten el acceso a servicios bajo tecnologías de banda ancha y mediante terminales asequibles para el usuario y que realmente le faciliten trabajar con comodidad, como puede ser un PC. Además la movilidad está limitada por la capacidad del mercado, por las características de los terminales y por la lenta implementación de

la tercera generación, la cual ha presentado tropiezos en la implementación por todos conocidos.

Respecto a la telefonía móvil, que por el momento es el Killer Application de las tecnologías inalámbricas, los analistas del sector estiman que hacia el año 2010 estaremos con 3 mil millones de usuarios de telefonía móvil en el mundo, incrementándose en mil millones frente a la cifra actual de usuarios mundiales. Sin embargo, las tendencias del ARPU (ingresos por usuarios) van en declive. El Yankee Group estima que en Latinoamérica el ARPU tiende a establecerse en los próximos 4 años en una cifra promedio de 15 dólares mes por usuario, siendo lógicamente de los promedios mas bajos del mundo, pues en Europa o EEUU el promedio actual es de 25 dólares por usuario, por lo cual, si bien es cierto la región aun tiene muchos espacios por cubrir en telefonía móvil, las expectativas de ingresos para los operadores no son las mejores, a menos que el portafolio de servicios se vea incrementado con servicios adicionales a la voz.

En Colombia, a finales del primer trimestre del 2006, el país contaba los 25 millones de líneas móviles (que no necesariamente implica la existencia de 25 millones de usuarios, puesto que existen muchas líneas prepago sin uso) alcanzando una penetración de líneas del 41% (de los cuales el 82% están en prepago). Esto se ve representado con la participación de los 3 operadores móviles de Colombia (COMCEL – América Móvil ; MOVISTAR – Telefónica y Colombia Móvil – ETB y EPM), de los cuales COMCEL tiene el 63% de las líneas, MOVISTAR el 27% y Colombia Móvil el 9.2%. Respecto a los ingresos reportados para el primer trimestre del 2006, COMCEL cuenta con el 59% de los ingresos totales, MOVISTAR con el 27.8% y Colombia Móvil con el 13.1%.

Con esto se quiere mostrar que, difícilmente un inversionista nacional (público o privado) estaría en capacidad de asumir las inversiones que requiere el negocio de la telefonía móvil, puesto que es un negocio que requiere de grandes inversiones y en donde los retornos se ven en el largo plazo, siendo claro los

aprietos en que se han visto ETB y EPM para dotar a Colombia Móvil de los recursos económicos requeridos para competir frente a las multinacionales mexicana y española que dominan la región.

Por ello, ACIEM considera que si bien es cierto la telefonía móvil ha registrado importantes crecimientos en el número de líneas, no es el negocio del futuro, puesto que los ARPUs tienden a estabilizarse, siendo necesario incluir nuevas aplicaciones para que el ARPU incremente, las cuales tienen ciertos cuellos de botella en telefonía móvil por el ancho de banda y por las limitaciones de los mismos terminales.

Por tal motivo, no es cierto que la Telefonía Fija tienda a desaparecer, puesto que si bien es cierto el crecimiento en número de líneas ha sido vegetativo en los últimos 4 años los ingresos de los operadores no han dejado de crecer.

Es cierto que la Telefonía de Larga Distancia viene presentando importantes caídas en ingresos, por la competencia de la telefonía móvil y por la telefonía IP; sin embargo los operadores fijos cuentan con una infraestructura instalada que es fundamental para ofrecer servicios bajo tecnologías de banda ancha, situación que no es tan sencilla para los operadores móviles.

Para ACIEM, el Triple Play (TV, Internet, Telefonía) y el fácil acceso a banda ancha, se constituyen en el principal punto de competencia de los operadores fijos, mas aún si logran el acceso a banda ancha inalámbrica (Por ej, WIMAX), por lo cual estos operadores tienen aún muchos mas años de vigencia en el mercado, más aún cuando la Tercera Generación Móvil sigue siendo una ilusión en muchos países del mundo, debido a los costos para el usuario final.

En tanto que en telefonía móvil los sectores de mayores ingresos ya se encuentran cubiertos, en banda ancha aún existe mucho por hacer dado el bajo cubrimiento del país.

Según cifras de Signals Telecom Consulting, América Latina cuenta con los siguientes rangos de cubrimiento en banda ancha:

**TABLA 3.** Usuarios de servicios de banda ancha y servicios móviles celular/PCS

**USUARIOS SERVICIOS DE BANDA ANCHA Y SERVICIOS MÓVILES  
CELULAR / PCS FINAL 2004**

PAIS	USUARIO BA	TELEDENSIDAD	USUARIOS MOVILES	TELEDENSIDAD
Argentina	511.458	1.29%	13.158	34.2%
Brasil	2'280.000	1.23%	65.606	36.6%
Chile	501.025	3.14%	9.689	60.5%
Colombia	127.105	0.30%	10.401	22.9%
México	840.147	0.79%	37.354	35.8%
Panamá	18.278	0.60%	1.227	40.7%
Perú	94.613	0.34%	3.972	14.4%
Puerto Rico	61.554	1.57%	1.847	47.4%
República Dominicana	36.105	0.40%	2.534	28.8%
Uruguay	30.000	0.88%	592	17.4%
Venezuela	1'063.710	4.19%	8963	34.4%

*Fuente: Signals Telecom. Consulting*

Es por esto que los operadores fijos cuentan con facilidades en el mercado para seguir creciendo, sumado al hecho de las diferentes tecnologías disponibles para banda ancha (Fibra Óptica, Cable MODEM, xDSL, WIMAX, etc), lo cual en materia de telefonía móvil es aún incierto. Esto sumado al hecho de que en Colombia el ARPU promedio en servicios Triple Play (bajo banda ancha) se acerca a los 45 dólares por usuario, muy por encima de los ARPUs de la telefonía móvil.

## **2.4 PRINCIPIOS EN QUE SE APOYA LA REFORMA CURRICULAR**

### **2.4.1 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.

## **2.4.2 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 ineffectividad 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 Antioquia<sup>2</sup>.

#### - **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”<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> RESTREPO Bernardo y otros. ABP La evaluación del aprendizaje basado en problemas. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín, 2002.

<sup>3</sup> Simposio permanente sobre la Universidad, Medellín, 2003

## - **Formación en Investigación**

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<sup>4</sup>. 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.

---

<sup>4</sup> Tomado del Estatuto Docente, Cap.II, Art. 4, numeral 6).

## **2.5 EL MODELO PEDAGÓGICO ADOPTADO PARA LA REFORMA EN INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES**

Un modelo pedagógico es la imagen o representación del conjunto de relaciones que definen el fenómeno educativo, con miras a su mejor entendimiento. Si se acepta esta concepción, ha de aceptarse, también que el modelo pedagógico de la facultad de ingeniería, debe dar cuenta de la naturaleza de las relaciones que configuran el proceso formativo en esta unidad académica de la Universidad. Tales relaciones, que podemos denominar, relaciones pedagógicas, son esencialmente: 1) Relaciones entre los sujetos; 2) Relaciones entre los sujetos y los objetos de conocimiento; 3) Relaciones entre los sujetos y el contexto o porción de la realidad que se interviene y 4) Relaciones del sujeto consigo mismo.

Los modelos pedagógicos son de dos tipos: Los trasmisionistas y los activistas; cada tipo se caracteriza fundamentalmente a partir del papel de los sujetos (docentes y estudiantes) en el proceso. Al interior de cada tipología se han generado diferencias que las hacen avanzar en los principios que las fundamentan; por ello, los modelos trasmisionistas se subdividen en el modelo tradicional o clásico y el modelo conductista; siendo, este, uno de los más utilizados en los últimos tiempos.

El principio que fundamenta el modelo tradicional es la formación del carácter del estudiante para hacer realidad el ideal humanista y ético, herencia de la tradición metafísico-religiosa de la Edad Media. El modelo conductista surge en medio de la era industrial y en la fase superior del capitalismo como respuesta a la necesidad de formación de recursos humanos productivos. Esto se logra moldeando la conducta del estudiante por medio de la predeterminación y control de los objetivos instruccionales observables y medibles.

Los modelos activistas son esencialmente: el desarrollista y el social o de la reconstrucción social. El modelo desarrollista tiene como propósito privilegiar los procesos de formación que potencian las facultades intelectuales del estudiante; que lo hacen protagonista de su proceso formativo y constructor de conocimientos, lo cual lo habilita para participar plena, libre y conscientemente en el desarrollo de la sociedad. El modelo social sigue la ideología de la reconstrucción social e introduce estrategias didácticas tendientes a formar en el estudiante actitudes y aptitudes para la transformación del contexto.

