

# Documento ACOFI 18

## CIENCIA Y TECNOLOGIA EN LAS FACULTADES DE INGENIERIA

IX REUNION NACIONAL

DE FACULTADES DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

Bogotá, 14 al 16 de Septiembre de 1989

## MEMORIAS

ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA



CONTENIDO  
**DOCUMENTO ACOFI 18**

**CIENCIA Y TECNOLOGIA EN LAS FACULTADES  
DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

**Bogotá, 14 al 16 de Septiembre de 1989**

**MEMORIAS**

**Entidades Organizadoras**

**Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI**  
**Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de La Salle**

**M F N - 0019**

**PACOF 19**

**ACOFI 24 JUN. 1997**

**Centro de Documentación**

PACOF 19 - 1997 / Mayo.

DOCUMENTO ACOFI 18

**PRESENTACION**

CIENCIA Y TECNOLOGIA EN LAS FACULTADES  
DE INGENIERIA

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería se complace presentar las MEMORIAS de la X REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA, realizada en la Facultad de Ingeniería de la UNIVERSIDAD LA SALLE, del 14 al 16 de septiembre de 1989, en la ciudad de Bogotá.

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, UNIVERSIDAD DE LA SALLE

El tema central de la reunión fué "CIENCIA Y TECNOLOGIA EN LAS FACULTADES DE INGENIERIA" Bogotá, 14 al 16 de Sept.

El presente documento contiene los textos correspondientes a conferencias magistrales y las intervenciones durante las sesiones de instalación y clausura.

MEMORIAS

En la Segunda parte se incluye el trabajo por comisiones, sus integrantes, coordinador, relator, el tema específico de la comisión como también conclusiones correspondientes.

Entidades Organizadoras

La Asociación agradece a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle-Bogotá, al haber aceptado ser la sede del evento.

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de La Salle

Confiamos en que este documento contribuya al desarrollo y fortalecimiento de los programas de Ingeniería del país.

F N # 0018  
COF 19  
24 JUN. 1989  
de Documentación

## CONTENIDO

### I PARTE

1. **Introducción**
2. **Programa de la Reunión**
3. **Intervención del Doctor Marco Palacios Director del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES.**
4. **Intervención del Señor Rector de la Universidad de La Salle Hno. Juan Vargas Muñoz.**
5. **Intervención del Presidente de ACOFI, Ing. Ernesto Guhl Nannetti, Vice-Rector de la Universidad de Los Andes.**
6. **Intervención del Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle Ingeniero Alfredo Diaz Piccaluga.**

### II PARTE

1. **Conferencia del Dr. Pedro Jose Amaya Pulido Director del Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales Francisco Jose de Caldas, COLCIENCIAS.**
2. **Presentación a cargo del Ingeniero Alejandro Salazar Jaramillo Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle sobre el I Foro Preparatorio "Formación en Ciencias Básicas".**

## CONTENIDO

### CONTENIDO

3. Presentación a cargo del Ingeniero Alvaro Cubas Montes, decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Cartagena sobre el II Foro Preparatorio "Las Facultades de Ingeniería y el Medio Externo".
4. Presentación a cargo del Ingeniero Guillermo Sánchez Bolívar, Vicedecano Académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional - Bogotá, sobre el III Foro Preparatorio "La Práctica en la Formación Universitaria".
5. Comisión de trabajo I, tema, coordinador, relator, participantes y conclusiones.
6. Comisión de trabajo II, Tema, coordinador, relator, participantes y conclusiones.
7. Comisión de Trabajo III, Tema, coordinador, relator, participantes y conclusiones.
8. Lista de Asistentes a la X Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería.

## 2. PROGRAMA

## 1. INTRODUCCION

Jueves 14 de Septiembre

Teniendo en cuenta el desarrollo alcanzado en las Ciencias y la Tecnología en Colombia, su incidencia en la formación de Ingenieros, el fomento de la investigación y la creatividad que permitan formular propuestas que contribuyan para la solución de problemas y necesidades de nuestro país, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI escogió como tema para la IX Reunión el de: "CIENCIA Y TECNOLOGIA EN LAS FACULTADES DE INGENIERIA".

El estudio del tema de la IX Reunión debía hacerse mediante la realización de tres foros preparatorios en los cuales se llevaron a cabo la exposición y debate de trabajos en el formato que el anfitrión facilitara su enriquecimiento.

Los temas escogidos para los foros preparatorios fueron:

ma 10:00 a 10:15 am RECESO

ma 10:15 a 11:15 am

**I PARTE**

III FORO "LA PRACTICA EN LA FORMACION UNIVERSITARIA"

II FORO "LAS FACULTADES DE INGENIERIA Y EL MEDIO EXTERNO"

I FORO "FORMACION EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA EN LAS FACULTADES DE INGENIERIA"

De esta forma como metodología para la realización de la reunión se adoptó en primer lugar una concepción metodológica a cargo del Dr. Pedro José Amaya Pulido Director de Ciencias y posteriormente una presentación en sesión plenaria de los temas tratados en los foros preparatorios, con el fin de recoger los temas tratados durante el año y motivar a las participantes para el trabajo posterior.

Cada uno de los temas tratados en los foros preparatorios se analizó en una comisión de trabajo, con base en las memorias correspondientes.

Acto Cultural

Cada comisión contó con un coordinador y un relator que al final de la reunión, en sesión plenaria, presentó las recomendaciones y conclusiones adoptadas en el seno de la comisión, las cuales recibieron la correspondiente aprobación del grupo de asistencia al evento.

ma 00:01 a 00:08 III Sesión Plenaria III

ma 10:00 a 10:15 am RECESO

ma 10:15 am a 12:30 pm Sesión Plenaria III

ma 12:30 a 1:00 pm Almuerzo de Clausura

## **I. INTRODUCCION**

Teniendo en cuenta el desarrollo alcanzado en las Ciencias y la Tecnología en Colombia, su incidencia en la formación de Ingenieros, el fomento de la investigación y la creatividad que permitan formular propuestas que contribuyan para la solución de problemas y necesidades de nuestro país, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI escogió como tema para la IX Reunión el de : "CIENCIA Y TECNOLOGIA EN LAS FACULTADES DE INGENIERIA".

El estudio del tema de la IX Reunión decidió hacerse mediante la realización de tres foros preparatorios en las cuales se llevaron a cabo la exposición y debate de trabajos en tal forma que el análisis facilitara su enriquecimiento.

Los temas escogidos para los foros preparatorios fueron:

- I. FORO "FORMACION EN CIENCIAS BASICAS"
- II. FORO "LAS FACULTADES DE INGENIERIA Y EL MEDIO EXTERNO"
- III. FORO "LA PRACTICA EN LA FORMACION UNIVERSITARIA"

De esta forma, como metodología para la realización de la reunión se adoptó en primer lugar una conferencia magistral a cargo del Dr. Pedro José Amaya Pulido Director de Colciencias y posteriormente una presentación en sesión plenaria de los temas tratados en los foros preparatorios, con el fin de recoger los temas tratados durante el año y motivar a los participantes para el trabajo posterior.

Cada uno de los temas tratados en los foros preparatorios se analizó en una comisión de trabajo, con base en las memorias correspondientes.

Cada comisión contó con un coordinador y un relator que al final de la reunión, en sesión plenaria, presentó las recomendaciones y conclusiones adoptadas en el seno de la comisión, las cuales recibieron la correspondiente aprobación del grupo de asistencia al evento.

## **2. PROGRAMA**

### **Jueves 14 de Septiembre**

- 9:30 a 5:30 pm Inscripciones finales, entrega de escarapelas  
y materiales a los participantes.
- 6:30 a 8:30 pm Ceremonia de Instalación
- 8:30 pm a 10:00 pm Coctel de bienvenida

### **Viernes 15 de septiembre**

- 8:00 a 10:00 am Sesión Plenaria I. Auditorio 200 exposiciones a  
cargo de los representantes de la Universidades  
del Valle, Cartagena y Nacional de Bogotá.
- 10:00 a 10:15 am RECESO
- 10:15 a 11:15 am Sesión Plenaria II. Auditorio 200 conferencia a  
cargo del Dr. Pedro Amayo- Director de Colciencias  
sobre el tema "Ciencia y Tecnología en las  
Facultades de Ingeniería".
- 11:15 am a 11:45 am Conformación comisiones de Trabajo  
Explicación de la Actividad
- 11:45 am a 1:00 pm Trabajo por Comisiones I  
1:00 pm a 3:00 pm Almuerzo de Trabajo  
Sala de bienestar Universitario
- 3:00 pm a 6:00 pm Trabajo por Comisiones II  
7:00 pm a 9:00 pm Acto Cultural  
Teatro de La Salle

### **Sábado 16 de Septiembre**

- 8:00 a 10:00 am Trabajo por Comisiones III
- 10:00 a 10:15 am RECESO
- 10:15 am a 12:30 pm Sesión Plenario III
- 12:30 a 1:00 pm Almuerzo de Clausura

Jueves 14 de Septiembre

Intervención del Señor Decano de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de La Salle Ing. Alfredo Díaz Picaluga.

Palabras del Vicepresidente de ACOFI Ing. Guillermo Sánchez Bolívar.

Viernes 15 de Septiembre

8:00 a 10:00 am Sesión Plenaria I Auditorio 200 exposiciones a cargo de los representantes de la Universidad del Valle, Cartagena y Nacional de Bogotá.

10:00 a 10:15 am RECESO

10:15 a 11:15 am Sesión Plenaria II Auditorio 200 conferencia a cargo del Dr. Pedro Amaya - Director de Ciencias sobre el tema "Ciencia y Tecnología en las Facultades de Ingeniería".

11:15 am a 11:45 am Conformación comisiones de Trabajo Exposición de la Actividad

11:45 am a 1:00 pm Trabajo por Comisiones I

1:00 pm a 2:00 pm Almuerzo de Trabajo

2:00 pm a 5:00 pm Trabajo por Comisiones II

5:00 pm a 9:00 pm Acto Cultural Teatro de La Salle

Sábado 16 de Septiembre

8:00 a 10:00 am Trabajo por Comisiones III

10:00 a 10:15 am RECESO

10:15 am a 12:30 pm Sesión Plenaria III

12:30 a 1:00 pm Almuerzo de Cierre

### 3- INTERVENCION DEL DR. MARCO PALACIOS- DIRECTOR DEL INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACION SUPERIOR -ICFES.

La "Tecnología en las Ingenierías" alude a términos ambiguos. En la jerga del ICFES "Tecnología" es una de las cuatro modalidades de la educación superior; (las otras son: "educación técnica", "universitaria" y "avanzada" o de postgrado) "Ingenierías" puede haber tantas denominaciones (ás de 30) que ya no se sabe qué significa exactamente el término; por eso el primer deber consiste en definir.

Cuando los principios de la Ciencia se aplican a un sistema productivo y se produce más, de mejor calidad y más rápido, y se ofrecen bienes y servicios que bajo ninguna circunstancia hubieran podido producirse antes con todo el ingenio empírico y artesanal, estamos en presencia de la tecnología moderna y en ese sentido usaremos el término en estas notas. el resultado del cambio tecnológico ha sido un incremento extraordinario en la producción del trabajo, en la magnitud del producto y en la casi infinita variedad de bienes y servicios a disposición de la sociedad.

Todo ello ha transformado la vida social quizás más que cualquiera otra causa desde el descubrimiento del fuego, según la aceptada conclusión de David Landes, el gran historiador de la tecnología moderna. (1)

Este conjunto de cambios complejos posteriores a 1750, se conoce como la "revolución industrial". Ha sido posible sólo en determinados contextos culturales, sociales, políticos y económicos y, por su parte, ha contribuido a modificarlos sustancialmente.

Si consideramos que al finalizar el siglo XX un país es moderno cuando: a) compite en igualdad al generar riqueza material y cultural; b) mantiene su independencia política y, c) promueve y se adapta al cambio tecnológico continuo, mediante un sistema educativo idóneo para socializar y entrenar a las nuevas generaciones en los conocimientos más avanzados y en la adquisición de los saberes y habilidades para manejar la tecnología del día, entonces habremos de concluir que Colombia no es un país muy moderno.

Los tres elementos esbozados son interdependientes entre sí, pero también están relacionados con la orientación de los valores sociales y culturales dominantes, con las normas de conducta derivadas de aquellos y con la forma histórica como las estructuras económicas, sociales y políticas inciden en la efectividad de dichos valores.

Bajo estos supuestos, ¿qué papel está reservado a la tecnología en la modernización de Colombia?

Esta pregunta no puede responderse independientemente de otras.

Por ejemplo: el actual ingreso real per capita en los distintos grupos sociales y regionales, el tamaño del mercado interno, y las estructuras sociales y demográficas que le subyacen, ¿fomentan la innovación tecnológica?. De otro lado, el acervo técnico adquirido por la sociedad colombiana, ¿tiene la dinámica suficiente como para desencadenar procesos innovadores de cambio tecnológico?. La política macroeconómica, que define el reino de los intereses, ¿estimula el proceso tecnológico en los términos arriba descritos?. Finalmente, ¿cuál debe ser el papel de la enseñanza tecnológica si las respuestas, con todo y lo matizadas, resultasen más por la negativa que por la positiva?.

Examinando la historia económica y social del siglo XIX colombiano y las posibilidades que tuvo el país de formar un élite técnica modernizadora, Frank R. Safford apuntó una conclusión que parece válida para el siglo pasado y quizás podría extenderse hasta nuestros días: "Como resultado de todo lo anterior, (los contextos materiales) la historia de la educación técnica en Colombia contrasta sorprendentemente con la de los Estados Unidos. En Norteamérica, una economía creciente y vigorosa creó una fuerte demanda de ingenieros para la construcción de canales entre 1785 y 1840 y después de 1930 para la construcción de ferrovías. En los Estados Unidos, la Ingeniería y otros tipos de enseñanza técnicas se desarrollaron como respuesta a una necesidad claramente establecida. En la Nueva Granada, en cambio, la élite intentó establecer una educación técnica antes que existiera una clara demanda económica. Los miembros de la élite tenían la esperanza de que la creación de una generación técnicamente más competente y más orientada hacia lo técnico se convertiría por sí misma en un factor para el fomento del desarrollo". (2)

¿Están las facultades de ingeniería en camino de reproducir la visión y el proyecto de las élites sociales del siglo pasado? En qué encrucijado se halla la universidad colombiana con sus facultades de ingeniería?