El modelo pedagógico adoptado por la Facultad de Ingeniería para impulsar la transformación curricular, es el desarrollista, en tanto aspira a hacer del estudiante un sujeto activo con capacidad de resolver problemas y construir conocimiento a través de la investigación y a hacer del docente un orientador y guía que crea ambientes estimulantes, brinda experiencias prácticas y permite el desarrollo de estructuras mentales. Pero también adopta aspectos del modelo social, en tanto que a través de procesos docentes alimentados por la investigación es factible, en el campo de la Ingeniería, contribuir a resolver los problemas y satisfacer las necesidades de la sociedad. No quiere decir esto, que se descarte la utilización de otros modelos.

Este modelo se constituye como un sistema abierto y complejo. Es sistema en tanto está constituido por un conjunto de elementos en interacción mutua y es abierto, porque además de las relaciones funcionales entre sus componentes, que lo estructuran como totalidad, se establece una red jerárquica de relaciones con otros sistemas y con el medio social. El modelo es complejo, siguiendo los tres principios establecidos por Edgard Morin:

a) Permite la unión de nociones antagónicas; por ejemplo, libertad – autoridad, consumidor-productor, recepción-descubrimiento que aparentemente deberían rechazarse entre sí, pero que son indisociables para comprender una misma

realidad, lo dialógico; b) los productos y los efectos, son ellos mismos productores y causadores de lo que los produce; así, los estudiantes, docentes y demás funcionarios producen la Universidad en y por sus interacciones, pero la universidad, en tanto que todo, produce la comunidad educativa, aportándoles su cultura, esta es la recursión y c) y no sólo las partes están en el todo sino que el todo está en las partes, aparente paradoja de ciertos sistemas, lo halogramático.

Como sistema, el modelo presenta: dimensiones, componentes, principios, relaciones y organización. Las dimensiones son los procesos formativos: 1) Desarrollo de las potencialidades funcionales o facultades del estudiante como sujeto en comunidad; 2) formación del estudiante como ser social para practicar las relaciones intersubjetivas; 3) formación del estudiante como persona capaz de participar en el desarrollo cultural de la sociedad.

El proceso que desarrolla las potencialidades funcionales, permite la formación de hombres y mujeres inteligentes, potencia las facultades espirituales y físicas de los sujetos para hacerlos competentes en la solución de problemas que emergen de las nuevas relaciones de la sociedad del conocimiento, de la dinámica de las organizaciones inteligentes y de la cultura de la aldea global. Esta dimensión, constituye las relaciones del sujeto consigo mismo y con el entorno.

El proceso que forma al estudiante como ser social fomenta los valores y sentimientos de las personas en sus relaciones sociales. Fomenta valores, en tanto el sentido que poseen las cosas y los otros para cada persona, es una cuestión de ética. Forma en sentimientos, en cuanto los efectos y afectos que esas cosas y esos otros provocan en cada sujeto, en su sensibilidad, y en su subjetividad, es cuestión de estética. Valores y sentimientos como manifestaciones del desarrollo humano. Esta dimensión, constituye las relaciones entre los sujetos y de estos con el entorno.

El proceso que forma al estudiante como persona capaz de participar en el desarrollo cultural, introduciéndolo en los campos del conocimiento para que participen en el desarrollo de la sociedad, bien como profesionales o como científicos. Este proceso se construye mediante la apropiación de la lógica de cada campo del conocimiento; o sea, la incorporación de conceptos, principios, leyes y teorías en su sistema de valores, sentimientos y habilidades. Pero esta apropiación está mediada por procesos de construcción, superando la recepción y memorización. Esta dimensión constituye las relaciones entre los sujetos y los objetos de conocimiento.

Los procesos formativos se van entrelazando en el transcurso de la consolidación del estudiante como profesional; es decir, que paulatinamente se va formando para la vida, para el trabajo y para ejercer una labor social. Estos tres procesos se manifiestan simultáneamente, lo cual no significa que automáticamente a un conocimiento le corresponda un solo tipo de habilidades, de valores o de sentimientos que solucionen un tipo de problemas específicos y en consecuencia el sujeto sea más inteligente, más educado y cualitativamente mejor capacitado. La relación no es lineal; por el contrario es una gama de variantes inagotables y de ahí que la selección de qué opción escoger, es compleja tanto desde los diseñadores del proceso formativo como desde los sujetos que pretenden insertarse en él.

Los componentes le dan el carácter de estructura al modelo y son estos: el problema, el objeto, el propósito, la estrategia y la evaluación. El problema surge de la insatisfacción de los sujetos en relación con la situación específica manifiesta en el objeto de conocimiento. El problema surge de la necesidad no satisfecha y puede generarse en el contexto, en las necesidades e intereses del sujeto o en el conocimiento mismo. El objeto es la parte de lo real portadora del problema; el contenido es objeto del conocimiento. El propósito es la intención del sujeto de alcanzar cambios en o con el objeto, para que una vez transformado,

satisfaga su necesidad y resuelva el problema. La estrategia o método, es la organización del proceso de enseñanza, en tanto proceso de comunicación y acción, son los pasos que desarrolla el sujeto en su interacción con el objeto, a lo largo del proceso docente. Las estrategias más utilizadas en este modelo pedagógico son: los proyectos de aula, el estudio de casos, solución de problemas y el seminario investigativo. Parte integrante de la estrategia metodológica son los medios o herramientas que se utilizan para la transformación del objeto. La evaluación, es la constatación permanente del desarrollo del proceso de modificación que el estudiante, mediante su proceso de aprendizaje realiza del objeto y de sí mismo.

Los principios del modelo son tres: La Universidad en la vida, la educación a través de la enseñanza y la formación a través de la comunicación.

La Universidad en la vida: Los problemas provocan unos propósitos que la institución docente se traza para formar a sus egresados, inmersos en la sociedad, en la vida. Con los problemas y los propósitos se construye el proceso docente.

La educación a través de la enseñanza: La institución docente crea formas de satisfacer las necesidades sociales y alcanzar propósitos resolviendo el problema. Mientras el estudiante aprende a resolver problemas propios de un saber, desarrolla su inteligencia y también se educa en valores y sentimientos.

La formación a través de la comunicación: El acto educativo es, en esencia, un acto de comunicación. Es ese acto de comunicación que permite al estudiante ponerse en contacto con las fuentes, las cuales, le dan acceso a la información proveniente de la cultura universal y popular, la que a su vez le facilita avanzar en la solución del problema. Cada estudiante se apropia del conocimiento, ya no por simple recepción sino por el descubrimiento fruto de la indagación.

Las relaciones o conexiones entre los procesos que desarrolla el estudiante como fruto de las metodologías utilizadas. Tal cadena de procesos está constituida básicamente por la comprensión, la interpretación, la construcción de conocimientos, la interacción social, el razonamiento crítico y la meta cognición.

La organización del modelo pedagógico se lleva a cabo mediante un proceso curricular que traduce, sistematiza, registra, transforma y proyecta la cultura de la humanidad que la institución docente ofrece a la sociedad. Dicha organización se gestiona; es decir, se planea, se organiza, se evalúa y se controla.

### **3 CONTEXTUALIZACIÓN**

Brinda la información diagnóstica y prospectiva del objeto de estudio, es decir, identifica los problemas que deberá enfrentar el profesional. Estos problemas configuran las necesidades más generales del sistema o sector y reclaman la formación de un profesional con determinadas características. De aquí surgen unas necesidades de formación o de aprendizajes, que se traducen en la identificación propósitos de formación y de campos de conocimiento.

Los problemas se conciben como los obstáculos, condiciones o situaciones que no permiten satisfacer las necesidades; éstas a su vez, son los desequilibrios que se generan en la interacción de los sujetos con el medio y solo se retorna al restablecimiento del equilibrio cuando el individuo realiza determinados aprendizajes, a través de los cuales satisface las necesidades. Los problemas que se identifican inicialmente en este proceso de estructuración curricular, son de orden muy general; pero en la medida que se avanza en el proceso de desarrollo del currículo, los problemas mayores se irán desglosando en problemas más específicos; así, tendremos los problemas base del diseño en cada programa y

cada problema dentro de cada programa, se subdividirá en problemas cada vez más específicos.