Vayamos más atrás y más allá de los mares.

Está bien establecido que China fué una civilización técnica por antonomasia. Inventos y descubrimientos chinos fueron el papel, la imprenta, la pólvora y la aguja magnética. Con el oleaje de tecnología china que por la vía de la India y del mundo árabe avanzó hacia Occidente, tenemos por ejemplo la técnica de la perforación profunda (para buscar sal en Szechuan se perforaron pozos a mil metros de profundidad un siglo A.C.); las ruedas hidráulicas de molino y la propulsión de barcas son ruedas de paletas fueron inventos chinos puestos en práctica un milenio antes que en Europa; si miramos otro campo, el de los sistemas de arneses que determinan la eficiencia de la tracción animal, los chinos aventajaron en un milenio a los romanos primero y, luego, a los Europeos del renacimiento. Todo ello ha sido ilustrado en la colosal obra del bioquímico y sinólogo de Cambridge, Joseph Needham; viene a cuento por esto: ¿por qué China no experimentó la revolución científica primero y después la revolución tecnológica tal y como aconteció en occidente?. (3)

Digamos al mismo Needham: mientras en Europa el desarrollo de la tecnología moderna estuvo estrechamente asociado al ascenso al poder de una clase mercantil interesada en aportar el dinero para los descubrimientos científicos, en China dominaban el emperador, los señores feudales y los mandarines que temían al cambio en vez de agradecerlo.

Además los mercaderes europeos fueron la clase de gente que apoyó la investigación científico-tecnológica con el fin de obtener nuevas formas de producción y comercio para acrecentar sus beneficios y su poder.

En términos simples, esos son factores del contexto sociocultural.

Veamos el problema desde otra latitud y enfoque. Recientemente el profesor David Saxon, Presidente del MIT, reconocía dos desafíos en el

Asociación de Facultades de Ingeniería

#### 4- INTERVENCION DEL HERMANO JUAN VARGAS MUÑOZ - RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE.

Ha sido una feliz iniciativa de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería en su IX REUNION DE ACOFI, la que nos ha convocado hoy, ha meditar por unos momentos en el papel que juegan en el mundo moderno la ciencia y la tecnología, y en la formidable influencia que ejercen (para bien o para mal) en todo el ámbito de nuestro mundo circundante.

Razón tenían los Rectores de la principales Universidades de Europa reunidos en Bolonia (Italia), en septiembre de 1988 al dejar sentada, al inicio de su declaración conjunta, casi como una profecía -esta afirmación solemne:

"El porvenir de la humanidad, en este fin de milenio, depende en una amplia medida del desarrollo cultural, científico y técnico; el cual se forja en los centros de cultura, de conocimiento y de investigación que han llegado a ser las verdaderas universidades".

En la Edad Antigua y aún hasta los albores del Mundo Moderno, Ciencia y Tecnología podían ir cada uno por su lado. Pero en este siglo XX y más concretamente en este final de milenio podría decirse que ellas son hermanas gemelas, inseparables y hasta interdependientes; porque ya no pueden ir la una sin la otra. Especialmente la Tecnología que es por excelencia el campo de la ingenierías no podría en modo alguno desligarse de la Ciencia, porque es ésta la que va delante, y aún iluminándole el camino.

"La Tecnología decía recientemente, en Bogotá, el Doctor Federico Mayor Zaragoza, Director General de la Unesco la Tecnología es la aplicación de la Ciencia....No hay Ciencia Aplicada si no hay Ciencia que aplicar. Por eso hay que darle énfasis a la investigación científica, o a la investigación básica. Lo que se requiere, ante todo, es el conocimiento, el descubrimiento, la innovación. Las aplicaciones vendrán después, y son éstas, precisamente, las que pueden ser favorables o desfavorables". (1)  
Pero el conocimiento es siempre positivo y, por sí mismo, es neutral.

Solo que sus aplicaciones pueden ser beneficiosas o, por el contrario, pueden tambien ser nocivas e incluso perversas piénsese por un instante por ejemplo - en la bomba atómica (la de Hiroshina....), o en la bomba de Hidrógeno, o en las bombas de neutrones; o tambien en las armas químicas y los gases tóxicos o algo más tétrico aún en los misiles intercontinentales.

Piénsese en la forma indiscriminada como se trazan las autopistas, se construyen las hidroeléctricas o se explotan los hidrocarburos, sin otra preocupación que la de tener ingresos y tal vez prosperidad y desarrollo, no importa que nos convirtamos en los verdugos de la naturaleza y medio ambiente.

De todas maneras, en nuestro mundo contemporáneo, la Ciencia y la Tecnología se han convertido en las grandes palancas del cambio. Son ellas las que han hecho posibles en países bien gobernados atrevidas e inteligentes reformas urbanas y agrarias; son ellas las que han obrado el milagro del avance vertiginoso de las comunicaciones: no sólo a lo largo de las autopistas y puentes, y de las rutas aéreas y de los viajes espaciales; sino a través de los "mas media", de la prensa y el cine, de la radio y la televisión, del teléfono y del telefax.

Algunos dicen que lo que se necesita no es "contemplar el mundo", sino "transformarlo". Pero han olvidado, casi siempre, que "para transformar el mundo es preciso primero conocerlo", y que son precisamente la Ciencia y la Tecnología las que nos permiten ese conocimiento y esa acción afectiva sobre el mundo y la naturaleza el hombre, logrará ser el rey del universo.

En este sentido tenía, pues, mucha razón el Doctor Luis Guillermo Nieto Roa, cuando escribía recientemente, que "uno de los más decisivos factores, en el mundo actual, es la Tecnología. País o comunidad que pueda dominarla, al menos parcialmente, adquiere ventajas comparativas que superan las limitaciones del mercado o la reducida disponibilidad de fondos. Hoy la gran diferencia entre las economías se mide por la capacidad de generar y aplicar tecnologías de punta; más que por la cantidad de materias primas o recursos monetarios de que se pueda disponer" (2)

Pero a su vez, el auténtico progreso de la Ciencia y la Tecnología está condicionado por una palanca secreta y poderosa, que es la investigación.

Por eso volviendo a la Declaración de Bolonia luego de insistir en que la Universidad es una institución autónoma que, de una manera crítica, produce y transmite cultura y saber, sentaron como principios fundamentales:

- Que la libertad de investigación, de enseñanza y de formación es el principio fundamental de la vida de las Universidades;
- Que en las Universidades la actividad didáctica es indisociable de la actividad de búsqueda e investigación; a fin de que la enseñanza esté en condiciones de poder seguir la evolución así de las necesidades como de las exigencias de la sociedad y de los conocimientos científicos.
- Que este principio de la indisociabilidad de la actividad de investigación y de la actividad didáctica es el que debe regir cuando se trata de la elección de los docentes y de la reglamentación de su estatuto. Puesto que la Universidad es - tiene que ser- un lugar de encuentro privilegiado entre profesores que tienen la capacidad de transmitir el saber y los medio de desarrollarlo por la investigación y la innovación y estudiante que tienen el derecho, la voluntad y la capacidad de enriquecerse con ellos.

Es una verdadera lástima que, en Colombia, no hayamos tenido hasta ahora o sólo en muy pequeña medida los recursos humanos y económicos que requieren ambiciosos proyectos de investigación. Es cierto que desde los tiempos del Sabio Caldas (fines del siglo XVIII y principios de XIX), han cruzado nuestra historia algunos talentos investigativos. Pero, proporcionalmente han sido demasiado escasos en número, y casi nunca han tenido continuadores que pudieran comparárseles, así, el sacerdote José Celestino Mutis, Director de la Expedición Botánica, de quién llegó a decir el Doctor Luis López de Mesa, que en el Sabio Mutis nos envió España un tesoro mucho más valioso que todo el oro que hubiera podido llevarse de

5- INTERVENCIÓN DEL INGENIERO ERNESTO JIMÉNEZ NANNETTI- PRESIDENTE DE  
acó para la península. Así, Enrique Pérez Arbelóez y Lorenzo Uribe,  
Jesuitas; el Padre Oliveros, Franciscano, y los padres Huertas y Camargo,  
Claretianos. Y así también podemos decirlo con justo orgullo de  
lasallistas: los Hermanos Apolinar María, Nicéforo María y Daniel González  
Patino: cuya vida y cuya obra representaron, para Colombia, poco menos de  
una segunda Expedición Botánica.

Ultimamente se ha hablado, en repetidas ocasiones, de los trabajos  
investigativos en el campo de la Ingeniería Genética de Manuel Elkin  
Patarroyo, y de sus descubrimientos que le merecieron ser considerados por  
la Sociedad Brasileña para el progreso de la Ciencia y la Tecnología, como  
el mejor científico latinoamericano; y por la Academia de las Ciencias del  
Trieste Mundo, con sede en Trieste (Italia) como el mejor investigador  
científico de los países en desarrollo; y algunos, incluso, lo han  
considerado como un posible candidato colombiano al Premio Nobel.

Lástima grande, también, que todos estos modelos de investigación seria y  
fecunda, a lo largo de toda una vida, no hayan tenido siempre en Colombia  
los correspondientes imitadores. Sin embargo, el esfuerzo que  
Colciencias, la Universidad, la Empresa Privada han realizado ha sido muy  
significativa.

Que la ciencia cumpla, pues, su cometido de ampliar el campo del  
conocimiento; y la tecnología el suyo, de ampliar la gama, casi infinita, de  
aplicaciones al servicio del hombre. Porque, al hablar de Ciencia y  
Tecnología, no podemos, finalmente, dejar de detenernos un momento a  
considerar su más noble objetivo, como es el de permitir al hombre  
desarrollarse más cumplidamente, como persona, en todas sus dimensiones  
y en todos sus valores: no sólo en el plano económico y en el biológico, sino  
también en el intelectual, en el artístico, en el social, en el ético y en el  
religioso en su relación personal y trascendente con Dios.

La Ciencia y la Tecnología no pueden ni están al servicio de totalitarismos  
de izquierda o de derecha para la opresión de las personas y el  
desconocimiento y negación de los derechos humanos...

Ahora bien, las facultades de ingeniería tienen una importante participación en la estructuración y en la difusión de la ciencia y la tecnología en Colombia. En cierta forma somos los responsables de que el sistema científico-tecnológico se renueve a través de la formación de los ingenieros y también jugamos un papel de importancia en el campo de las relaciones entre la tecnología y las necesidades del país y en la generación de conocimientos amoldados a las características y circunstancias propias de nuestro medio.

Antes de continuar adentrándonos en el tema que nos convoca que precisamente se refiere a estas relaciones, me gustaría plantear ante ustedes algunas ideas que espero contribuyan a enriquecer el trabajo que tenemos en los días siguientes.

Se debe partir a mi modo de ver de la identificación de algunos posibles escenarios de lo que puede ser el país en el futuro en relación con la tecnología y por ende en sus relaciones con otros países, ya que en esta materia vivimos en un mundo cada vez más interdependiente e intercomunicado. Sin mucha dificultad es posible imaginar tres escenarios de los cuales dos podrían interpretarse como límites y el tercero como una posición intermedia en función del grado de apertura con que se maneje la política nacional de ciencia y tecnología. Desde luego cada uno de estos escenarios tiene implicaciones en lo que respecta a la formación de los ingenieros y por lo tanto al papel y al enfoque que deben adaptar las facultades de ingeniería en sus aspectos curriculares y formativos para entregar al país los ingenieros que necesita para su desarrollo.

De un lado es posible pensar en una posición que considere que el país no debe entrar en el campo de la creación o de la adaptación de tecnología y que debe por lo tanto simplemente limitarse a "importar" los desarrollos

que se hagan en el exterior. Para decirlo de alguna manera, sería un país "comprador de tecnología". Debo decir desde luego que no comparto este criterio, aunque lo admito como una posibilidad, desde luego simplista y miope, que condenaría al país a la dependencia tecnológica y a un papel subordinado y secundario. Este enfoque ubica al país que lo adopte como una colonia en términos científicos y tecnológicos y desde luego en una posición de vulnerabilidad económica muy acentuada. En cierta forma implica renunciar a construir su propio futuro.

Dirán ustedes que frente a este negativo panorama no sería muy razonable esperar que éste fuera un escenario factible. Desafortunadamente si lo es, por que el proceso de desarrollar un sistema tecnológico propio, que responda a las circunstancias específicas de nuestra realidad no es fácil, es un camino árduo y costoso, sus resultados no son inmediatos y por lo tanto está en conflicto con las urgencias del desarrollo y con los afanes políticos de mostrar las realizaciones de una persona o de un gobierno. Es la salida fácil, cuyas malas consecuencias incluso pueden no ser evidentes a corto plazo. Por lo tanto es una tentación real para los gobiernos el adoptar este camino. En el otro extremo está la posición de tratar de desarrollar internamente una tecnología propia, lo que implica, hagamos la hipótesis, una posición de autarquía. Este escenario supone a diferencia del anterior un desarrollo científico a profundidad, requiere el desarrollo de una capacidad investigativa de alto nivel y de la infra-estructura organizacional, industrial y comercial para introducir exitosamente al mercado los productos concebidos y diseñados por el sistema científico-tecnológico nacional. Pero la creación de una tecnología propia puede implicar también aspectos negativos y tener consecuencias indeseables.

Por una parte en países con recursos escasos plantearía la posibilidad de quedarse atrás rápidamente con respecto al avance internacional en particular en ciertos campos de tecnología de punta, lo que acarrearía la rápida obsolescencia de los desarrollos y productos creados

autónomamente en el país y por lo tanto la dificultad de mantenerse en una posición competitiva. Para tratar de evitar esta situación puede caerse en una actitud excesivamente proteccionista para el sistema productivo nacional, ejemplo de lo cual tenemos varios casos en Colombia como es el caso de la industria automotriz. Este proteccionismo actuaría también como un freno para el mejoramiento de los bienes, deteriora su calidad y tiende a conformar situaciones de monopolio e ineficiencia.

De otro lado el mercado interno de un país como Colombia no posee el tamaño necesario para aprovechar las economías de escala y la competencia internacional frente a países con mayores recursos, con un grado de desarrollo mayor y con una tradición científica y productiva larga y exitosa, lo cual hace muy difícil la penetración de mercados extranjeros.

Este panorama de competencia en el mercado internacional se vislumbra además cada vez más difícil, dada la nueva estructura que está adoptando el comercio mundial caracterizada por los bloques económicos de gran magnitud y alta competitividad como la Comunidad Económica Europea o el mercado integrado de Estados Unidos, Canadá y Méjico.