Del proceso de contextualización en la Facultad, surgieron algunos problemas que están implícitos en los procesos de formación; tales problemas son:

- ¿Cómo resuelven los problemas los Ingenieros?
- ¿Cómo producen conocimiento los Ingenieros?
- ¿Cómo inciden en el desarrollo de las nuevas sociedades del conocimiento los Ingenieros?

Pero también se identificaron aquellos problemas que debe afrontar y ayudar a resolver el ingeniero:

- Cómo desarrollar tecnologías y servicios con los cuales sea posible que en el país se aproveche al máximo la ventaja competitiva que se tiene en biodiversidad; al mismo tiempo que se consideran las actividades económicas claves que se definan en cada región y en el país.
- Cómo obtener productos que le permitan a la industria Nacional ser competitiva y estar al nivel de los estándares internacionales de calidad.
- Cómo obtener nuevos productos, tecnologías y servicios para el almacenamiento, procesamiento, suministro y transmisión de la información; que esté acorde con el marco de la agenda de conectividad diseñada por el Gobierno Nacional.
- Cómo incorporar la dimensión ambiental en la gestión de los sistemas de producción de bienes y servicios. Bajo el concepto de desarrollo sostenible, nuestra industria debe diseñar e implementar mecanismos de productividad

que requieran bajo consumo de energía, que eviten la explotación irracional de recursos, que minimicen la acumulación y emisión de residuos no asimilables por el ecosistema y que incentive la utilización de recursos reutilizables.

Posteriormente, cada programa de ingeniería, deberá hacer el mismo ejercicio con el fin de identificar los problemas propios; de este modo, para cada ingeniería, se irá conformando un documento rector, específico, pero con la misma estructura que aquí se expone.

### **3.1 DIAGNÓSTICO DEL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES**

La teledensidad en Colombia a diciembre de 2000 era de 16.93 líneas en servicio por cada 100 habitantes, representando un promedio favorable al compararla con otros países de similar desarrollo. Así mismo, el 96% de la capacidad telefónica es digital, y el porcentaje de cabeceras municipales con servicio telefónico domiciliario en la última década ha sido superior al 95%.

Sin embargo, persisten algunas brechas en la cobertura del servicio entre los principales centros urbanos y las zonas rurales del país, así como entre estratos.

Las causas de esta disparidad se explican, en primer lugar, por la distribución desigual del ingreso per capita que incide en la capacidad de pago de la población por servicios de telecomunicaciones y, en segundo lugar, por los altos costos de inversión, operación y mantenimiento asociados a la prestación de estos servicios en zonas rurales. Estas diferencias evidencian la correlación existente entre el PIB per cápita de las diferentes regiones y su teledensidad, y por tanto la necesidad de continuar adelantando acciones estatales para propender por una mejor cobertura

de los servicios de telecomunicaciones tanto en zonas rurales, como en zonas urbanas de menores ingresos).



Fuente: Plan Nacional de Servicio Universal (1999-2009)

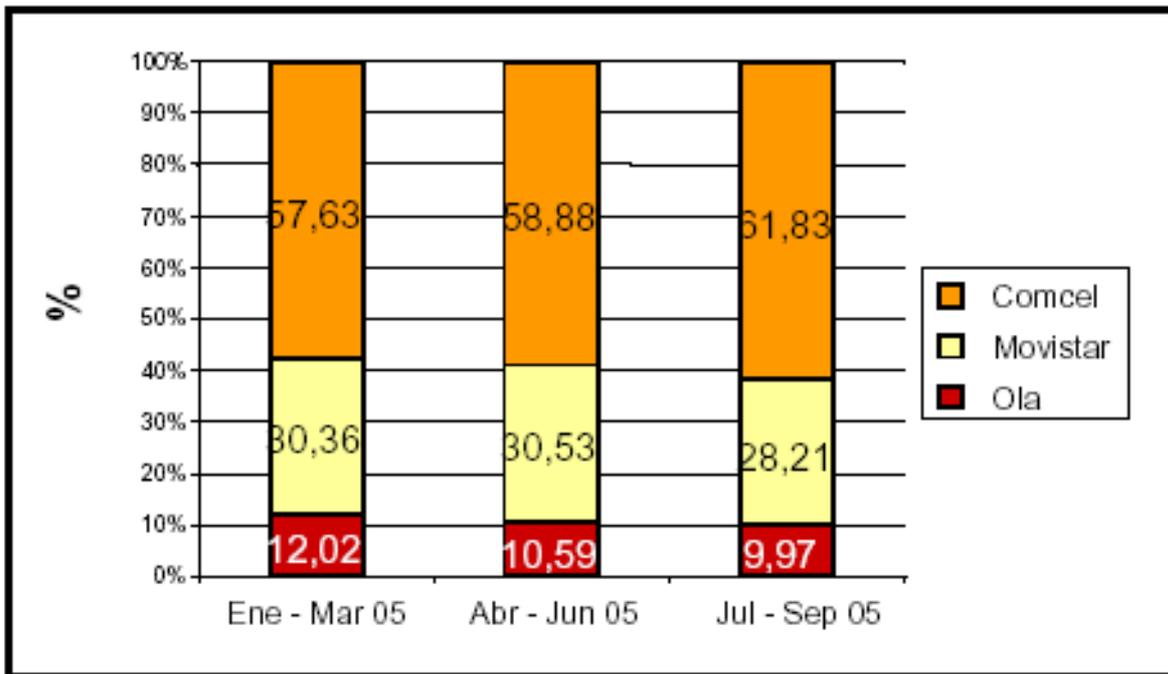
**FIGURA 6.** Teledensidad por población municipal y estrato socio-económico

### 3.1.1 EVOLUCIÓN DE LOS SERVICIOS DE VOZ: TELEFONÍA MÓVIL CELULAR (TMC) Y SERVICIOS DE COMUNICACIÓN PERSONAL (PCS)

En América Latina el número de usuarios de telefonía móvil se encuentra por encima de los 200 millones<sup>4</sup>, representando una penetración cercana a los 40 usuarios por cada 100 habitantes y sobrepasando en mucho más del doble el número de líneas fijas. Colombia no ha sido ajena a la tendencia creciente de telefonía móvil en América Latina. Se estima que el número de usuarios de telefonía móvil en el 2005 va a aumentar aproximadamente un 100%, siendo Colombia el país con mayor tasa de crecimiento en la región.

A lo largo del 2005 se ha mantenido aproximadamente la misma distribución de mercado, sin embargo, se observa un leve aumento del 4% en la proporción total del mercado para Comcel. Aunque en términos absolutos se incrementó el número de usuarios, tanto Movistar como Ola redujeron levemente su participación en el mercado total.

Aún cuando el crecimiento de usuarios y la inversión realizada por los operadores ha sido amplia, la penetración de telefonía celular en Colombia es del 34%, levemente inferior a la media en América Latina, 38%.



Fuente: Informe Trimestral Telefonía Móvil del Ministerio de Comunicaciones

**FIGURA 7.** Usuarios por operador 2005

### 3.1.2 SERVICIOS EN LÍNEA Y ACCESO A INTERNET

**TABLA 4.** Distribución de suscriptores de Internet en Colombia, a diciembre de 2005

Medio de acceso	Diciembre 2005	Junio 2005	Variación
Acceso conmutado por suscripción	365.364	370.213	-1.31%
Acceso conmutado vía RDSI	3.590	4.057	-11.51%
<b>SUBTOTAL CONMUTADO</b>	<b>368.954</b>	<b>374.270</b>	<b>-1.42%</b>
Acceso dedicado (Co/FO/uO)	10.462	9.255	13.04%
Acceso xDSL	117.548	60.948	92.87%
Acceso cable	190.673	112.352	69.71%
<b>SUBTOTAL DEDICADO</b>	<b>318.683</b>	<b>182.555</b>	<b>74.57%</b>
<b>TOTAL SUSCRIPTORES</b>	<b>687.637</b>	<b>556.825</b>	<b>23.49%</b>

Fuente: Cálculos CRT

La explosión del interés por el acceso al Internet no esta limitada solo a los países desarrollados. Varios proveedores de servicios de valor agregado actualmente ofrecen el servicio de acceso a Internet.

### 3.1.3 BANDA ANCHA

Durante el año 2005, la penetración de la banda ancha en el entorno latinoamericano muestra una tendencia al crecimiento, y se observa en los principales mercados de la región<sup>14</sup>. La prestación del servicio se sigue dando principalmente a través de redes de xDSL y cable, las cuales se vienen enfocando en estrategias de empaquetamiento. En cuanto a distribución por tecnología, más de las tres cuartas partes de los accesos de la región se realizan a través de la red de telefonía pública.

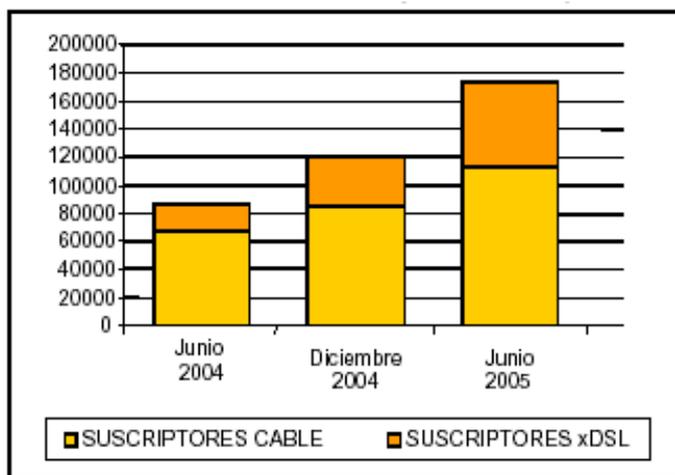
A pesar de lo anterior, la penetración en los países y en la región en general, continúa siendo baja en comparación con las naciones desarrolladas.

Esto se debe a que las tarifas de estos servicios siguen siendo altas en comparación con las ofrecidas en mercados con alta penetración y a los bajos niveles de ingreso per capita.

Es también de anotar el importante nivel de crecimiento que han tenido los accesos de banda ancha durante el pasado año en la región, alcanzando un valor equivalente al 89,8% entre junio de 2004 y junio de 2005. Se espera que este comportamiento creciente continúe dándose durante el próximo año.

En Colombia, la penetración de banda ancha muestra también una tendencia significativa al crecimiento, alcanzando un valor cercano al 103% durante el mismo período antes mencionado. De acuerdo con lo expuesto en el siguiente gráfico, los accesos vía cable siguen siendo los más utilizados en el país.

Esta tendencia ha venido cambiando con la masificación de los accesos vía xDSL, los cuales pasaron del 21,6% en junio de 2004 al 35,1% en junio de 2005. De persistir esta tendencia, se esperaría que hacia finales del año 2006 la distribución de suscriptores de ambas tecnologías sea equilibrada.



Fuente: Cálculos CRT

**FIGURA 8.** Pronóstico de los ingresos de SMS en América Latina

### 3.1.4 NUEVOS SERVICIOS Y TECNOLOGÍAS

Frente al constante cambio de las telecomunicaciones, la telefonía sobre IP es excepcionalmente prometedora. Ante un mercado global cada vez más competitivo, las compañías telefónicas ya existentes, los operadores locales entrantes y las autoridades regulatorias, buscan en forma constante maneras de aumentar sus ofertas de servicios.

**La telefonía sobre IP** ha captado la atención de dichos proveedores de servicios en todo el mundo, ofreciendo una amplia gama de servicios nuevos y reduciendo al mismo tiempo sus costos de infraestructura. **La voz sobre IP (Voice over IP - VoIP)** está cambiando el paradigma de acceso a la información, fusionando voz, datos y funciones multimedia en una sola infraestructura de acceso convergente.

En la actualidad se han realizado varias pruebas de telefonía IP sobre redes pre-WiMax. El estándar WiMax mejora y complementa las capacidades de las redes WiFi al proporcionar conectividad a mayor distancia y con un mayor ancho de banda, lo que posibilita la adopción de nuevos servicios como telefonía IP o videoconferencia. Adicionalmente ésta tecnología facilita el acceso, tiene grandes posibilidades de expansión y disminuye la gran dependencia de prestación de servicios de telecomunicaciones exclusivamente a través de redes fijas (bucles de abonado)

- **Voz sobre IP (VoIP)**

La oferta de servicios de voz prestados a través de redes de datos, se ha incrementado en gran medida en los últimos años y en diversos lugares empieza a ser utilizado como alternativa al servicio de telefonía pública convencional.

Típicamente se habla de la Voz sobre IP (VoIP) para enmarcar estos servicios, pero recientemente también se ha asociado no al protocolo utilizado, sino a la

tecnología involucrada en la transmisión apareciendo términos como Voz sobre ADSL (VoADSL), Voz sobre Banda Ancha (VoBB).

Estudios recientes han encontrado que el tráfico de VoIP continúa creciendo a nivel mundial y ya representa más del 16% del tráfico de voz internacional, donde se estimaba que se podrían cursar más de 42.000 millones de minutos a finales del año 2005<sup>5</sup>.

Vale la pena recordar que la VoIP es utilizada en Colombia por diferentes operadores de Telecomunicaciones, como son las empresas debidamente habilitadas que prestan el servicio de Larga Distancia (Telecom, ETB y Orbitel) y algunos operadores de Valor Agregado para servicios de Voz corporativa, con base en las definiciones que sobre esta materia han sido reglamentadas por el Ministerio de Comunicaciones mediante los Decretos 600 y 3055 de 2003, relacionados con servicios de Valor Agregado y Telemáticos.

- **Entorno nacional**

El 2005 ha sido un año muy dinámico en este segmento ya que en el primer trimestre del año se introdujeron servicios de llamadas internacionales a través de la alianza **ETB-Net2Phone** con los clientes de acceso a Internet en banda ancha; y finalizando el año, se observa la oferta lanzada por Orbitel a usuarios locales denominada "**Voipiar**".

- **WIMAX**

En la búsqueda de ofrecer nuevas alternativas para las comunicaciones de datos, los medios inalámbricos han representado una opción interesante en la medida en

---

<sup>5</sup> Fuente: TeleGeography Report 2004.

que su instalación no requiere el tendido de cables, con sus costos económicos y urbanísticos asociados.

El desarrollo de redes inalámbricas de alta velocidad, como una primera aproximación a la banda ancha, se generó a partir de soluciones propietarias para redes locales, las cuales permitían la transmisión de datos a mayores velocidades que las redes móviles, pero con un alcance limitado en distancia.

Como evolución de lo anterior, se generó la tecnología Wi-Fi, la cual ha permitido la masificación en el uso de este tipo de soluciones, y cuyas evoluciones permiten alcanzar velocidades de hasta 54 Mbps, manteniendo restricciones importantes en lo referente a áreas de cubrimiento.

En la búsqueda de obtener soluciones inalámbricas con anchos de banda significativos para la transmisión de datos a alta velocidad, y a la vez con la capacidad de tener un cubrimiento importante en distancia, surgieron las bases para la estructuración de la tecnología WiMAX, basada en un esquema punto-multipunto (PMP), y desarrollada con la visión de utilizar rangos de frecuencia entre 10 y 66GHz, siendo posteriormente analizadas las aplicaciones por debajo de dicho rango de frecuencias, enfocándose principalmente en tres bandas: Banda no licenciada de 5GHz y las bandas licenciadas de 3.5GHz y de 2.5GHz.

Aunque se sigue avanzando en el proceso de estandarización de esta tecnología, el mismo no ha sido aun finalizado puesto que la utilización de frecuencias de acuerdo con las condiciones regulatorias varían entre una región y otra, y sus características deben permitir cubrir suscriptores corporativos de alta demanda de ancho de banda, así como también pequeñas y medianas empresas y usuarios residenciales.