En posición intermedia entre los dos extremos que he descrito se puede ubicar el tercer escenario que es a mi modo de ver el más factible y que consiste en actuar en ciertos campos como "compradores de tecnología" y en otros, en los que exista una vocación natural o una determinada ventaja comparativa como "productores de tecnología" desarrollando avances propios siguiendo todo el proceso que implica arrancar con la concepción y el diseño de un producto hasta llegar a colocarlo a disposición del público. Es decir, esta posibilidad se fundamenta en un desarrollo científico-tecnológico propio con carácter selectivo que permita producir ciertos bienes que se ubiquen razonablemente en el mercado internacional.

Naturalmente la identificación de las líneas de desarrollo tecnológico que presenten estas características no es tarea fácil y a mi modo de ver en el pasado se ha cometido graves errores en esta materia propiciando la creación de industrias ineficientes y dependientes del exterior bien sea tecnológicamente o por carencia local de materias primas, de insumos y de mantenimiento. Debe ser ésta pues una cuidadosa tarea de identificación de capacidades y fortalezas del país en lo que respecta a la utilización de sus recursos naturales, de sus recursos humanos, de sus sistemas productivos y de sus canales de comercialización.

Ahora bien, cada uno de estos escenarios tiene influencia sobre la tarea de las facultades de ingeniería ya que implica la preparación de diferentes tipos de ingenieros desde el punto de vista de sus conocimientos y sus destrezas.

En el primer escenario, en el país "comprador de tecnología", los ingenieros deberían tener una función más de aplicación y de operación que de desarrollo y de investigación. En el tercer escenario, el del país "productor de tecnología", los ingenieros deberían tener una base científica muy amplia y profunda. La formación en física, en química, en matemáticas y ciencias naturales debería responder a la necesidad de investigar y de experimentar para llegar a resultados basados en la aplicación de los principios científicos a las características propias del país.

En el escenario intermedio, el del país comprador y productor de tecnología con carácter selectivo, los ingenieros deben poseer ambos tipos de características, contar con una seria formación científica pero además ser capaces de absorber y operar la tecnología importada rápida y eficientemente.

Como lo he dicho anteriormente pienso que este modelo de desarrollo científico-tecnológico es tal vez el más deseable y viable en un país como Colombia y por lo tanto vale la pena dar una rápida mirada hacia algunos de los elementos básicos necesarios para la formación de los ingenieros para recorrer exitosamente este camino y lograr una posición razonable a escala internacional en términos de independencia y autosuficiencia tecnológica, que conduzcan a un progreso social y económico que nos permita salir de la lamentable condición de subdesarrollo en el futuro.

En primer término hay que inculcar a los estudiantes una "actitud científica", entendiéndolo por esto la capacidad de formularse preguntas y de interpretar la realidad para buscar las respuestas. Esta actitud implica un cambio en la forma como tradicionalmente se percibe la ciencia y la tecnología en Colombia. Hay que despojar a estos campos del conocimiento del carácter de selectividad y esoterismo que equivocadamente se les otorga y entender que la ciencia y la tecnología deben generalizarse en su comprensión y en su manejo y utilización para beneficio de todos. La formación de este espíritu crítico y abierto es esencial para el avance en el campo científico-tecnológico. Pero este espíritu no es en sí mismo suficiente. Es necesario además dotar a los estudiantes de unas bases muy sólidas en ciencias básicas de forma que puedan comprender su entorno y encontrar respuestas a las inquietudes que les abre lo que he llamado la "actitud científica".

En este punto surge otra característica del proceso de avance del conocimiento en ciencia y tecnología que tiene un profundo efecto sobre las habilidades de los ingenieros y por lo tanto sobre el currículo de la profesión. Es la rapidez del cambio. En ciertos campos de la tecnología de punta esta velocidad es incluso de tal magnitud que la cantidad de conocimiento existente en el mundo se duplica cada 20 meses. Es decir que en algo más de año y medio a partir de este momento habrá una cantidad de nuevo conocimiento, producido en el período , igual al que

existe hoy como resultado del transcurso de toda la historia de la humanidad. En el pasado el cambio en los conocimientos en ciencia y tecnología se había resuelto agregando nuevas materias a los currícula o introduciendo actualizaciones en las existentes. Pero parece ser que hoy día y mirando al futuro próximo esta solución ya no será suficiente pues la cantidad de nuevos cursos que habría que agregar sería tal que nunca se podría estar al día. La formación de carácter enciclopédico debe desaparecer, pues en el caso de la Ingeniería, está permanentemente obsoleta. Probablemente para formar un ingeniero correctamente adaptado a la veloz dinámica de los conocimientos técnicos, se deberán impartir bases teóricas sumamente fuertes y luego capacitar al estudiante para buscar por sí mismo las aplicaciones más recientes y más convenientes al problema que está estudiando.

Pienso que cursos en técnicas de formulación y solución de problemas, en metodologías de análisis y en manejo de sistemas de información serán indispensables en el futuro próximo, si queremos que nuestros ingenieros respondan adecuadamente a los retos y exigencias impuestos por el crecimiento exponencial de los conocimientos científico-tecnológicos. En cierta forma lo que estoy proponiendo es terminar con la especialización característica de nuestros programas de pregrado y capacitar al ingeniero con unas sólidas y amplias bases teóricas para enfrentarse con muy diversos tipos de problemas utilizando herramientas analíticas e informáticas.

Pero no quisiera dejar la idea de que propugno por la formación de nuestros estudiantes con un sabor demasiado teórico y alejado de la realidad. Pienso que es indispensable desarrollar un nuevo tipo de relación entre la Universidad y el medio externo. Contactos más estrechos y frecuentes con la industria y el sector de servicios son indispensables para lograr que la universidad tome su nuevo papel en la sociedad actuando como productora de ideas y de soluciones a los problemas del país. Tal como tuvimos oportunidad de analizarlo en las

reuniones preparatorias celebradas en la Universidad de Cartagena y en la Universidad Nacional, los mecanismos de relación de la Universidad y el medio externo deben conformarse y desarrollarse en forma explícita, como respuesta a una política de acercar la universidad al país y a sus necesidades. Dentro de los diferentes mecanismos posibles debe señalarse como uno de especial importancia para la formación de los ingenieros el de las prácticas empresariales, en las que los estudiantes se exponen a la práctica profesional y laboral, es decir al mundo en que deberán desempeñarse como ingenieros, y por lo tanto podrán enriquecer su formación teórica y su experiencia personal con la permanencia en las instituciones o empresas bajo la dirección conjunta de éstas y de la universidad.

Debo aclarar que no estoy proponiendo que el enfoque señalado deba constituirse en el único en las diversas facultades de Ingeniería del país. Por el contrario, creo conveniente la diversidad de enfoques y de concepciones acerca del papel del ingeniero en la sociedad colombiana que entre otras cosas ha sido también la posición de ACOFI. El sentido de mis palabras es el de presentar unos puntos de vista que seguramente serán tomados en cuenta en diversas formas y que no persiguen otro propósito que el de "abrir ventanas a la imaginación".

Pero es claro que la materialización de lo propuesto no es sencilla existe una serie de requisitos para poder llegar a formar a los estudiantes de ingeniería dentro de conceptos más modernos, con la capacidad de actuar como productores de conocimientos y con la posibilidad de mantenerse al día en un campo con la dinámica de cambio que he descrito.

Estos requisitos parten desde luego de la pregunta de si contamos con el grupo de profesores necesario para convertir a las universidades en parte activa e importante del aparato científico-tecnológico nacional a través de las labores de investigación, producción de conocimiento y transmisión de la actitud científica hacia los estudiantes. A mi modo de

ver se hace necesario reforzar los actuales programas de capacitación y actualización de profesores y realmente propender porque un número importante de ellos adelanten estudios de postgrado a nivel de doctorado en el exterior y retornen a sus universidades con los conocimientos adquiridos para crear un ambiente propicio al avance de la ciencia y la tecnología. Estos profesores deberán crear una escuela técnica y científica hoy en día muy poco desarrollada en el país y para ello es indispensable pensar en fortalecer los postgrados tanto a nivel de magister como de doctorado. Desde luego el envío de un grupo humano relativamente numeroso en especial para su formación a nivel doctoral y postdoctoral presupone un esfuerzo financiero importante. Pero naturalmente este esfuerzo debe ser muy selectivo para tomar en cuenta las posibilidades del país y de las universidades y aplicar estos recursos prioritariamente en áreas de desarrollo ya existentes en Colombia, probablemente a través de convenios de cooperación con universidades del exterior en los que los programas de investigación se adelanten haciendo uso de los recursos humanos y materiales de las universidades de fuera, pero manteniendo siempre un estrecho contacto con las actividades en las universidades nacionales y con la realidad del país.

Se trata por tanto de seleccionar en las diversas facultades de ingeniería líneas de investigación de interés de los profesores y consolidar alrededor de ellas la actividad de la facultad, concentrando los recursos y los programas de capacitación fundamentalmente en unos determinados campos para lograr un avance acumulativo de la investigación y la producción de conocimientos a través de los programas doctorales. Evitar la dispersión de los esfuerzos debe ser un objetivo claro de nuestra acción.

Además es esencial el crear un clima propicio para esta actividad que puede resumirse en estímulos a la carrera profesoral y en facilidades para la investigación que permitan el objetivo buscado. Es necesario sin embargo aclarar que no estoy proponiendo que se inunden las

universidades de sofisticados equipos, que muchas veces son escasamente utilizados y que en otras se solicitan con el equivocado criterio de pensar que el desarrollo científico-tecnológico se puede comprar y de no entender que la producción de conocimiento y de resultados de la investigación es un proceso que depende fundamentalmente del trabajo y la capacidad de los profesores e investigadores y que incluso las agudas materiales pueden en algunos casos ser suplidas por la creatividad y la imaginación. En realidad parte esencial de la generación de conocimiento y del desarrollo tecnológico está en crear los medios y recursos necesarios para lograrlo de acuerdo con las características y posibilidades del país.

Pero naturalmente no se puede pretender dentro de este marco estar en una posición de aislamiento y de falta de comunicación con el exterior. Los profesores e investigadores deben contar con las facilidades y los medios que les permitan adelantar su labor razonablemente dentro de la austeridad impuesta por las circunstancias de orden económico y deben poder contar con los contactos y la información sobre lo que se está haciendo en el resto del mundo en su campo de interés. Las redes de universidades intercomunicadas vía satélite en que es posible la interacción entre investigadores y profesores en forma ágil permiten desarrollar investigaciones conjuntas de manera muy eficiente. Desde luego es también indispensable crear redes de información internas entre las universidades y centros de investigación colombianos para reforzar el proceso y evitar duplicaciones de esfuerzos y buscar la complementación de los trabajos que se lleven a cabo en el país.

Todo lo anterior requiere estructurar una política gubernamental de estímulo al desarrollo científico-tecnológico, aprovechando lo ya logrado, que se traduzca en un real apoyo a las universidades en términos de recursos y de incentivos a la investigación y al desarrollo de los programas cuarto nivel. A mi modo de ver esta política debe basarse más

que en el intervencionismo y el control, en el apoyo a programas razonables y concretos que planteen las instituciones de educación superior con base en lineamientos generales de interés nacional que conformen un marco de referencia dentro del cual las universidades tengan la posibilidad de moverse y desarrollar iniciativas de acuerdo con sus características y potencialidades específicas, aprovechando la pluralidad de enfoques y de intereses que enriquecen el mundo universitario nacional.

La diversidad que poseen las universidades en cuanto a sus enfoques y campos de investigación constituye ya hoy en día un gran potencial de acción en diversos campos de la ciencia y la tecnología que deben estimularse para canalizarlos en beneficio del país. La posibilidad de buscar la unanimidad y la uniformidad entre las universidades no corresponde al ambiente abierto y pluralista que debe rodear la labor científica e investigativa para que ésta fructifique y progrese.

Antes de terminar quisiera decir, como lo hemos buscado permanentemente por medio del trabajo de ACOFI, que es indispensable tener muy en claro que no estoy proponiendo el desarrollo de la ciencia por la ciencia. Que el objetivo final de lo que debemos hacer en materia de formación de profesionales, de investigación y de avance científico-tecnológico tiene que ser el hombre y que todos nuestros esfuerzos en materia de ciencia y de tecnología deben estar orientados a servir al país. No olvidemos que la componente humana y social de nuestra actividad es fundamental y que nuestra misión como forjadores de los ingenieros del futuro debe estar mirando como propósito ineludible a contribuir a una sociedad más justa, más rica y más feliz.

Mil Gracias.

Bagotá Septiembre 1989.

**6- INTERVENCION DEL INGENIERO ALFREDO DIAZ PICCALUGA DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE.**

Hoy se inician aquí, en la Universidad de La Salle, las deliberaciones de la IX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, dentro del marco de las actividades de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería-ACOFI, una asociación dedicada a propender por el progreso de la educación en Ingeniería y por el de las facultades correspondientes, que diversas Universidades han estructurado en el país, poniendo en marcha programas de las diversas ramas de esta profesión.

Esta Universidad de La Salle inició actividades el 15 de noviembre de 1964 con el Acta de Fundación y bajo la Rectoría del Doctor Ignacio Ramírez Sánchez y en la Secretaría el Hermano Gonzalo Carlos. Ellos colocaron los cimientos de este claustro universitario.

Los Hermanos Cristianos, con una demostrada experiencia en educación han dedicado varios años de esfuerzo para crear y organizar centros de enseñanza superior como una alta misión en el desenvolvimiento de los sistemas educativos y en la preparación de ciudadanos moral y científicamente capacitados para contribuir eficientemente al desarrollo de la sociedad moderna.

Fue así como la Universidad de la Salle, hace cinco lustros, inició actividades ofreciendo programas de Ingeniería civil, Ciencias Economicas, Filosofía y Letras, Ciencias de la Educación con Departamentos de Matemáticas, Física, Química y Biología.

Al pasar de los años surgieron nuevas carreras que responden al esfuerzo realizado para llenar necesidades sentidas, todas enmarcadas dentro de una estricta planeación universitaria.

Hoy se ofrecen carreras de Ingeniería Civil, Ingeniería Sanitaria, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería de Alimentos, Arquitectura, Optometría,

Zootecnia, Medicina Veterinaria, Administración Agropecuaria, Economía, Estadística, Contaduría, Administración de Empresas, Trabajo Social, Bibliotecología, Filosofía y Letras, Ciencias de la Educación, Química, Biología, Matemáticas, Física, Ciencias Religiosas e Idiomas. Además, de postgrado en Administración y Docencia Universitaria.