**TABLA 5.** Evolución del mercado de WiMAX

Período	Evolución del mercado
2005/2006	WiMAX como alternativa inalámbrica a los servicios de banda ancha a través de cable y xDSL
2006/2007	Conexiones móviles para usuarios en "hot zones" de la tecnología WiMAX, las cuales tienen mayor cobertura que los "hot spots" de la tecnología WiFi
2007/2008	Full WiMAX / roaming celular, permitiendo a usuarios permanecer conectados mientras se desplazan entre "hot zones"

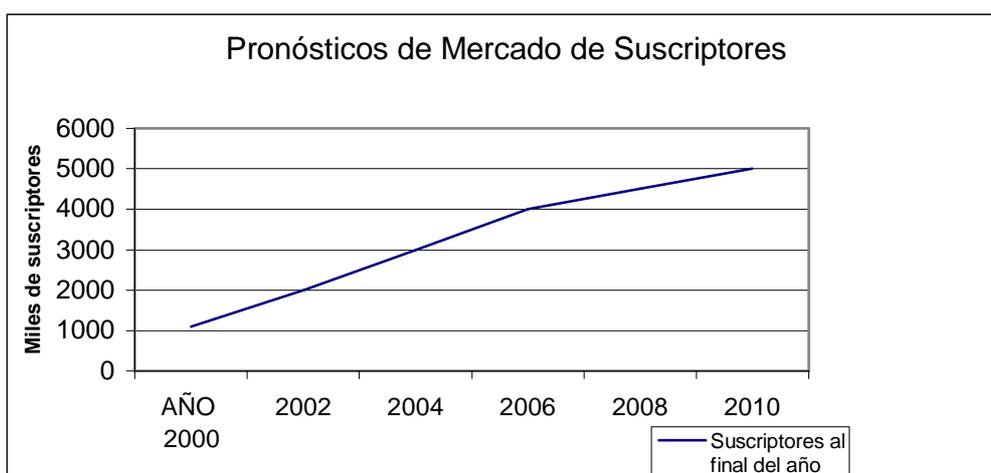
Fuente: Intel

- **Televisión por suscripción**

La televisión por suscripción incluye todos los servicios pagados de televisión como la televisión por cable y la televisión directa vía satélite (DTH), la última hasta ahora ha sido introducida en el mercado colombiano. Se espera que la televisión por suscripción experimente un fuerte crecimiento en el periodo de 10 años pronosticado, con más de 4.2 millones de hogares suscritos a alguna forma de televisión pagada para el 2007, representando una cifra cercana al 46% de los hogares.

Realizar una comparación internacional es difícil debido a la gran variedad de penetraciones en el mundo entero independiente de las diferencias en los ingresos. Por ejemplo, la penetración de la televisión por cable en Argentina es de aproximadamente el 50% de los hogares, la misma que la de los Estados Unidos, a pesar de tener un PIB/capita un poco menor a un tercio del los Estados Unidos. La penetración en Europa es mucho mas baja que en los EE.UU. a pesar de similares niveles de ingresos. A pesar de estas anomalías, se espera que la meta

del 46% para Colombia se alcance, especialmente cuando la televisión por satélite ingrese definitivamente. Esto, debido principalmente, a que la televisión por satélite no requiere de una instalación costosa de cables terrestres, y su crecimiento solo se ve limitado por la oferta de equipos a los usuarios y la disponibilidad de los mismos para pagar.



**FIGURA 9.** Penetración de televisión por suscripción

### 3.1.5 INVERSIÓN EN SERVICIOS BÁSICOS

Será necesario un total de US\$5.900 millones para financiar el crecimiento en los servicios básicos de telefonía conmutada, lo que representa un poco mas de la mitad del monto total de inversión estimado para el sector. Tal como se presenta de Telefonía Social, aproximadamente un cuarto del total de la financiación requerida, o sea US\$1.500 millones, provendrán del Fondo de comunicaciones. El resto, sin embargo, deberá ser generado por parte de los operadores tanto públicos como privados a partir de sus ingresos operacionales. Las tarifas actuales bajas ponen en peligro la habilidad de las empresas para generar los recursos necesarios.

De acuerdo con las estimaciones realizadas, los ingresos totales del sector telecomunicaciones en el primer semestre de 2005 llegaron a los \$6,86 billones, lo que representa un crecimiento real de 15,1%, con respecto al primer semestre del 2004. En relación con los ingresos anuales se proyecta un crecimiento del 11,4% en términos reales, teniendo en cuenta el aumento de \$12,5 billones en el 2004 a \$14,6 billones en el 2005.

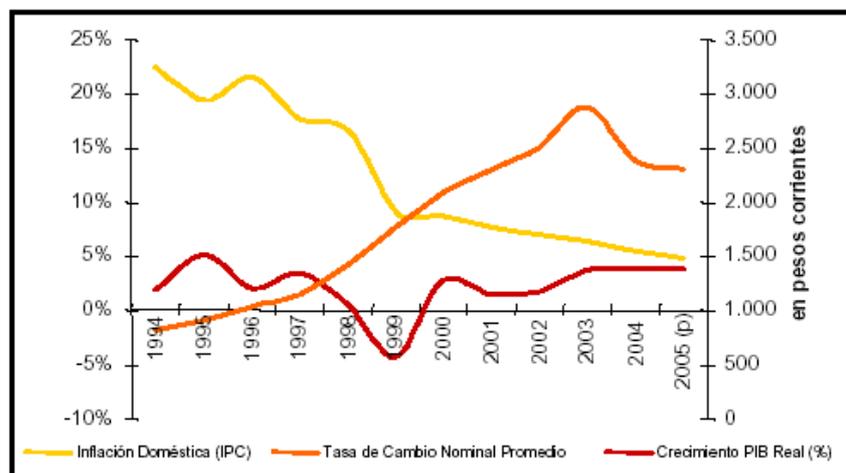
### **3.1.6 2005 AÑO DE CONSOLIDACIÓN**

El año 2005 estuvo caracterizado por la consolidación de las diferentes empresas del sector de las telecomunicaciones. A lo largo del año se observó la creciente necesidad que han evidenciado los diferentes operadores de telecomunicaciones de modificar el esquema vigente de negocios.

Por primera vez se mencionó la posibilidad de integrar las principales empresas de telefonía fija de las grandes capitales y unir fuerzas en los negocios de larga distancia, Internet y telefonía local, como ya aconteció en la telefonía móvil de PCS. Los movimientos empresariales se explican por la creciente competencia y la necesidad de encontrar mecanismos que promuevan las economías de escala y la eficiencia en la operación de las redes. En la medida en que se consoliden los grupos empresariales, se optimizan los procesos de gestión y se generan una serie de eficiencias que redundan en un aumento en la oferta de servicios, siempre y cuando se mantengan las condiciones de competencia entre proveedores de servicios.

### 3.1.7 POLÍTICA ECONÓMICA

La economía colombiana continúa en general con una tendencia positiva en su crecimiento. Para el 2005, diversos analistas colombianos manifestaron su preocupación por los resultados de crecimiento del primer trimestre donde, según datos suministrados por el DANE, la economía creció 3,68%, por debajo del crecimiento observado en el mismo trimestre del año anterior (4%) y de la tasa anual del 2004 (3,96%). Sin embargo, la economía colombiana corrigió la caída y repuntó a partir del tercer trimestre (5,3%).



Fuente: DNP - DANE

**FIGURA 10.** Evolución de variables macroeconómicas

Los pronósticos presentados son agresivos diseñados para fijar metas ambiciosas hacia las cuales el país se debe mover.

Si las penetraciones pronosticadas son alcanzadas, el sector total de las telecomunicaciones incluyendo los servicios de televisión voz fija y móvil, y de datos generarán aproximadamente el 10% del PIB proyectado de Colombia en el 2007.

El desempeño económico para el 2006 dependerá especialmente de la dinámica del consumo privado, la producción industrial y el comportamiento del comercio exterior.

En este sentido, las previsiones de los analistas se manifiestan moderadas con un crecimiento estable, debido a factores que pueden generar incertidumbre como la necesidad de controlar el excesivo gasto público, las futuras elecciones presidenciales, y la situación política y económica de la región.

### **3.1.8 INVERSIÓN EN TELECOMUNICACIONES: ACTUAL COMPORTAMIENTO**

El sector de las telecomunicaciones es el segundo sector que más invierte en la infraestructura de Colombia (22% del total) después del sector Energético (51%). Sin embargo, sólo desde el año 1997, el sector empezó a ocupar esa posición de privilegio explicada por el crecimiento que tuvo la telefonía fija en esos años y por la entrada de la telefonía móvil al país.

Pese al efecto positivo que trajo el desarrollo de los nuevos servicios, la inversión empezó a retroceder desde el año 1999, en parte por la recesión económica y en parte por el estancamiento del negocio de TPBC<sup>6</sup>. No obstante, dichas olas de inversión y desinversión son comunes en telecomunicaciones (NERA, 2004), ya que corresponden a los procesos de expansión de nuevas tecnologías y su posterior estancamiento, que sólo se supera a través de la innovación o de la profundización de la competencia.