La Universidad de La Salle se basa en una visión cristiano del hombre, del mundo, de la historia y del saber, y ofrece una formación centrada en la promoción y perfeccionamiento de la persona humana para que este comprometida en el conocimiento y dominio de la naturaleza y en la transformación de la Sociedad y del mundo actuales para hacer de estos una realidad mas noble y mas humana.

Dentro de esta filosofía el Lasallista debe buscar la verdad y la justicia y vivirla como base de un comportamiento responsable y honesto.

La Facultad de Ingeniería Civil inició labores el 7 de marzo de 1965 y la primera promoción de Ingenieros Lasallistas se graduó el 1 de abril de 1971.

Durante estos años se han adelantado estudios e investigaciones tendientes a mejorar permanentemente el nivel académico y la responsabilidad de estudiantes y profesores.

Este esfuerzo ha sido el resultado del trabajo de diferentes profesionales, asesores y expertos, pero principalmente, y permitámonos mencionar expresamente, en esta fecha de los 25 años de la Universidad, los nombres de quienes ocuparon la Decanatura de Ingeniería y velaron en todo momento por el progreso de la institución y de sus alumnos.

Elos fueron Alfredo Bateman, Javier Uribe Peralta, Gerardo Linares Cáceres, Alejandro Sandino Pardo, Arturo Ramirez Montúfar, Nicanor Pinzón Neira, Manuel Casabianca Pizano y Miguel Mejía Sastoque, maestros eminentes que dedicaron parte de su vida a la educación universitaria y, por lo tanto nos corresponde a nosotros colocarlos en el sitio dentro del grupo de colombianos que han contribuido al progreso de la nación.

La Ingeniería Colombiana ha jugado un papel importante en el desarrollo nacional, desde sus primeras obras en caminos, ferrocarriles y ciudades hasta las modernas obras de concreto, hidráulica y electricidad, así como las sanitarias y las de conservación y protección de los recursos naturales, que han sido los pilares que de uno en uno ha puesto la ingeniería Colombiana para crear toda la infraestructura de la nación y por ende del bienestar del pueblo colombiano.

Como lo hizo en el pasado, hoy y mañana una nación como Colombia y sus gentes deben afianzar su vocación pacifista y su libre voluntad de reafirmación de sus principios y de sus valores morales. Esto es parte de la nacionalidad misma y por lo tanto presentación de la nación en el concierto internacional no se debe apartar de lo que debe ser una nación civilizada, creyente y firmemente convencida de que los principios cristianos son la base fundamental de una sociedad y del mundo moderno.

Si estos principios se abandonaren, si la vocación no fuere pacifista y se alteraran fundamentalmente los valores morales, volveríamos a la época de la barbarie y hecharíamos por la borda 150 años de vida independiente, con el consiguiente olvido de lo que hicieron miles de colombianos que en el pasado, trabajaron para afianzar la nacionalidad y para crear una nación moderna con alto contenido moral, así como el tesón y el esfuerzo de quienes dedicaron su vida y su saber para crear nuestras Universidades y Facultades.

La Reunión que hoy nos congrega en este claustro, es el esfuerzo que desde Diciembre de 1974 adelanta la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería para tener un foro permanente que permita que aquellos que dirigen la docencia de la ingeniería colombiana tengan un lugar común de encuentro en que se discutan, se analicen y se resuelvan los problemas comunes.

En diversas Universidades y ciudades del país se han realizado las ocho reuniones anteriores, con un connotado éxito en las deliberaciones y resoluciones tomadas, pero sobre todo en el contacto personal que los Decanos han tenido con sus colegas y en la oportunidad de discutir problemas que les son comunes.

Le ha correspondido en los últimos tiempos la Presidencia de la asociación a la Universidad de Los Andes en la persona del Dr. Ernesto Guhl, quién ha demostrado interés permanente por los problemas de las facultades de Ingeniería, y dedicación constante a las labores de la Asociación.

En esta reunión se tratarán diversos temas de gran interés relacionados con la Ciencia y la Tecnología en las Facultades de Ingeniería, como medio para la solución de problemas y necesidades nacionales.

El Presidente de la Asociación en Anales de Ingeniería expresaba que se debe "fomentar un espíritu de investigación y de creatividad para plantear respuestas a las preguntas y difundir la idea de la importancia de la tecnología, como medio para solucionar los problemas y las necesidades de una manera diferente a la dolorosa, desgarrada y violenta forma que ha tomado nuestra sociedad hoy en día".

En los Foros Preparatorios se trataron temas tales como: Formación en Ciencias Básicas, Las Facultades de Ingeniería y el Medio Externo, y la Práctica de la Formación Universitaria, dentro del tema central que ocupará esta Reunión. Las conclusiones y las recomendaciones que se adopten serán de gran importancia para las Facultades de Ingeniería presentes en este evento.

Quiero expresar a usted Señor Presidente, y a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-, mis mejores deseos por el éxito en las deliberaciones de esta reunión y por que en medio de las vicisitudes que vive la nación, la estadia de quiénes vinieron de diversos rincones de la patria, sea placentera y en paz. La paz que deseamos todos los colombianos!

La conclusión anterior, diría yo, tiene en la práctica docente a una de sus causas principales que, para el caso colombiano, y no de exclusividad de la enseñanza de la Ingeniería, no ha trascendido de la fase netamente técnica a la de cientificación de la tecnología, donde el origen y el desarrollo tecnológico tienen bases científicas.

La Asociación Colombiana de Ingenieros (ACI) ha correspondido en los últimos tiempos la Presidencia de la Asociación a la Universidad de los Andes en la persona del Dr. Ernesto Gudiño quien ha demostrado interés permanente por los problemas de las facultades de Ingeniería y dedicación constante a las labores de la Asociación, esta labor y no solo.

En esta reunión se trataron diversos temas de gran interés relacionados con la Ciencia y la Tecnología en las Facultades de Ingeniería, como medio para la solución de problemas y necesidades nacionales.

El Presidente de la Asociación en Andes de Ingeniería expresó que para dar lugar a un espíritu de investigación y de creatividad para plantear respuestas a las preguntas y dilemas de la Ingeniería de las tecnologías, como medio para solucionar los problemas y las necesidades de una manera eficiente - a la vez que se desarrolle y mejore la forma de ser tomado nuestra sociedad hoy en día.

## II PARTE

En las Facultades de Ingeniería se trataron temas tales como: Formación de las Ciencias Básicas, Las Facultades de Ingeniería y el Medio Externo, y la Práctica de la Formación Universitaria, dentro del tema central que ocupó esta Reunión. Las conclusiones y las recomendaciones que se adoptaron según de gran importancia para las Facultades de Ingeniería presentes en este evento.

Quiero expresar a usted Señor Presidente y a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI - mis mejores deseos por el éxito en las deliberaciones de esta reunión y por que en medio de las vicisitudes que vive la nación, el estado de ánimo y visión de diversos ramos de la política sea placentero y en paz.

La paz que deseamos para los colombianos.

En ocho de las reuniones y sesiones de los ocho departamentos y sesiones anteriores, con un contenido de alto nivel y resoluciones tomadas, pero sobre todo en el aspecto de que los Decanos han tenido con sus colegas y en la oportunidad de discutir problemas que les son comunes.

**1- CONFERENCIA DEL DR. PEDRO JOSE AMAYA PULIDO DIRECTOR DEL FONDO COLOMBIANO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y PROYECTOS ESPECIALES FRANCISCO JOSE DE CALDAS -COLCIENCIAS.**

Nada más oportuno y extratético para propender por el progreso de la enseñanza de la ingeniería y de las facultades de ingeniería del país que analizar las propuestas que esta IX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería formule, con el fin de contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología en dichas facultades. Por lo anterior, COLCIENCIAS, entidad que me honro en representar, agradece a los organizadores de este evento y muy especialmente al Dr.ctor Ernesto Guhl, Presidente de ACOFI, la invitación formulada para participar en esta reunión que tiene como sede este clausto Lasallista, al cual estoy unido por haber contribuido a mi formación básica.

Celebra la Asociación 15 años de su fundación, reiterando el objetivo fundamental que la originó y habiéndose convenido en el foro natural donde se debaten y analizan los problemas y las opciones que tiene la práctica docente y la investigación en ingeniería en el medio universitaria.

En su trabajo sobre la ingeniería en Colombia - sus ciencias y su historia - Gabriel Poveda Ramos concluye señalando que "los ingenieros colombianos han sido buenos "aprendedores" de conocimientos de ingeniería, sean ellos tradicionales o recién importados. Pero muy poco han hecho en materia de innovación en su tecnología ni en las ciencias propias de la profesión, que merezca recogerse históricamente. Su capacidad de invención y de descubrimiento de hechos y artefactos nuevos ha sido escasa, pero su aporte a la construcción del país ha sido enorme y decisivo".

La conclusión anterior, diría yo, tiene en la práctica docente a una de sus causas principales que, para el caso colombiano y no es exclusividad de la enseñanza de la ingeniería, no ha trascendido de la fase netamente técnica a la de cientificación de la tecnología, donde el origen y el desarrollo tecnológico tienen bases científicas.

Dos aspectos estrechamente relacionados deberían ser tenidos en cuenta en esta reunión, por una parte la investigación en ingeniería y por otra, la práctica de la formación universitaria.

Con respecto al primer punto, si consideramos que ingeniería es la aplicación del conocimiento científico, matemático o lógico y el desarrollo del conocimiento técnico, encontramos que en ella coexisten dos tipos de actividad: la creación de conocimiento (investigación) y la aplicación del conocimiento (práctica).

De esta manera, la llamada tecnología moderna conlleva un conocimiento técnico, científicamente manejado, que se puede desarrollar también a través de la práctica de la ingeniería. Lo importante de destacar aquí es que dicho conocimiento es "aportado a la tecnología - dice el profesor Vicente Solana- mediante la investigación en ingeniería, la cual comprende tanto el perfeccionamiento del conocimiento técnico como la generación de conocimiento científico o matemático orientados a su aplicación".

Es así como el principal eslabón del sistema ciencia y tecnología lo constituye la ingeniería. La actividad de las ingenierías intersecciona los dos componentes del sistema a través de la ciencia en lo que pudiéramos llamar el escenario científico de la ingeniería y, a través de la tecnología en lo que sería el escenario tecnológico de la ingeniería.

En el caso de Colombia muchos artículos se han escrito sobre la relación entre tecnología y ciencia, pero sorprende lo poco que se ha dicho sobre tecnología e ingeniería. Existe, en efecto, un alto grado de desconocimiento acerca de las características de este tipo de relación, lo cual ha generado confusión en su análisis. Los científicos sociales, por ejemplo, argumentan que la ingeniería es parte de la tecnología mientras que los ingenieros suponen lo contrario.

Una revisión de cualquier trabajo sobre historia de la tecnología revela que, para los historiadores al menos, tecnología es sinónimo de obras de ingeniería. El énfasis se ha puesto sobre los productos de la actividad ingeneiril, esto es, sobre las obras de ingeniería (represas, autopistas,

plantas eléctricas, computadores...), los cuales deberían interpretarse mejor como consecuencias de la actividad y no como la esencia de la ingeniería.

El principal problema que tiene la ingeniería colombiana es la escasa inversión en esta área del conocimiento, lo cual se ve claramente no sólo en las universidades sino a nivel del sector productivo. Específicamente, la ingeniería, con relación a otras ciencias o a otras tecnologías, es en nuestro caso la que ha tenido tradicionalmente el menor número de proyectos de investigación, de investigadores y de recursos asignados. Para el año de 1987 sólo el 13.5% de los proyectos, el 13.7% de los investigadores y el 8.0% de los recursos que dedicaba el país a la investigación y desarrollo experimental eran destinados a la investigación en ingeniería. Esta situación se ve agravada si se tiene en cuenta la atomización de los recursos y la dispersión de los mismos en más de 20 especialidades.

La principal causa de este hecho y del escaso potencial de innovación de las empresas, radica en la escasez de ingenieros formados en investigación.

El modelo de desarrollo basado en la importación de tecnología unido a la permanente incredulidad que experimentamos frente a lo nuestro, como la actitud pasiva que ante este hecho han asumido nuestras facultades de ingeniería e industria, pueden ser la causa de que el país no haya preparado suficiente personal para investigación en ingeniería. Igualmente contribuyó a la situación actual la falta de una política nacional de ciencia y tecnología.

La aparición de las nuevas tecnologías y la necesidad imprescindible de un desarrollo industrial y de servicios que pueda satisfacer en forma adecuada no sólo nuestro mercado interno si no ser competitivo en el exterior, nos obligan a perseguir, como uno de los objetivos, el mejoramiento de la enseñanza y el impulso de la investigación en ingeniería, los cuales deben constituirse en prioridad nacional.

Con relación al segundo aspecto, la práctica de la formación universitaria, es oportuno entonces reflexionar una vez más sobre la doble dimensión que de hecho tiene la investigación científica y tecnológica al interior de la universidad: la dimensión formativa y la dimensión profesional.

Por "investigación formativa" debe entenderse aquella que se realiza en el pregrado y que tiene valor más como recurso didáctico-docente que como actividad creadora de conocimiento. Este tipo de investigación formativa de hecho fundamental sin la cual no hay una adecuada enseñanza, ha sido infortunadamente la predominante también en el nivel de maestría en el área de las ingenierías.

A partir del año de 1980 la investigación es uno de los temas centrales en la universidad colombiana. Por lo menos sobre el papel ha venido convirtiéndose en requisito de legitimidad en la vida académica del país. Lástima que este entusiasmo no haya sido precedido de un esfuerzo serio y medurado de conceptualización como tal. Por esta carencia hemos caído en el vicio de calificar como investigación científica y tecnológica cualquier actividad de búsqueda, partiendo de la simplemente bibliográfica de los primeros semestres del pregrado hasta los programas institucionales que se sitúan en la frontera del conocimiento y que, para fortuna nuestra, también se desarrollan en la universidad colombiana.

Efectivamente más allá de la investigación formativa existe la investigación profesional. Entiendo como tal la realizada por profesionales del conocimiento que dedican a ella la mayor parte de su tiempo y de sus intereses. Mal podría llamarse investigación profesional la que se realiza en el tiempo libre, frecuentemente, por afición.

Este tipo de investigación debería sustentar los programas de enseñanza de la ingeniería. Un programa de doctorado o maestría tiene que ser un programa de investigación realizado, como se afirma últimamente, por "colectivos de investigación". La estructura ideal de un programa de maestría o doctorado debe estar dada por un programa de investigación con proyectos que congreguen a diferentes grupos de personas. Este podría ser

un primer paso hacia la excelencia. Y no olvidemos que si en ciencia y tecnología no aspiramos a la excelencia. Y no olvidemos que si en ciencia y tecnología no aspiramos a la excelencia tendremos que resignarnos, como hasta ahora, con la marginalidad.

La concepción del postgrado afianzado en la investigación científica y tecnológica de nivel profesional es compartida actualmente por todos los estamentos universitarios. El Gobierno ve igualmente en las maestrías y en los doctorados el clima propicio para la investigación de nivel profesional. Se podría decir que el país será en investigación científica y tecnológica aquello que sean sus programas de maestría y de doctorado.

Todos estos tareas no son fáciles de adelantar y requieren el concurso de organismos como la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI- y de todos sus socios, por que no solo existen carencias científicas evidentes sino serias deficiencias organizativas en los campos educativo, productivo y gubernamental.

Señoras, señores miembros de ACOFI:

Es razón a todo lo anterior, las actividades de ciencia y tecnología no pueden concebirse como esporádicas o episódicas. Tampoco deben reducirse a la dimensión utilitaria inmediata, aunque ésta siempre sea la prueba que legitima su valor. Ciencia y tecnología deben concebirse más ampliamente, como fundamentos de la cultura nacional, factores que aumentan la creatividad colectiva, elementos determinantes de una educación integral y progresiva, aspectos constituyentes de la vida ciudadana y de la civilización política. en suma, son dimensiones esenciales del concepto de soberanía nacional, o en otros términos, de la capacidad de la nación y del Estado para progresar.

De ahí que sea indispensable fortalecer la ciencia y la tecnología con el fin de conformar un sistema, que permita ordenar y orientar las actividades de investigación y de aplicación de ciencia y tecnología de una manera consistente y sostenida, con la suficiente previsión y proyección y con el debido rendimiento institucional y apoyo financiero.

Un sistema de ciencia y tecnología de esta naturaleza debe contar con mecanismos de retroalimentación y de comunicación entre los diversos procesos, actores e instituciones que intervienen en la compleja cadena de creación y aplicación de ciencia y tecnología; la demanda y la oferta; la creación, asimilación y uso del conocimiento; los investigadores y los ejecutores; los científicos, los ingenieros, los empresarios y los políticos; las instituciones de formación e investigación y las entidades de producción o de distribución de bienes y servicios, públicas y privadas.

A lograr este acercamiento se orienta en general la política Nacional de Ciencia y Tecnología, cuyo centro de gravedad recae sobre la formación y perfeccionamiento de nuestra población, pero principalmente de los investigadores científicos y de los innovadores tecnológicos.

Además, la política Nacional de Ciencia y Tecnología hace énfasis en la difusión de los valores de la creatividad científica y tecnológica en el sistema educativo, en la empresa y en el Estado, en la política y en la opinión pública, de modo que estos valores constituyan un modo de ser de la sociedad colombiana.

En este contexto, es preciso promover nuestro propio desarrollo tecnológico mediante la participación más decidida de los ingenieros, facultades de ingeniería y agremiaciones. El Gobierno Nacional ha visto la necesidad de crear espacios para dar oportunidades a las diferentes disciplinas de esta área del conocimiento. La "Política Nacional de Ciencia y Tecnología 1988-1992", con proyección en el largo plazo, aspira a contribuir al cambio económico, político, social y cultural y producir una transformación en las actividades científicas y tecnológicas en el país, de modo que se configuren como un sistema sólido estable y eficiente. Para ello, se han propuesto los siguientes objetivos y estrategias como forma de superar las limitaciones anteriormente anotadas.

1. Fortalecer la capacidad nacional de ciencia y tecnología y articularla al potencial de recursos y demandas nacionales.

El fortalecimiento, y en muchos casos la creación de una capacidad nacional en ciencia y tecnología, impone como condición básica el diseño y puesta en marcha, de manera urgente, de un gran programa de formación de investigadores tanto en el país como en el exterior. Al mismo tiempo es indispensable el establecimiento o impulso a verdaderos programas nacionales de investigación en las ciencias exactas y naturales en las ingenierías y en las ciencias sociales, lo cual implica fortalecer o crear centros de excelencia que, por una parte impartan formación de alto nivel y, por otra, adelanten investigaciones y desarrollos tecnológicos que estén en la frontera del conocimiento.

La estrategia básica para el cumplimiento de este objetivo es la formación de recursos humanos a nivel de doctorado y maestría, con el propósito de aumentar el número de investigadores en ciencias e ingenierías.

La meta propuesta para los próximos 5 años es formar 600 doctores y 1200 magister en ciencias e ingenierías.

- Ante esta oportunidad valdría la pena preguntar a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y a los docentes de la ingeniería, de que manera podrían contribuir y comprometerse con este objetivo de organizar y establecer programas de formación de investigadores en ingeniería, a nivel nacional.

2. Adquirir selectivamente ciencia y tecnología avanzadas e incorporarlas en forma adecuada al aparato productivo y a la cultura nacional.

Para cumplir este objetivo se requieren la identificación de la oferta y demanda nacional de tecnología y el fortalecimiento de la capacidad de elección, evaluación y negociación de la tecnología que se transfiere del exterior.

Con este propósito se establecerán 7 centros de desarrollo tecnológico, en alimentos, caucho, cuero, confecciones, electrónica y comunicaciones, electricidad y metalmecánica, áreas de gran ingerencia de las ingenierías. Se capacitarán por lo menos 300 expertos en evaluación y negociación de tecnología y se creará un banco de información sobre la evaluación y

negociación de tecnología. Una acción importante y relacionado con las tecnologías más avanzadas, es la elaboración de programas nacionales de desarrollo tecnológico e industrial en las áreas de microelectrónica, informática, nuevos materiales, biotecnología y química fina.

Con el fin de realizar este objetivo, se requiere una doble estrategia que tienda de una parte al fortalecimiento de la capacidad nacional de selección, evaluación, negociación, asimilación e incorporación de la tecnología importada, con el concurso de productores y consumidores de tecnología, al tiempo que, de otra parte, se vinculen en forma permanente y enriquecedora nuestra comunidad de ciencia y tecnología y su producción a la comunidad internacional. Esta cooperación de doble vía debe ser estimulada principalmente en las denominadas nuevas tecnologías.

La utilización de nuestros ingenieros en los procesos de adquisición de tecnología debe ser una condición sine qua non para su importación al país y nuestra capacidad nacional de ingeniería y consultoría deber ser promovida y vendida en el exterior.

Para abordar cada una de estas estrategias es preciso contar con la asesoría de centros de investigación públicos y privados y de las propias facultades, así como de ingenieros especializados.

- Cómo podrían entonces las facultades de ingeniería y los profesionales de sus diferentes ramas, vincularse a los estudios, análisis y ejecución permanente de estos temas?

3. Fomentar la capacidad innovadora del sector productivo con el fin de acrecentar su productividad y su competitividad en los mercados internacionales.

La desagregación de la tecnología importada, la utilización del poder de compra del Estado, el establecimiento de líneas de capital de riesgo para la creación de empresas de tecnología avanzada, el desarrollo de la ingeniería de consulta, tan importante para el establecimiento de puentes entre la investigación en la universidad y la industria, el fomento de la producción de bienes de capital y la aplicación de nuevas tecnologías administrativas, son metas para alcanzar este propósito.

Las estrategias para lograr lo propuesto deben estar encaminadas a cubrir tres aspectos: en primer lugar, expandir las experiencias que el país ha tenido en la utilización del poder de compra del Estado, en la desegregación tecnológica, en los procesos de subcontratación, en el desarrollo de programas como el de bienes de capital, en la conformación de grupos de integración industrial y en el desarrollo de la ingeniería de consulta. En segundo lugar, diseñar y poner en marcha mecanismos financieros innovadores como el de capital de riesgo compartido; comercializadores de tecnología, como las unidades de innovación tecnológica en las facultades de ingeniería; articuladores entre los institutos de investigación, la universidad y las unidades productivas, como los parques tecnológicos; descentralizadores de actividades como las de normalización, control de calidad y metrología. En tercer lugar, la elaboración por parte del Estado de un programa de gran alcance sobre promoción empresarial, estimulando programas de reconversión y modernización industrial donde los ingenieros colombianos puedan hacer sus aportes, contribuyan a la creación de empresas de alta tecnología y confluyan el capital empresarial y el conocimiento tecnológico nacional. Así mismo, fomentar prioritariamente las actividades de innovación al interior de las unidades de producción, teniendo presente la estructura empresarial de tipo tecnológico, las barreras que impiden los procesos de innovación y la capacidad de innovación adaptativa de las empresas.

- ¿Cuál puede ser la contribución de la ingeniería a la solución de los problemas tecnológico del aparato productivo nacional y a su crecimiento sostenido?

**4. Movilizar los recursos científicos y tecnológicos en beneficio de desarrollo social, ecológico y cultural de las regiones y comunidades del país.**

Se pretende realizar y evaluar inventarios de tecnologías disponibles en universidades y centros de investigación, aplicables entre otros a los campos de la alimentación, saneamiento ambiental y asentamientos humanos. Con ello se busca iniciar actividades científicas y tecnológicas que coadyuven al desarrollo social y la preservación del medio ambiente.

Es necesario seguir dos grandes estrategias para cumplir con el objetivo propuesto. La principal es la vinculación prioritaria de ciencia y tecnología a la satisfacción de las necesidades sociales básicas, mediante el ofrecimiento de soluciones apropiadas y oportunas que sirvan para mejorar las oportunidades de acceso a activos físicos, sociales y productivos, por parte de las familias y las comunidades de menores ingresos de las regiones urbanas y rurales de menor desarrollo relativo o en condiciones críticas de pobreza. De otro lado, se hace indispensable promover el estudio de una cultura colombiana y, en general, de las actividades científicas y tecnológicas que coadyugan al desarrollo social y la preservación del medio ambiente.

- ¿Cuál es el compromiso social de la ingeniería nacional con los menos favorecidos?
- ¿Cómo los ingenieros deben contribuir con soluciones a los graves problemas que aquejan a la sociedad colombiana?

5. Crear un clima para que la población pueda aplicar los principios científicos en su diario vivir, de modo que se fomente la creatividad, se desarrolle el potencial de los colombianos para alcanzar una mayor satisfacción y retribución en su trabajo y, a la vez, se enriquezca la cultura nacional.

Es necesario poner en marcha una estrategia que persiga superar la concepción elitista de la ciencia y la tecnología en todas sus expresiones. De la misma forma como el ciudadano medio vive en su mundo, familiarizado con los resultados prácticos de la ciencia y la tecnología, conviene familiarizarlo con la práctica científica en su fase creativa.

Es la única manera de lograr un reconocimiento social para los científicos e ingenieros que crean conocimientos y buscan su aplicación productiva.

Las salas demostrativas regionales, las publicaciones científicas, las actividades científicas infantiles y juveniles, los museos de ciencia, los sistemas de información, son acciones que deben reforzarse y estimularse.

Mención especial debe hacerse a la necesidad de consolidar el sistema de información en las áreas de ingeniería e industria. Muy bien sabemos que la información es poder, sin ella es imposible avanzar válidamente en los campos de la ciencia y la tecnología.

- En qué medida las facultades de ingeniería pueden contribuir a la popularización de la ciencia y la tecnología a nivel nacional y a consolidar el Sistema Nacional de Información?

6. Consolidar el sistema institucional de ciencia y tecnología, con el fin de mejorar sus procesos de planificación, coordinación, ejecución y evaluación, así como lograr la necesaria integración entre la política científica y tecnológica y las políticas económica, educativa e internacional.

Inicialmente se mencionó que una de las metas de la política nacional es la de estructurar un sistema nacional de ciencia y tecnología.

Tres tareas son fundamentales para lograr la consolidación del mismo. A saber, el establecimiento de un régimen legal especial para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico, la realización de la Misión de Ciencia y Tecnología y la elaboración de un Plan Nacional de Ciencia y Tecnología a largo plazo. La estrategia fundamental en este caso es la concertación interinstitucional entre los actores del desarrollo científico y tecnológico, es decir, la comunidad científica y de ingenieros, los usuarios del conocimiento y el Gobierno.

- Como convertir a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería un foro permanente en donde se debaten y propongan opciones de política nacional de ciencia y tecnología?

Señoras, señores:

Los objetivos descritos, las estrategias señaladas y las tareas indicadas están siendo ejecutadas en su mayoría en forma incipiente y sin el alcance que deberían tener. Aunque el esfuerzo realizado en los últimos años ha sido importante, se revela insuficiente ante las necesidades del país. Colombia debe dar un gran impulso a la ciencia y tecnología. Hemos perdido mucho tiempo tratando de crear conciencia, a nivel de la clase dirigente colombiana, sobre la importancia estratégica que para nuestro desarrollo revisten la ciencia y la tecnología.

El país es extremadamente débil en su infraestructura científico - tecnológica, lo cual implica que estamos iniciando el proceso con una baja capacidad de respuesta por parte de universidades, institutos de investigación especializados y unidades de producción. Igualmente, existe una alta irracionalidad en el sistema de creación; difusión y utilización de conocimientos, cuya causa principal se deriva de que los distintos elementos del sistema están desligados entre sí. La investigación científica, el desarrollo tecnológico, la docencia universitaria, la práctica profesional, la producción de bienes y servicios en nuestro país, siguen rutas paralelas que sólo se tocan en forma ocasional. Por eso se requiere una concepción integral e integrada del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, que interrelacione los elementos encargados de desarrollar estas actividades, y el compromiso de todos nosotros con esta causa, porque la ciencia y la tecnología deben ser los ingredientes básicos de la Colombia del futuro. Tal como lo señala muy acertadamente Ernesto Guhl "se debe fomentar un espíritu de investigación y de creatividad para plantear respuestas a las preguntas y difundir la idea de la importancia de la tecnología como medio para solucionar los problemas y las necesidades de una manera diferente a la dolorosa, desgarrada y violenta forma que ha tomado en nuestra sociedad hoy día".