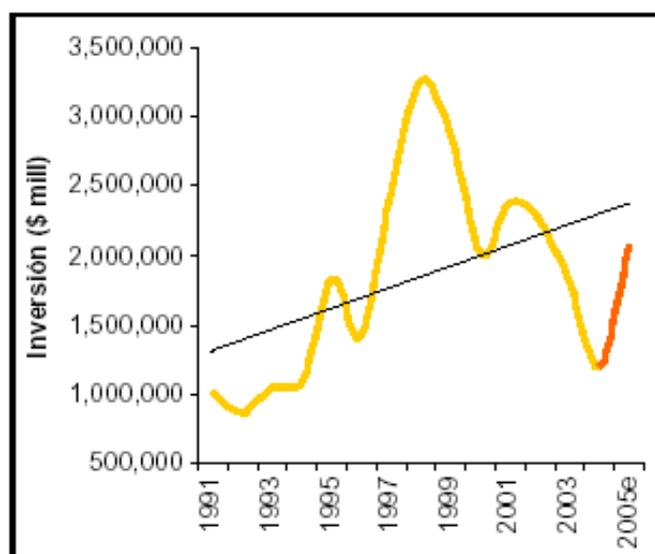
Desde el punto de vista de la **Comisión de Regulación de Telecomunicaciones, CRT**, el año 2005 se constituyó como un año de recuperación, lo cual obedece a

---

<sup>6</sup> TPBC: Telefonía Pública Básica Conmutada.

tres factores principales, la competencia que trajo al mercado de servicios móviles la entrada de Telefónica de España, los esfuerzos que han empezado a realizar los operadores de telefonía fija por migrar sus redes hacia tecnologías IP e incrementar la infraestructura para ofrecer banda ancha y la importancia que paulatinamente ha venido alcanzado el subsector de valor agregado a través de los servicios de transmisión de datos y banda ancha, combinados con el auge de la televisión por cable.

Con base en los anuncios más importantes de inversión que han realizado las empresas de telefonía móvil, de telefonía fija y de valor agregado<sup>7</sup>, se proyectó la inversión para el año 2005, asumiendo que al menos se mantiene la inversión del 2004 para el resto de empresas del sector.



Fuente: Cálculos CRT con base en DNP y Global Insight, 2005

**FIGURA 11.** Perspectivas de Inversión en el Sector de Telecomunicaciones

Tal como se muestra en el gráfico anterior, se prevé una nueva ola de expansión de la infraestructura del sector y en consecuencia, se espera que conserve la

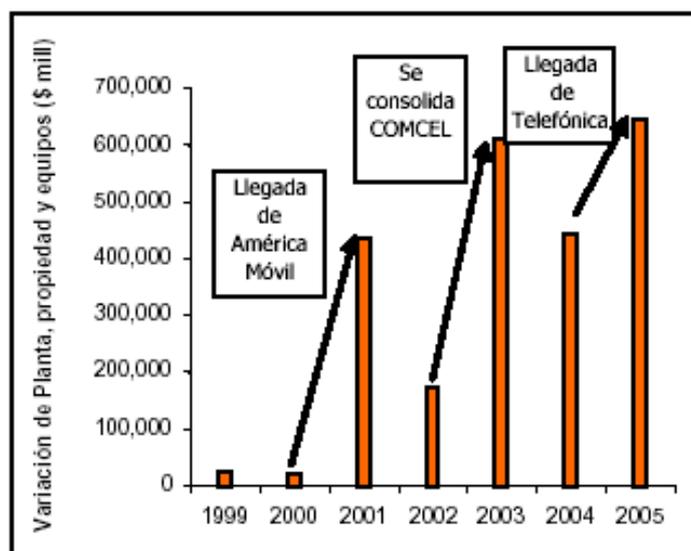
<sup>7</sup> De acuerdo a las inversiones más destacadas para este subsector según el Bussines News Americas.

tendencia de largo plazo creciente de la inversión. Por lo tanto, y pese a la situación de la inversión de los últimos tres años, el sector está respondiendo positivamente a una coyuntura compleja originada a finales de los años noventa y generalizada en el mercado global de las telecomunicaciones.

### 3.1.9 LA EXPANSIÓN MÓVIL RECIENTE

Las olas recientes de inversión han estado muy relacionadas con la consolidación de la industria móvil en manos de grandes jugadores internacionales, ya que el arribo de estas empresas ha venido acompañado de esfuerzos en dos sentidos: incrementar cobertura y modernizar las redes para la prestación de más servicios.

En los últimos 5 años, se destaca por encima de cualquier otro esfuerzo de inversión en nueva infraestructura, la llegada del tercer prestador de servicios móviles de telecomunicaciones, y junto a este, la consolidación de las empresas de cable junto con la llegada de nuevas empresas al subsector de valor agregado.



Fuente: Cálculo CRT con base en Supersociedades

**FIGURA 12.** Inversión en Telefonía Móvil Celular (TMC)

### **3.1.10 INGRESOS, TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DEL SECTOR**

Para el año 2005, el mercado mundial de servicios en telecomunicaciones alcanzará los US\$1.240 billones y para el año 2010, se espera que alcance los US\$1.400 billones.

Se estimaba que para el 2005, la participación del mercado de servicios de telecomunicaciones por ingresos estaría distribuido de la siguiente manera:

- ❖ telefonía fija 42%,
- ❖ telefonía móvil 42%,
- ❖ Internet 6% y
- ❖ Transmisión de datos el 9%.

En este sentido, los ingresos por ventas de telefonía fija presentan una tendencia de bajas tasas de crecimiento, disminuyendo levemente su participación en el total. Por otro lado, la telefonía móvil continuará creciendo, mientras que la participación de los ingresos por ventas de servicios de Internet y transmisión de datos se mantendrá constante.

- **Ingresos del sector**

En Colombia continua el dinamismo del sector, resultado de las ventas de servicios de las telecomunicaciones. La telefonía móvil se posiciona indiscutiblemente en el sector y la telefonía fija presenta un crecimiento moderado, que es estimulado por la sustitución de líneas fijas por otras alternativas tecnológicas.

- **Telefonía Local**

Según cifras reportadas al **SUI**<sup>8</sup> por las empresas de **TPBC**<sup>9</sup>, al finalizar el primer semestre del año 2005, se reportaron 7.848.477 líneas en servicio en Colombia. Esto equivale a un aumento del 1,74% con respecto al total registrado al 31 de diciembre de 2004 y a una teledensidad del 17%. Por otra parte, la participación del tráfico de interconexión de las redes de TPBCL con redes de TPBCLD10 decreció durante el período de análisis, del 38% al 33%.

Finalmente, con respecto a la **calidad en el servicio de TPBCL** en Colombia durante el primer semestre de 2005 se obtuvieron los siguientes resultados para los diferentes indicadores que componen el factor de ajuste por calidad (Q): en promedio se toman 1,19 días para la reparación de daños (TMRD) y 5,46 días para la instalación de una nueva línea (TMINL) y se tienen 15,53 daños por cada 100 líneas (ND/100L).

### **3.2 PROBLEMAS SOBRE LOS QUE ACTÚA EL INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES**

La problematización de la Ingeniería de Telecomunicaciones, necesariamente esta ligada al entorno de su aplicación, el Sector de Telecomunicaciones, **compuesto por las autoridades, los usuarios, fabricantes y proveedores de tecnología, los operadores y comercializadores de servicios y de redes**; y la sociedad en general, donde se irradian todos los efectos de esta interacción. Es por tanto, que el ingeniero de telecomunicaciones, debe estar en estrecha sintonía con los

---

<sup>8</sup> Sistema Único de Información (SUI) de la SSPD.

<sup>9</sup> TPBCL: Telefonía Pública Básica Conmutada Local.

principios rectores arriba definidos y su formación profesional y posterior ejercicio de la ingeniería, deberán regirse por dichos mandatos.

El problema más general que se plantea para el ingeniero en telecomunicaciones es, comunicación e información de las personas a través de máquinas.

Este problema nos permite plantear, entre otras, las siguientes preguntas.

¿Cómo tratar la comunicación de una manera eficiente y sostenible?

¿Cómo transportar eficientemente la información por medios físicos?

¿Cómo aplicar las teorías y la tecnología informática para generar servicios de comunicación eficientes?

¿Cómo se administran, negocian y transfieren sistemas y servicios de comunicación e informática?

#### **4 PROPÓSITOS DE FORMACIÓN DE LA INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

Para enfrentar los problemas planteados se definen los siguientes propósitos de formación que dan respuesta a cada una de las preguntas presentadas.

- Observar, diagnosticar y operar de manera integral sobre aspectos limitantes de las comunicaciones y la informática, para mejorar las condiciones de la sociedad.
- Modelar, simular, diseñar y formular los conceptos que aportan soluciones creativas y estéticas a los problemas de comunicaciones e informática de la sociedad.