## 2. CONFERENCIA DEL INGENIERO ALEJANDRO SALAZAR JARAMILLO -DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE.

### INTRODUCCION

En primer lugar, permitame agradecer a la Universidad de LA SALLE y a ACOFI la oportunidad de participar en ésta reunión Nacional de Facultades de Ingeniería y a la vez entregarles un saludo especial de la UNIVERSIDAD DEL VALLE y de su FACULTAD DE INGENIERIA.

Como anfitrión del I Foro Preparatorio de esta reunión cuyo tema fué: FORMACION EN CIENCIAS BASICAS, se me ha encargado presentarles un resumen de las actividades de este evento.

Trataré de plantear a mi juicio, los ideas mas relevantes presentadas en el I Foro. Por ello pido disculpas si omito expresar algún aspecto importante presentado en ese foro por alguno de los presentes aquí.

Pasemos al tema:

El Ing. Ernesto Guhl Nannetti planteo en su intervención:

"Cuando se habla de formación en ciencias básicas en ingeniería, inmediatamente se generan dos interrogantes principales: Que se entiende por ciencias básicas? qué es lo que se busca con la formación de los estudiantes de ingeniería en estas disciplinas?

Tradicionalmente lo que se entiende por formación en ciencias básicas está integrado por un conjunto de cursos en matemáticas, física y química que se ubican en los primeros semestres de la carrera y que constituyen los perrequisitos o correquisitos de los cursos que pudieramos denominar profesionales. Estos cursos propósitos tanto formativos como instrumentales, ya que su objetivo va en la dirección

de formar una manera de entender la realidad del mundo físico y los principios científicos que rigen la actividad profesional de la ingeniería y simultáneamente dotar al estudiante de unas herramientas y técnicas de análisis y trabajo que le permitan desempeñarse como ingeniero.

Tanto en el pasado como hoy en día las matemáticas, la física y la química son indispensables y esenciales para el ingeniero ya que lo proveen de una visión del mundo y de unas bases científicas y metodológicas para la comprensión de los fenómenos que encontrará y de las técnicas que deberá practicar en desarrollo de su actividad profesional.

Sin duda tendremos que admitir que la enseñanza en ciencias básicas en las facultades de ingeniería debe ser dinámica e incorporar los avances e innovaciones que se van dando con el paso del tiempo. Para ello es necesario que los profesores estén actualizados en sus conocimientos y estén informados sobre los nuevos libros y materiales de enseñanza que deben emplear si quieren que la enseñanza de las ciencias marche al acelerado paso que éstas llevan en el momento presente. Estaremos haciendo en éste sentido el esfuerzo suficiente? Contamos con los medios de información para estar al día? Dedicamos como profesores parte de nuestro tiempo a mejorar y actualizar nuestras clases o simplemente las mantenemos en un estado estático y por lo tanto desactualizado? Generamos en nuestros estudiantes la curiosidad y el espíritu investigativo?

Es evidente que la formación en ciencias básicas debe no solamente incorporar los avances que se dan en ellas a nivel mundial, sino también ampliarse para cubrir otros campos del conocimiento. Por ejemplo, cuando nuevos campos el de la BIOTECNOLOGIA se desarrollan rapidísimamente y abren unas perspectivas formidables de progreso, no deberán los estudiantes de ingeniería recibir una formación básica en biología? O cuando los problemas que provienen del deterioro del medio ambiente por un mal uso de la técnica, amenazan la misma capacidad de supervivencia en el planeta, no sería deseable que nuestros estudiantes recibieran algún grado de formación en el campo de las ciencias naturales y en particular acerca de la relación entre el hombre y el medio natural?

Sin duda puede afirmarse que existe en nuestras facultades una cierta preocupación en el sentido que he expresado. Cambiamos con alguna frecuencia los libros de texto y se incorporan nuevos conocimientos en la formación en nuestros estudiantes.

El punto que me preocupa fundamentalmente es el de que si el conocimiento en los campos conocidos tradicionalmente como ciencias básicas crece muy rápidamente y además se amplía la cantidad de materias que cabrían bajo ésta denominación, como puede lograrse que los estudiantes de ingeniería obtengan una formación lo suficientemente actualizada y amplia? el expediente al que se ha recurrido generalmente para dar a los estudiantes acceso a un nuevo campo de conocimiento o a un nivel más avanzado de una cierta materia es el de ofrecer nuevos cursos que se refieran al nuevo tema o al nivel superior en materias que ya existen en el currículo.

En realidad este sistema ha llevado a que nuestros currículos tengan una excesiva cantidad de materias, que tratan infructuosamente de cubrir el avance científico, tecnológico, y que en muchas ocasiones carecen de articulación y de coherencia. Simplemente agregando cursos no se logra un buen programa de estudios y por lo tanto no se forma ni se prepara adecuadamente a los estudiantes.

Frente al panorama de gran velocidad de cambio en el conocimiento y de ampliación del mismo que he descrito es imposible pretender abarcar a base de inclusión de nuevas materias, lo que podría denominar como una adecuada formación en ciencias básicas para los estudiantes de ingeniería. Este problema debería enfrentarse sobre la base de dar a los estudiantes unas muy claras, sólidas e insustituibles bases en cuanto a los principios fundamentales de las ciencias y a partir de allí orientarlos a tener una capacidad de hacerse preguntas y de resolver interrogantes que les permita con los conocimientos básicos adquiridos y las informaciones, elementos y sistemas de información disponibles, solucionar los problemas que

tengan por delante. Es decir, lo que debería hacerse es capacitar a los estudiantes para formular preguntas, reflexionar y resolver problemas, antes que tratar de prepararlos para que conozcan todas las respuestas. Este enfoque implica nuevos tipos de cursos y sistemas de enseñanza y sin duda una nueva y más creativa actitud de los profesores y de los estudiantes.

El segundo interrogante es el para qué se hace la formación en ciencias básicas en las facultades de ingeniería? La respuesta a esta pregunta depende naturalmente de las responsabilidades y campo de acción que se pretenda dar a los ingenieros en Colombia, los que a su vez dependen de la política científico-tecnológica que se adopte.

Si por ejemplo, se adoptara la decisión de que el país debería perseguir como una meta política la generación de conocimiento propio y un cierto grado de independencia en la producción y la utilización de la tecnología, sería indispensable que los currículos de ingeniería tuvieran una fuerte componente en ciencias básicas que permitiera el desarrollo de conocimientos y de aplicaciones referidas a la realidad colombiana.

Si por el contrario, en el otro extremo se decidiera que el país va a ser un usuario de tecnología importada, las características de los ingenieros y de su formación serían diferentes y mucho menos exigentes en lo que respecta a la formación científica, pues su papel sería el de aprender a utilizar unas ciertas técnicas, métodos y equipos que vendrían del exterior, sin que importaran mucho las bases teóricas y científicas que dieron origen a ellos. Naturalmente esta determinación entraña una relación de dependencia y de subordinación hacia los países productores de la tecnología.

Muy probablemente el desarrollo científico y tecnológico del país se ubicará en un punto intermedio entre estos dos extremos y por lo tanto el papel de los ingenieros será el de estar capacitados para generar

conocimiento y tecnología propia en una ciertas áreas y para utilizar tecnología importada en otras. Por lo tanto, las universidades deben preocuparse por mejorar y fortalecer la formación en ciencias básicas en ingeniería y en abrir campo a los estudios de postgrado de alta calidad basados en la investigación, pues de otra manera el país continuará haciendo cada vez investigación en laboratorios e instituciones diferentes a las universidades relegando a estas al modesto papel de ser únicamente transmisores de conocimiento. Por el contrario las ideas y planteamientos que he expuesto implican una visión del papel de la universidad en Colombia que la compromete con el proceso de desarrollo y le confiere un papel protagónico en la conformación de la sociedad del futuro en el cual la tecnología y por lo tanto la ingeniería son elemento esencial."

El Ing. Carlos Julio Cuartas, realizó una interesante reflexión acerca de **LO BASICO EN INGENIERIA**. Expresaba entonces:

"Cuáles son las ciencias básicas? que relación tienen con la formación básica o las asignaturas básicas de un plan de estudios? Pero que se entiende entonces por formación básica?"

Repasemos las expresiones binarias que contemplan las dos palabras en cuestión y las relacionadas que permiten precisar su significado.

**CIENCIAS** Básicas: Físicas, Metafísicas, Puras, Aplicadas, Empíricas, Sociales, Naturales, Del Espíritu, Formales, Positivas, Profesional, Humanística, Moral, Técnica, Tecnología, Religiosa, y Política.

**FORMACION** Básica, Empírica, Social, Académica, Profesional, Humanística, Moral, Etica, Científica, Técnica, Tecnológica, Religiosa, Cívica, Política, Integral, Familiar, Universitaria. Escolar.

**ASIGNATURAS** Básicas: Profesionales, Humanísticas, Científicas, Técnicas, Tecnológicas, Instrumentales, Específicas, Complementarias.

Existe una relación compleja entre lo básico de algo y aquello que lo distingue. En este sentido se puede hablar de lo que es básico,

fundamental: para un ingeniero que lo hace ingeniero y no tecnólogo? Fácilmente entra el relativismo en el análisis según el marco de referencia que se determine: la formación ética de un ingeniero, es básica o nó, según como se analice el asunto. De manera que establecer lo básico de algo presenta un grado de dificultad que obliga al estudio detenido.

Partiendo del supuesto que al hablar de Ciencia no se requiera ninguna precisión conceptual, se podría plantear la pregunta: Cuáles son las Ciencias Básicas en la formación de un ingeniero? Sobre el particular se propone una caracterización de la persona profesional con base en cuatro áreas:

1. Principios y valores humanos deben estar fundados en la persona y de los cuales se debe tener conciencia. Sembrados en la familia, cultivados en ella, en la escuela y en la sociedad, estos principios y valores humanos ofrecen un marco a la acción. La justicia, el respeto a los otros son ejemplos de este primero área.

2. Leyes y métodos que determinan el origen y desarrollo de fuerzas y materiales de la naturaleza, se estudian y conocen para explicar y controlar resultados físicos.

Estos dos primeros niveles se complementan para formar el área que corresponde al SABER que en el diagrama ocupa la parte superior, la de ordenadas positivas si se quiere, en el espacio cartesiano.

3. Aplicación del saber profesional, descrito en el segundo nivel, para la resolución de problemas reales en lo que se denomina ejercicio profesional, valida la formación universitaria, al dar utilidad concreta al saber.

4. Comportamiento individual en lo personal y en lo social, en correspondencia con lo planteado en el primer nivel y que condiciona la selección de alternativas que se presentan en el ejercicio profesional, descrito en el tercer nivel.

De esta forma los dos últimos niveles se refieren al HACER de la persona que afecta su entorno. EL SABER en si no tiene efectos; se necesita del HACER para desarrollarlo.

De esta forma se puede considerar como básico, la formación universitario en estos cuatro campos. Un ingeniero puede reducirse al espacio de abscisa positiva, a lo estrictamente profesional con ignorancia de lo personal; y aunque este es válido desde la perspectiva científica-tecnológica, socialmente ofrecería deficiencias; y es en el mundo social donde debe actuar el ingeniero.

A esta formación se le puede llamar tambien integral. El balance justo, armónico entre componentes, por cierto difícil de encontrar, es ideal. Cualquier extremo, esquina de cuadrilátero, hace perder riqueza al trabajo universitario. Sinembargo se podría plantear como básico lo que corresponde al SABER y al HACER profesional que distingue al ingeniero.

De manera que la formación básica en ingeniería se podría entender de diversas maneras:

1. La profesional estrictamente (niveles 3-4-)
2. La integral, que complementa la profesional (niveles 1,2,3,4)
3. La que se ofrece en los primeros semestres de carrera.
4. La que corresponde a la Ciencias Básicas en general, que para algunos son la matemática y la física.
5. La que corresponde a las Ciencias Bpasicas de Ingeniería que para algunos son la Mecánica de Sólidos y la de Fluidos."

La Ing. Aida de Stovenel, habló acerca de la Formación en Ciencias Básicas y el Ingeniero del futuro. Ella expresa lo siguiente:



## "LA FORMACION PARA EL FUTURO.

Algunos de los aspectos del futuro campo de trabajo del ingeniero de la actividad interdisciplinaria de acuerdo a la cual, nuestros profesionales deberán interactuar con otros profesionales de muy diversas áreas del conocimiento, atendiendo problemas complejos donde la tecnología apoyará la implementación de soluciones en el ámbito de la industria, comunicaciones, obras de infraestructura, salud, educación, etc.

Desempeñarse en grupos interdisciplinarios hace necesario desarrollar varias habilidades en diversos dominios de la persona. Una de aquellas es la capacidad de comunicarse con profesionales mentalmente estructurados con conceptualizaciones alejadas del campo de la ingeniería. También es preciso que el ingeniero reconozca oportunamente que, en la gran problemática nacional la tecnología aparece como una herramienta y no como un fin en sí misma. Solamente al tener una clara conciencia de que su aporte profesional debe estar revestido de valores éticos y sociales podrá el ingeniero ejercer liderazgo dentro de la sociedad.

En lo que se refiere a la computación, es interesante hacer notar un resultado particularmente trascendente del empleo intensivo y extensivo del computador. Esto incide particularmente en la capacidad de los ingenieros para aplicar su conceptualización lógico-matemática, a sistemas más amplios, menos convencionales, y de mucha trascendencia social, por cuanto el ingeniero tendrá que estar en condiciones de asimilar continuamente nuevos conocimientos para alimentar la capacidad de procesamiento de sus sistemas computacionales en forma inteligente, y de este modo hacer un aporte creciente, significativo al desarrollo. A este desafío, evidentemente se asocia el cultivo de ciertas capacidades intelectuales en medida superior a lo que en el presente se considera suficiente. No es lo mismo modelar y controlar sistemas de pocas variables, de variables similares dentro de un mismo orden natural, tal como por ejemplo, es el caso de un reactor, una máquina eléctrica o una turbina hidráulica, que modelar sistemas en los cuales intervienen a la vez fenómenos naturales, aspectos humanos, valores éticos, aspectos estéticos, de seguridad, políticos, económicos, etc.

Como puede apreciarse estas dos connotaciones de las varias posibles del campo profesional del ingeniero que se ha considerado conveniente hacer resaltar, convergen hacia un proceso formativo que otorgue al estudiante una mentalidad, una personalidad y una formación integral.