- Gerenciar, planificar y gestionar sistemas y servicios de Comunicaciones para el progreso de las organizaciones y personas.
- Aplicar los conocimientos a la solución de los problemas con ética y respeto de las culturas y diferencias sociales.
- Identificar, formular, evaluar y gerenciar proyectos estimulando la interdisciplinariedad y el trabajo en grupo.
- Comunicar, argumentar y expresar las ideas en forma verbal, escrita y gráfica en el ámbito de la empresa y la comunidad, tanto en la lengua materna, como en un idioma extranjero con criterios cívicos y éticos.
- Analizar, aplicar, transferir y adaptar tecnología informática y multimedia en los procesos industriales y de servicios.
- Criticar, reflexionar, crear, autogestionar conocimientos, propiciar el cambio y transformación, innovar y emprender; ser propositivo y desarrollar espíritu empresarial.
- Poseer pensamiento estratégico y visión global del entorno que le permita anticipar y enfrentar con éxito el cambio y la transformación dinámica del sector, concentrando sus esfuerzos en la gestión de la calidad y el desarrollo de innovaciones para el logro y sostenimiento de la competitividad.
- Comprender la realidad nacional y comprometerse con soluciones tecnológicas, que aporten a la mejora de la calidad de vida de los colombianos y a la transformación e impulso de la industria nacional.

## **5 PERFIL DE COMPETENCIAS DEL INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

Teniendo en cuenta la demanda de profesionales del sector de las telecomunicaciones, los ámbitos a considerar serían, por orden de importancia:

1. Aplicaciones y Servicios de Telecomunicación.
2. Software y Aplicaciones Informáticas.
3. Equipos y Sistemas Telemáticos.
4. Equipos y Sistemas de Transmisión.
5. Otros Equipos Electrónicos.
6. Otras tecnologías básicas.

### **5.1 TELECOMUNICACIONES**

- Ingeniería de radiofrecuencia (RF)
- Ingeniería de comunicación de datos
- Diseño de aplicaciones para procesamiento digital de señales
- Diseño de redes de comunicación
- Consultoría de empresas de telecomunicación
- Asistencia técnica

### **5.2 INTERSECTORIALES**

- Dirección de marketing de TIC
- Dirección de proyectos de TIC
- Desarrollo de investigación y tecnología

- Especialista en soluciones TIC
- Gestor de productos y servicios TIC
- Especialista en tratamiento de señal multimedia
- Diseñador de redes de comunicaciones
- Arquitecto de redes telemáticas
- Gestor de información
- Especialista en integración y pruebas
- Analista de servicios telemáticos
- Especialista en seguridad telemática
- Gestor de Proyectos de Desarrollo
- Gestor de Ventas

### **5.3 PERFIL PROFESIONAL**

Un egresado del programa de Ingeniería de Telecomunicaciones en Colombia, deberá buscar en general caracterizarse en su contexto profesional por:

- ❖ Desarrollar habilidades para entender y simular, según las leyes y principios físicos, el entorno en el que vive.
- ❖ Poseer sólidos conocimientos y destrezas para innovar, enfrentar, asimilar y apropiarse, a su entorno, los desarrollos tecnológicos y servicios del sector de las telecomunicaciones y la informática.
- ❖ Poseer una capacidad de trabajo en grupo, unas habilidades comunicativas y una posibilidad de desempeño multidisciplinario, que le permitan desarrollar o participar en proyectos integrales. Afines a las telecomunicaciones y la informática.

- ❖ Analizar, diseñar, construir y simular actividades o procesos que involucren procesamiento, transmisión o almacenamiento de la información o servicios asociados con los mismos.
- ❖ Realizar actividades de investigación, gestión y apropiación tecnológica en telecomunicaciones e informática.
- ❖ Conocer aplicar la legislación y normatización vigentes en los sectores de telecomunicaciones e informática.

#### **5.4 PERFIL OCUPACIONAL**

El egresado del programa de Ingeniería de Telecomunicaciones podrá desempeñarse, según su perfil, en uno de los siguientes campos:

- ❖ Ingeniero administrador o de soporte en empresas del sector de Telecomunicaciones e Informática.
- ❖ Ingeniero diseñador, asesor, auditor, consultor o interventor en proyectos de Telecomunicaciones e Informática.
- ❖ Ingeniero de gestión, auditor, consultor o interventor de servicios ofrecidos por las redes y sistemas teleinformáticas.
- ❖ Investigador o docente vinculado a centros de investigación o universidades, como desarrollador, apropiador o transmisor de conocimientos en tecnologías de Telecomunicaciones e Informática.

- ❖ Diseñador, proyectista, instalador, operario de soporte y mantenimiento de equipos y sistemas de telecomunicaciones e informática.

## 6 CAMPOS DEL CONOCIMIENTO

### 6.1 DISCIPLINAS POR ÁREAS: BÁSICA, PROFESIONAL, SOCIO HUMANÍSTICA

Además del área de ciencias básicas, se definen las áreas de gestión, informática, procesamiento y transmisión.

En la resolución 2773 de 2003, del Ministerio de Comunicaciones, se definen las características específicas de calidad para el ofrecimiento y desarrollo de programas de formación profesional de pregrado en el área de ingeniería. En el artículo 2 de la resolución mencionada, se definen las características específicas de calidad aplicables a los programas de formación profesional de pregrado en ingeniería, con relación a los **Aspectos Curriculares**, detallados de la siguiente forma:

El programa debe poseer la fundamentación teórica y metodológica de la Ingeniería que se fundamenta en los conocimientos las ciencias naturales y matemáticas; en la conceptualización, diseño, experimentación y práctica de las ciencias propias de cada campo, buscando la optimización de los recursos para el crecimiento, desarrollo sostenible y bienestar de la humanidad. Para la formación integral del estudiante en Ingeniería, el plan de estudios básico comprende, al menos, las siguientes áreas del conocimiento y prácticas:

- 1) **Área de las Ciencias Básicas:** está integrado por cursos de ciencias naturales y matemáticas. Área sobre la cual radica la formación básica

científica del Ingeniero. Estas ciencias suministran las herramientas conceptuales que explican los fenómenos físicos que rodean el entorno. Este campo es fundamental para interpretar el mundo y la naturaleza, facilitar la realización de modelos abstractos teóricos que le permitan la utilización de estos fenómenos en la tecnología puesta al servicio de la humanidad. Este campo de formación incluye la matemática, la física, la química y la biología. Las áreas de química y biología tienen diferentes intensidades de acuerdo con la especialidad.

2) **Área de Ciencias Básicas de Ingeniería:** Tiene su raíz en la Matemática y en las Ciencias Naturales lo cual conlleva un conocimiento específico para la aplicación creativa en Ingeniería. El estudio de las Ciencias Básicas de Ingeniería provee la conexión entre las Ciencias Naturales y la matemática con la aplicación y la práctica de la Ingeniería.

3) **Área de ingeniería Aplicada:** Esta área específica de cada denominación suministra las herramientas de aplicación profesional del Ingeniero. La utilización de las herramientas conceptuales básicas y profesionales conduce a diseños y desarrollos tecnológicos propios de cada especialidad.

4) **Área de Formación Complementaria:** comprende los componentes en Economía, Administración, Ciencias Sociales y Humanidades.

El programa desarrollará las competencias comunicativas básicas en una segunda lengua.

## **6.2 UNIDADES DE ORGANIZACIÓN CURRICULARES**

### **6.2.1 UOC PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

El área de desempeño responde a la pregunta:

#### **¿CÓMO TRATAR LA INFORMACIÓN DE MANERA EFICIENTE Y SOSTENIBLE?**

Aquí se reúnen las necesidades y problemas relacionados con la conexión entre el computador y las telecomunicaciones, ésta conexión es reconocida como elemento transversal en el desarrollo de ésta área. El software, la programación, la compresión, el muestreo, el almacenamiento, la modulación, la transformación, transmisión y modulación digitales son las bases sobre las que se apoya el desarrollo del área del procesamiento. Las soluciones presentadas se deben enmarcar en el espacio de la solidaridad.

#### **PROPÓSITOS:**

- Investigar, desarrollar y apropiarse tecnologías para el tratamiento de la información con el fin de ayudar a la sociedad en sus procesos de la telecomunicación.
- Adaptar el trabajo y conocimiento sistémicos en el tratamiento de la información y la comunicación entre personas.
- Operar sobre los modelos matemáticos, dispositivos e instrumentos de medida con el fin de generar soluciones creativas.