Las consideraciones precedentes muestran al ingeniero inmerso en tareas y actividades que demandan de él habilidades que se asocian en diversas áreas de su personalidad. La teoría educativa contemporánea permite separar la personalidad de cuatro áreas, al saber, Área Cognitiva (habilidades intelectuales), Área Afectiva (aptitudes, desarrollo socio-emocional), Área potencial (auto-desarrollo) y Área Sicomotriz (habilidades y destrezas de comunicación interpersonal y movimiento corporal). Estas cuatro áreas o dominios de la persona se encuentran comprometidas en la labor profesional futurista que se ha venido caracterizando. Si bien lo anterior también se aplica al profesional tradicional, las señales que llegan a las universidades del campo empresarial hacen ver que ciertos rasgos de la personalidad no se encuentran suficientemente desarrollados en los ingenieros actuales. El espíritu empresarial, la creatividad, la capacidad de comunicación, la empatía, la capacidad de organizar y liderar, y la capacidad para actualizar conocimientos y estudiar en forma autónoma inciden fuertemente en las áreas afectiva, potencial y sicomotriz, las cuales no parecen ser cultivadas con la intensidad y amplitud que las condiciones futuras de trabajo hacen aconsejable.

El punto central es entonces, como mirar el problema de la enseñanza de las ciencias básica a la luz de la formación que queremos impartir a nuestros ingenieros para el futuro. El decir, identificar las estrategias de enseñanza aprendizaje más que los mismos contenidos de las asignaturas, haciendo énfasis hacia los resultados deseables en el proceso, suponiendo la adopción del concepto de currículo centrado en la persona como determinante para el logro de los objetivos educacionales propuestos.

La tarea del docente será ayudar al alumno a crecer, a ejercitar su propia actividad, para que sea capaz de decidir en proporciones cada vez mayores,

como llegar a sus objetivos. Se deberá implementar el método de trabajo personal del alumno a través de actividades donde se le entregue la información básica necesaria para una adecuada comprensión y asimilación del tema tratado, dejando sin cubrir intencionalmente, aspectos de desarrollo y aplicaciones que debe elaborar el estudiante en forma independiente.

Es posible en el mundo moderno, caracterizado por un acelerado proceso de cambio, encontrar modelos y estrategias educativas en la enseñanza de las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, que permitan enseñar conductas que los estudiante pueden usar a su vez, para aprender por sí mismos. Si el ingeniero del futuro ha aprendido a aprender, podrá sin dificultad adaptarse a los cambios. El aprendizaje de "hechos" o conocimientos muy específicos y avanzados científica tecnológicamente, puede generar dificultades de adaptación y sentimientos de inadecuación y obsolescencia."

La intervención del Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes, ingeniero Hernando Durán, trató sobre el área de las Ciencias Básicas en los Currículos de Ingeniería.

En ella planteó una reflexión sobre el papel de la formación básica en el ingeniero. Analizó dos orientaciones actuales en los programas de ingeniería:

- a) El enfoque hacia conseguir profesionales especializados en áreas concretas, tal que sean útiles y productivos en forma inmediata, cuando se emplean por primera vez. (estructuras, suelos, máquinas etc.)
- b) El enfoque opuesto al anterior que busca darle al ingeniero una formación básica que los capacita para desempeñarse y desarrollarse en una variedad de campos y le da una educación que perdura durante todo su ejercicio profesional.

Considera el ingeniero Durán, que este último enfoque de formación, corresponde o se acerca más al actualmente impartido en Colombia. La

razón a esta tendencia no corresponde solamente a la educación de la ingeniería en Colombia, sino que constituye un rasgo de nuestro tiempo. El ritmo cada vez más acelerado del progreso tecnológico exige una educación más amplia y fundamentada en un conocimiento de las ciencias básicas de ingeniería. Así mismo, el ingeniero moderno cada vez está más preocupado por los factores humanos, económicos, sociales, políticos y administrativos, pues estos están necesariamente involucrados en las decisiones de carácter técnico. Por lo tanto, la educación del ingeniero debe permitirle entender y comunicarse adecuadamente y eficazmente con prácticamente cualquier profesional, pues solo así podrá emprender y comprender su trabajo interdisciplinario.

Sin embargo, se pregunta el ingeniero Durán, de continuar esta línea de formación básica, ¿cómo van a satisfacerse las necesidades inmediatas del país y de la industria? ¿Qué mecanismos deben existir para que el ingeniero con una formación básica alcance el grado de competencia necesario para asegurar una continuada productividad en su práctica profesional?

El mismo se responde, que deben mantenerse universidades e institutos de tecnología cuyos programas sigan orientados hacia sacar ingenieros y técnicos altamente especializados. Estos profesionales pueden satisfacer casi que inmediatamente dichas necesidades actuales de la industria. Sin embargo, no se ve cómo las necesidades que tiene el país a mediano y largo plazo pueden suplirse de la misma manera.

Los costos de formar profesionales altamente especializados son la reducción de su movilidad de un campo a otro y de una obsolescencia más temprana. Estos costos se hacen cada vez más altos, pues la demanda de ingenieros y técnicos se está viendo más afectada por el avance de la tecnología, los cambios en prioridades nacionales, la alteración de las condiciones sociales y los cambios en la profesión misma.

Para que un ingeniero o profesional que posea una formación básica alcance el nivel de competencia en un campo específico, es necesario crear programas de entrenamiento, ya sea en la industria donde trabaja o en las

universidades como programas de postgrado. Se ve así la imperiosa necesidad de la educación conuinuado como vehículo esencial para proveer el grado de especialización requerido por el ingeniero y para luchar con la rápida obsolescencia tecnológica.

"Los años de estudios en la universidad deben mirarse entonces como un medio para que el estudiante adquiera un alto grado de confianza en su capacidad de continuar aprendiendo durante toda la vida y para que adquiera también los conocimientos básicos que le permiten ser permeable y asimilar efectivamente las mencionadas influencias."

En la intervención de la Decana de la Facultad de Ciencia de la Universidad de Los Andes, doctora Margarita de Meza "Formación básica o formación integral, plantea aspectos similares a los anteriormente expuestos. Sin embargo, piensa en una universidad cuyo objetivo sea formar el ciudadano del mañana no solo preparado para desempeñarse en el mundo del trabajo sino dotado de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que le permitan reflexionar sobre el pasado, ser consciente del presente y otear el futuro para impulsar la innovación y el cambio social."

Y se pregunta, cómo hacer ésto?

"Con que recursos cuenta la Universidad para alcanzar esos objetivos?

El primero sobre el cual cae a menudo todo el peso de la labor, es el contenido curricular, lo que se enseña. Hay otros dos recursos a su modo de ver, más importantes que son: la metodología, es decir, la manera como se hacen las cosas, y los profesores, quienes son junto con los estudiantes, los protagonistas de esta obra. Considera que la formación no es problema de contenido, no es problema de qué se enseña sino de cómo se enseña de cómo se vive la universidad.

La tarea formadora nos compromete a todos , a estudiantes, profesores, directivos funcionarios. Son la intervención diaria, el ambiente

universitario, las actividades académicas que se desarrollan, la cultura institucional, las que van torneando y formando al individuo que se mueve en ese medio. Es esa práctica, que trasluce el concepto que cada institución tiene del individuo, la sociedad y la ciencia, lo que va moldeando y transformando al futuro profesional. Naturalmente ese mundo está cargado de valores, de fines y motivos que impulsan y delimitan nuestra acción y con ella la de los que comparten nuestro espacio vital.

Una descripción de la tarea docente la hallamos en Einstein.

"Lo primero - dice- debería ser siempre desarrollar la capacidad general para el pensamiento y el juicio independientes y no la adquisición de conocimientos especializados (...) No basta con enseñar a un hombre una especialidad. Aunque esto pueda convertirlo en una especie de máquina útil, no tendrá una personalidad armoniosa y desarrollada. Es esencial que el estudiante adquiera una comprensión de los valores y una profunda afinidad hacia ellos. Debe adquirir un vigoroso sentimiento de lo bello y de la buena moral. De otro modo, con la especialización de sus conocimientos más parecerá un perro bien adiestrado que una persona de armonioso desarrollo. Debe aprender las motivaciones de los seres humanos, sus ilusiones y sus sufrimientos, para lograr una relación adecuada con su prójimo y con la comunidad. Estas cosas preciosas se transmiten a las generaciones más jóvenes mediante el contacto personal con los que enseñan, no a través de los libros de texto (no al menos en principio). La enseñanza debería ser de tal naturaleza que lo que se ofreciese se recibiera como un don valioso y no como penoso deber".

La tarea es pues, preparar el individuo para participar creativamente en el hacer de un mundo en cambio."

## **RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES**

1. El concepto de CIENCIA BASICA debe ampliarse para incluir disciplinas diferentes a las ciencias físicas, químicas y matemáticas, tal que se

procure una formación integral del ingeniero. Esto es, otorgarle una **FORMACION BASICA**. Lo anterior se refuerza por que el ingeniero actual y cada vez más el del futuro, deberá desenvolverse en actividades interdisciplinarias, trabajar e interactuar con profesionales de muy diversas áreas del conocimiento y reconocer que en la gran problemática nacional la tecnología aparece como una herramienta y no como un fin en si misma. Debe adquirir una clara conciencia de que su aporte profesional debe estar revestido de valores éticos y sociales para ejercer liderazgo dentro de su sociedad.

2. Al aplicar el criterio de **BASICO** a los conocimientos que se deben manejar en la formación del ingeniero, se concluye que los únicos conocimientos generales se agrupan en las ciencias humanísticas formales y en las ciencias sociales. En cambio, los conocimientos de las ciencias naturales sólo son básicos en cuanto sean permanentes en los procesos, y su generalidad es limitada al tipo de la rama de la ingeniería en donde se aplican. De hecho se puede formar grupos de ingeniería de base física, de base química, biológica, geológica, o de bases combinadas, integradas por ramas de las ciencias: bio-mecánicas, bioquímicas.

3. El proceso educativo debe orientarse a enseñar conductas que los estudiantes pueden usar para aprender por si mismos. Esto será la única salida para que los individuos con capacidad y gusto por aprender, se apropien de nuevos conocimientos manteniéndose al día.

4. La educación continuada es uno de los caminos esenciales para luchar contra la rápida obsolescencia tecnológica del ingeniero, dada la gran velocidad con que se generan nuevos conocimientos. Una educación que perdure durante toda la vida profesional se concibe solo como un proceso continuado, recibiendo el influjo renovador de cursos cortos, seminarios, congresos, cursos formales. etc.

### 3. CONFERENCIA DEL INGENIERO ALVARO CUBAS MONTES, DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.

La relación de la Universidad con el medio externo ha sido exitosa en otros países, en particular los industrializados.

La Universidad colombiana, sin embargo, se ha caracterizado por ser una institución transmisora del conocimiento, y por no ser una generadora del mismo, por lo tanto la contribución directa al desarrollo del país se encuentra muy limitada.

El papel de la Universidad se ha circunscrito, en términos generales, a formar profesionales, a atender y resolver casos y situaciones individuales, y adelantar una escasa investigación realizada por un pequeño grupo de individuos, con poca o ninguna divulgación.

"Existe, en conclusión, un divorcio entre las necesidades nacionales y el trabajo universitario, entre los proyectos, las investigaciones académicas y los agentes del desarrollo económico y social, es decir, entre la Universidad y el medio externo".

El panorama ha empezado a cambiar en el país, el Decreto 222 ha dado una cierta preferencia a las Universidades para controlar estudios de factibilidad con entidades del Estado, y mediante una política coherente y consecuente con este decreto, el gobierno nacional decidió propiciar la investigación en la universidad y lograr una mayor relación con el medio externo, público y privado mediante el uso de recursos financieros BID administrados por COLCIENCIAS.

Con base en estos recursos se ha iniciado un proceso muy interesante y provechoso para las Universidades y para el país que deberá afianzarse con el paso del tiempo".

### EXPERIENCIAS EXTERNAS

- "La Universidad de Stanford, creó un sistema interactivo de servicios

- **Debido al fin y objeto empresarial hoy:**
  - a) Empresas comerciales
  - b) Empresas de consultoría
  - c) Empresas con base tecnológica
  - d) Empresas cuyo objeto principal es el mejoramiento de la docencia, mediante el contacto con el sector externo.

- **Debido a naturaleza jurídica de las empresas.**

- a) Independencia jurídica total (Rentagro Univ. del Zulia)
- b) Independencia económica pero sin fines de lucro.
- c) Con fines de lucro e Independencia Económica
- d) Fundaciones y/o corporaciones

- **Debido a la naturaleza de los recursos**

- a) De recursos existentes dentro de la Universidad
- b) De recursos mixtos de diferente tipo

- **Debido al producto u objetivo**

- a) Empresas para crear empresas
- b) Empresas finales

Dentro de los diferentes enfoques dados por las universidades a sus empresas nacientes, todas las universidades latinoamericanas pueden cobijarse dentro de algún punto intermedio de las siguientes dos universidades de políticas, y reglamentaciones extremas.

La Universidad del Zulia, fundó una empresa con características privadas y objetivos claros de producción y rentabilidad, llamada **RENTAGRO**.

Dicha empresa tiene, todas las características de una empresa privada y ofrece servicios en las áreas agropecuaria y agroindustrial.

En el otro extremo se encuentra la **Universidad de Costa Rica**, quién tiene una estructura administrativa muy semejante a la de la Universidad Pública Colombiana y ha logrado crear una serie de empresas auxiliares adscritas a las unidades académicas y/o a los centros e institutos de investigación, mediante programas de apoyo tecnológico en la industria. Exporta sueros antiofídicos, tiene un periódico y un canal de televisión. Estas empresas a pesar de tener una organización administrativa dependiente totalmente de la administración central han venido funcionando desde 1970 y además de atender la investigación contratada, venden los bienes que producen.

Dentro del gran marco de estas dos universidades estatales se encuentran toda una gama de sistemas intermedios y/o combinación de ellos.

Entre otras es bueno mencionar, la Universidad Central de Chile la cual maneja un centro tecnológico de la leche y un hotel, mediante una sociedad anónima totalmente autónoma.

La Universidad del Valle en Colombia adelanta empresas camaroneras, ladrilleras, una reciente empresa para ensamblar computadoras, y una empresa de fabricación de laboratorios de física para bachillerato.

La Universidad Tecnológica del Centro en Venezuela es una Universidad privada, desarrollando su espíritu empresarial en sus estudiantes mediante la facilitación de espacios y servicios en las cuales los estudiantes tienen que fundar empresas productivas como requisito para graduarse en el área de la Economía y la Administración de Empresas.