- Aplicar el análisis y diseño de circuitos electrónicos, digitales, microprocesadores, programación de computadoras y software asociado al tratamiento y la comunicación de voz, video y datos para bien de la sociedad.

## **TEMAS ASOCIADOS**

- Representación eléctrica de las señales de información de manera óptima.
- Cuantificación de la información (codificación, encriptación, modulación).
- Distorsión y ruido.

### **6.2.3 UOC TRANSMISIÓN**

#### **¿CÓMO TRANSPORTAR EFICIENTEMENTE LA INFORMACIÓN POR MEDIOS ELECTROMAGNÉTICOS?**

En ésta área se reúne los problemas que están relacionados con los medios físicos para el transporte de la información. Los problemas asociados con ésta área tiene que ver con la atenuación, distorsión, ruido, interferencias, multitrayectos, etc.

#### **PROPÓSITOS:**

- Identificar y evaluar las características o propiedades de los medios guiados y no guiados para mejorar las comunicaciones sin que impacten el ambiente.
- Modelar y simular los diferentes factores y parámetros que intervienen en el medio de transmisión.

- Diseñar soluciones para los problemas reales que imponen los medios de transmisión a la optimización de la comunicación entre personas.

## **TEMAS ASOCIADOS**

- Medios confinados: Líneas de transmisión, guías de ondas, fibras ópticas.
- Medios no confinados: radiopropagación y antenas.
- Sistemas móviles.
- Sistemas de comunicación y servicios.

### **6.2.4 UOC INFORMÁTICA**

#### **¿CÓMO APLICAR LAS TEORÍAS Y LA TECNOLOGÍA INFORMÁTICA PARA GENERAR SERVICIOS DE COMUNICACIÓN EFICIENTES?**

En ésta área se aplica a la comunicación y al tratamiento de la información, un conjunto de conocimientos y desarrollos tecnológicos, producidos en las más décadas.

#### **PROPÓSITOS:**

- Adaptar modelos matemáticos, software y dispositivos para generar soluciones creativas a los problemas de conectividad y de comunicaciones.
- Crear nuevas soluciones informáticas mediante el conocimiento del estado del arte en las tecnologías de computadoras y similares para favorecer la sociedad.

- Observar el contexto tecnológico y social para aplicar las innovaciones tecnológicas.

## **TEMAS ASOCIADOS**

- Transmisión de datos.
- Estructura y optimización de redes.
- Algoritmos, software y protocolos de comunicaciones.
- Servicios y aplicaciones.

### **6.2.5 UOC GESTIÓN**

#### **¿CÓMO ADMINISTRAR, NEGOCIAR Y TRANSFERIR LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICA DE MANERA EFICIENTE?**

En ésta área se pretende aplicar en forma eficiente, las soluciones informáticas y de comunicación a los servicios asociados, pretendiendo ubicarlas en un marco legal, ambiental, convergente, y regulado.

#### **PROPÓSITOS:**

- Aplicar correctamente la regulación, legislación, normas y aspectos afines a los servicios de comunicación e informática, en el ámbito mundial y regional.
- Aplicar los conceptos del mercado, la economía, la sostenibilidad y la competitividad a los problemas planteados por la sociedad.

- Incidir de manera proactiva en la regulación, formulación, desarrollo y puesta en funcionamiento de proyectos informáticos y de telecomunicaciones en el ámbito nacional y regional.
- Generar soluciones a las necesidades del medio, fundamentado en las competencias anteriores.
- Promover el espíritu investigativo y gestión empresarial en el ámbito de las comunicaciones y el tratamiento de la información.

## **TEMAS DE GESTIÓN**

- Derecho de las telecomunicaciones.
- Teorías y conceptos de la estadística y simulación.
- Teoría Financiera.
- Evaluación de proyecto.
- Políticas de las comunicaciones e informática.
- Estandarización y regulación.
- Principios de administración y gerencia de la tecnología.
- Generación de empresas y liderazgo en telecomunicaciones (empresarismo).

### **6.2.6 UOC'S DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

ÁREA	UNIDAD DE ORGANIZACIÓN CURRICULAR (UOCs)	PROYECTO DE AULA (PA)
CIENCIAS BÁSICAS	<u>Teoría de sistemas.</u>  <u>Modelación simulación y diseño de sistemas.</u>	Lenguaje lógico matemático I, II y III Física conceptual Química conceptual Energía y materia I, Energía y materia II Biología conceptual Ecosistemas. Campos y ondas I
CIENCIAS BÁSICAS DE INGENIERÍA	<u>Modelación simulación y diseño de sistemas.</u>  <u>Sociedad ciencia y tecnología.</u>  <u>Informática.</u>  <u>Teoría de sistemas.</u>  <u>Transmisión.</u>	Lenguaje gráfico. Métodos computacionales Matemáticas especiales. Procesamiento de señales I, II y III Redes y comunicación de datos Introducción a Ing. de las telecomunicaciones. Métodos de la ciencia y la ingeniería. Circuitos digitales I y II Circuitos y electrónica I, II y III Sistemas de control. Procesamiento de señales. Proyectos tecnológicos. Diseño de experimentos y ecuaciones empíricas. Física del estado sólido, Campos y ondas II Gestión.
INGENIERÍA APLICADA	<u>Transmisión.</u>  <u>Informática.</u>  <u>Procesamiento.</u>  <u>Gestión</u>	Estadística para Telecomunicaciones Seminario Integrativo I,II,III y IV. Redes y comunicación de datos. Procesamiento de señales II y III Electrotecnia, Algoritmos y protocolos. Transmisión por medios confinados. Gestión en telecomunicaciones I, II y III. Microondas, Propagación y antenas. Servicios telemáticos, Comunicaciones móviles Electiva profesional I y II Práctica profesional Sistemas de telecomunicaciones
SOCIO HUMANÍSTICAS	<u>Teoría de sistemas.</u>  <u>Sociedad/ciencia y tecnología</u>  <u>Modelación simulación y diseño de sistemas</u>	Bajo palabra. Pensamiento sistémico. Sociedad ciencia y tecnología. Métodos de la ciencia y la ingeniería. Proyectos tecnológicos. Sistemas organizacionales. Socio humanística I II y III. Economía.

### **6.3 LÍNEAS DE PROFUNDIZACIÓN**

Las líneas de profundización son 4:

- Servicios e informática
- Gestión
- Procesamiento de información
- Transmisión

### **6.4 ELECTIVAS**

Se tiene una oferta de temas electivos:

- Fibra Óptica
- Conmutación y Teletráfico
- Radio y Televisión
- Power Line Carrier
- Multimedia
- NGN

## **7 ESTRATEGIA METODOLOGICA DEL PROGRAMA**

La estrategia didáctica privilegiada en el rediseño curricular de la Facultad de Ingeniería, es el aprendizaje centrado en problemas y proyectos de aula 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.

## **8 FORMAS DE EVALUACION PARA LA PROPUESTA**

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.

## **8.1 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,<sup>10</sup> 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.

## **8.2 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.
4. Determinar el éxito o el fracaso del modelo pedagógico utilizado.

---

<sup>10</sup> PROVUS M. Malcom. Discrepancy evaluation. Mc. Cutcham. Pub. Corp. Abril 1971.

### **8.3 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.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Comité de Currículo.** Transformación Curricular, Documento Rector. Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia. 2005.
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. COLCIENCIAS. "Plan Estratégico: Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, 1997-2002".
4. **ACOFI; RETOS EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO PARA EL AÑO 2020,** Cartagena de Indias, septiembre 20 al 22 de 2006).
5. Plan Estratégico Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática. Conciencias, 2005-2010.
6. Informe Sectorial, Comisión de Regulación de Telecomunicaciones – CRT, República de Colombia.
7. PROYECTO DE LEY, Por la cual se establece el Régimen General de Telecomunicaciones.
8. [http://www.colombiacompite.gov.co/archivos/PLAN%20ESTRATEGICO%20E TI%202005\\_SANDRA%20ABREU.pdf](http://www.colombiacompite.gov.co/archivos/PLAN%20ESTRATEGICO%20E TI%202005_SANDRA%20ABREU.pdf)
9. DECRETO No. 2773 DEL 2003

10. <http://www.colciencias.gov.co/programas/eti/index.html>

11. <http://electronica.udea.edu.co/departamento/acreditacion/Principal.html>

## 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 prospectiva 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.