La Universidad del Pacífico en Perú, tiene un sistema semejante a la anterior donde los estudiantes, luego de fundar la empresa como requisito

para graduarse, de tener otros intereses lo ceden o venden a otros grupos que deben conquistar nuevos mercados e impulsar la empresa ya fundada para obtener su grado. Esta Universidad, a pesar de los grandes problemas inflacionarios que afectan al vecino país, sigue adelante con el **Programa de Entrenamiento Gerencial (PEG)**.

### **CONCLUSIONES**

Hay otras universidades Latinoamericanas que nos han tomado ventaja, pero al mismo tiempo la Universidad Colombiana ya dispone de mecanismos administrativos adecuados para manejar proyectos de extensión.

Es así como pienso que nuestra Universidad deberá crear infraestructura hacia atrás, y a partir de la demanda, como mecanismo hacia el rápido desarrollo de sus programas de extensión.

#### **Las principales motivaciones serán:**

- Buscar nuevas fuentes de financiación.
- Vincular a los estudiantes con el mercado profesional.
- Tener acceso a la infraestructura industrial
- Acceder a los fondos internacionales para la investigación.

#### **Los elementos que nos pueden llevar al éxito son:**

- Enfoques estratégicos con una orientación y unas políticas claras.
- Los criterios deben centralizarse y la ejecución debe descentralizarse.
- La consecución de crédito de riesgo con bajas tasas de interés.
- Mirar las compras del estado como mercados potenciales.

- Crear empresas cuyo objeto sea la **"Comercialización de la Tecnología"**
- Poseer una infraestructura normativa y regulatoria adecuadas.
- Una actitud de liderazgo emprendedora, entusiasta y decidida con talento gerencial
- Convencernos claramente que la prestación de servicios sí es una misión de la Unviersidad actual para evitar dubitación. Actualmente hay una concientización en la mayoría de universidades latinoamericanas de la necesidad de hacer la aceptación de que la Universidad preste servicios y gane dinero.
- Conocer muy bien las necesidades de la comunidad regional.
- Hacer una localización estratégica sobre los temas en los cuales somos fuentes o en los que queremos desarrollar fortaleza, sin pretender abarcarlo todo.
- Mantener buenas relaciones con el sector público y privado.
- Debe haber una disponibilidad de recursos, ya que los retornos no son inmediatos y al principio podría haber más gastos que ingresos.
- Se hacen indispensables los incentivos para profesores e investigadores.
- Crear centros de investigación de cooperación bilateral.
- Dotar con un investigador a cada convenio, puede ser egresado o alumno de Postgrado, para que los convenios no falezcan por **INANICION.**
- Formular en terminos técnicos los problemas y necesidades y transformarlos en objetivos concretos de investigación.
- Tipos de prácticas realizadas, y
- Descripción de casos específicos

- Divulgar los resultados de las investigaciones para que sean incorporados al sistema económico.
- Desarrollar un permanente mercadeo de servicios participando en eventos de divulgación y promoción tecnológica.
- Tener presente que: considerar los proyectos como algo más importante que la misma institución, es el cambio conceptual trascendental de la década, bajo esta premisa elaborar, ejecutar y evaluar proyectos será la base fundamental para las universidades colombianas que quieran salir adelante con los compromisos del siglo venidero.
- Hacer una localización estratégica sobre los temas en los cuales somos fuentes o en los que queremos desarrollar fortalezas, sin pretender abarcarlo todo.
- Mantener buenas relaciones con el sector público y privado.
- Debe haber una disponibilidad de recursos, ya que los recursos no son inmediatos y el principio podría haber más gastos que ingresos.
- Se hacen indispensables los incentivos para profesores e investigadores.
- Crear centros de investigación de cooperación bilateral.
- Dotar con un investigador a cada convenio, puede ser egresado o alumno de Postgrado para que los convenios no fallecan por INANICION.
- Formular en términos técnicos los problemas y necesidades y transformarlos en objetivos concretos de investigación.

**4. INTERVENCION DEL INGENIERO GUILLERMO SANCHEZ BOLIVAR  
VICEDECANO ACADEMICO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-BOGOTA.**

El III Foro Preparatorio de la IX Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería se realizó el día 11 de agosto de 1989 en la sede de la Asociación de Exalumnos de la Universidad Nacional ADEXUN, organizado conjuntamente con ACOFI y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, sede de Bogotá.

El tema seleccionado para la ocasión fué LA PRACTICA EN LA FORMACION UNIVERSITARIA, el cual esta inscrito dentro del tema general de esta reunión, "Ciencia y Tecnología en las Facultades de Ingeniería", y los aspectos que se propusieron en su convocatoria fueron los siguientes:

- Relación entre la teoría y la práctica en la formación de ingenieros. Mecanismos para su mejoramiento.
- Experiencias de prácticas industriales de estudiantes de ingeniería. Organización, mecanismos, supervisión, duración, dificultades.
- Papel de la práctica en la formación de ingenieros.
- Metodologías pedagógicas que mejoren la formación práctica de los estudiantes de ingeniería.
- Experiencias de prácticas universitarias tendientes al desarrollo de la comunidad (beneficio social).
- Servicio social obligatorio.

En el evento se presentaron 13 ponencias que versaron principalmente alrededor de tres temas, a saber:

- Aspectos conceptuales y estrategias
- Tipos de prácticas realizadas, y
- Descripción de casos específicos.

A continuación se presenta una síntesis de las ideas planteadas en el foro, agrupadas de acuerdo con los temas indicados.

## ASPECTOS CONCEPTUALES Y ESTRATEGIAS

Dentro de este título general se agrupan y sintetizan las ideas más importantes que se expresaron sobre la relación entre la teoría y la práctica, el papel de la práctica en la formación de los ingenieros y las metodologías pedagógicas que mejoran la formación práctica de los estudiantes de ingeniería:

No es fácil establecer una delimitación precisa entre el aprendizaje teórico y el práctico. Como una primera aproximación aceptamos que el aprendizaje de la teoría se refiere a la asimilación racional de conceptos, principios, leyes, métodos, procedimientos, datos e información, en general, y al proceso de reflexión sobre ellos. Por su parte, el aprendizaje basado en la práctica tiene que ver con la observación de fenómenos y situaciones, la experimentación, el contacto con la realidad, la aplicación de conceptos teóricos y situaciones específicas, el uso de instrumentos y la resolución de problemas.

El estrechamiento de las relaciones entre las actividades teóricas y prácticas previstas en los planes de estudios es una estrategia útil para lograr la formación integral de los estudiantes de ingeniería, para lo cual se propone reemplazar, hasta donde sea posible, la actual estructura de los planes de estudios, basada en asignaturas teóricas y prácticas, por la opción más flexible de actividades teórico-prácticas, en las cuales se utilicen las estrategias y métodos pedagógicos que mejor se adapten a las temáticas ó a los objetivos que se deseen alcanzar, en cada caso específico.

Hay que enfatizar el uso de estrategias y métodos pedagógicos que promuevan la participación de los estudiantes y el acercamiento de éstos a la realidad; los profesores deben desempeñar, principalmente, el papel de

guía y apoyos, y los estudiantes deben responsabilizarse más por su aprendizaje y su acceso al conocimiento. De igual modo, es necesario implementar estrategias que estimulen el desarrollo de actitudes, habilidades y valores en los estudiantes, aspectos que son tanto o más importantes que los conocimientos adquiridos durante el paso de aquellos por la universidad, en cuanto formación que le s permitirá desempeñarse como profesionales y como ciudadanos.

La innovación en el empleo de estrategias pedagógicas debe ser precedido por un proceso de información y motivación de directivos, profesores y estudiantes, y un programa de capacitación del personal docente. Además, las estrategias participativas exigen el uso frecuente de recursos de apoyo, tales como bibliotecas, hemerotecas, centros de cómputo y laboratorios, y recursos de aula, como acetatos, diapositivas, videos, modelos, computadores y películas.

Entre muchos métodos pedagógicos que pueden ser de utilidad en la formación de ingenieros, se sugieren: la clase magistral, la clase común, las simulaciones, las investigaciones, las discusiones dirigidas, los trabajos en equipo, los talleres, las prácticas industriales y profesionales, las demostraciones, las conferencias, los trabajos dirigidos, las pasantías, los trabajos de campo, las visitas de observación.

Como complemento al empleo de estrategias y métodos pedagógicos más adecuados, se considera de la mayor importancia lograr una vinculación estrecha entre la docencia, la investigación y la extensión que se realizan en las instituciones, con el fin de que los estudiantes alcancen una formación integral.

La integración teórico-práctica ha de ser permanente a lo largo de todo el plan de estudios y, por tanto, no puede limitarse a actividades puntuales, tales como el trabajo de grado, el semestre de práctica o las pasantías. La equivocación del modelo del semestre de práctica no está en el mismo, sino en la función y objetivo que se le suele asignar a esa labor académica, que como cualquier trabajo hecho a conciencia, deja experiencias, motivaciones y contacto con el entorno, pero que no puede remplazar todo un proceso de la concepción, importancia y trascendencia que tiene la formación práctica profesional.

Sólo en la medida que el perfil profesional del ingeniero identifique los objetivos de formación, se puede dimensionar la relación entre la teoría y la práctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La práctica en la formación profesional no puede aparecer como una actividad anexa o como un complemento. Tampoco se debe confundir con los llamados "laboratorios", ni debería constituir la parte "fácil", la que usualmente ayuda a "cuadrar" la calificación final de las asignaturas distinguidas como "teórico-prácticas". Por el contrario, la formación práctica profesional es parte integral de proceso educativo. Es consustancial con la formación universitaria, en todos sus niveles. Debe aparecer con diferente intensidad, desde el primero hasta el último período académico de las carreras de ingeniería.

Cuando el conocimiento del mundo físico no es profundo, el Ingeniero tiene que apelar al laboratorio, al ensayo, a la experimentación: lo hace para comprobar y desarrollar criterios de diseño, generalmente por medio del método de aproximaciones sucesivas. Las relaciones entre la teoría y la práctica características de la ingeniería se expresan en la construcción de la infraestructura física para el desarrollo. Del mundo abstracto de las concepciones técnicas ideales que pasa al mundo concreto de las realizaciones físicas, donde estas se objetivan, gracias a los ingenieros que diseñan y construyen.

## **TIPOS DE PRACTICAS REALIZADAS.**

### **La práctica industrial**

Cuatro de las ponencias presentadas (Universidades Javeriana de Cali, Andes, Antioquia y Valle) hicieron referencia a las prácticas industriales como estrategia para reforzar la formación práctica de los estudiantes. Se considera de interés especial resaltar los siguientes aspectos:

La práctica industrial es una experiencia pre-profesional que realiza el estudiante en una entidad del sector público o privado, con el fin de adquirir algún conocimiento previo del ambiente en el cual va a trabajar una vez concluya sus estudios.

La práctica industrial tiene características similares en los cuatro casos, pero se denomina de diferentes maneras: pasantía, semestre de industria, semestre de práctica y practica industrial.

Aparentemente, donde más éxito ha tenido la implementación de esta estrategia es en las carreras de ingeniería industrial, aunque se presentan experiencias en otras, tales como ingeniería de sistemas, eléctrica y mecánica.

En dos casos, la práctica industrial es obligatoria para todos los estudiantes de la carrera; en un caso es opcional, y en otro constituye una alternativa del trabajo de grado.

En general, la práctica industrial tiene una duración de un semestre, que está ubicado entre el séptimo y el décimo semestre del plan de estudios. La dedicación al trabajo por parte del estudiante varía entre medio tiempo y tiempo completo. En ocasiones, es posible cursar simultáneamente con la práctica industrial, algunas asignaturas del plan de estudios o el trabajo de grado.

Las instituciones que emplean esta modalidad, han creado infraestructuras administrativas y procedimientos que les permiten establecer relaciones con las empresas, seleccionar los estudiantes, programar las prácticas y realizar su seguimiento y evaluación final.

El programa de ingeniería industrial de la Universidad del Valle tiene una experiencia de varios años con esta metodología. Las otras tres universidades mencionadas empezaron a utilizarla en 1988.

Los estudiantes que realizan las prácticas industriales se vinculan a las empresas mediante contratos laborales, en los cuales se determina la asignación de sus honorarios; además, deben cumplir con los reglamentos establecidos por las respectivas empresas.

Los objetivos que se buscan en las practicas industriales se pueden sintetizar en los siguientes:

- Familiarizar a los estudiantes con el medio industrial
- Completar los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad con su aplicación práctica en la industria.
- Promover el acercamiento entre la universidad y la industria.
- Proporcionar al estudiante una experiencia laboral que pueda ser aprovechada en su posterior desempeño profesional.
- Contribuir, mediante el aporte del recurso humano, al desarrollo de las empresas, las regiones y la comunidad.

La evaluación que se ha hecho hasta el momento de las prácticas industriales indica que éstas producen simultáneamente beneficios al estudiante, a las empresas y a las universidades.

Las prácticas industriales han tropezado con algunos obstáculos como: la cantidad de tiempo que deben dedicar los profesores para hacer el seguimiento de las prácticas; los trabajos que escogen las empresas para que sean desarrollados por los estudiantes a veces no son aceptables; es difícil la selección de los estudiantes más idóneos para las tareas propuestas; hay dificultad para que los estudiantes cumplan con otras obligaciones impuestas por la universidad, durante la práctica industrial.

#### La educación abierta y a distancia.

Especialmente interesante, por tratarse de una metodología novedosa en la enseñanza de la Ingeniería en Colombia, fué la ponencia de la Unidad Universitaria del Sur de Bogotá- UNISUR, que versó sobre la formación de ingenieros de alimentos bajo la estrategia de educación abierta y a distancia.

Dentro del plan de estudios existe un componente práctico que corresponde al 50% de las asignaturas teórico-prácticas, las cuales a su vez conforman el 60% del total de las asignaturas, de modo que el programa ofrecido es, en realidad, semipresencial.

La Universidad efectúa una distinción entre el significado de laboratorios básicos, especializados y plantas piloto. Los laboratorios básicos son aquellos que permiten al estudiante comprobar sus conocimientos, desarrollar habilidades para el manejo de técnicas preliminares y equipos, e iniciarse en la investigación. Para implementar estas prácticas, UNISUR ha establecido convenios con instituciones educativas oficiales del orden nacional, departamental o municipal, tales como los INEM, el SENA, y los CADS (Centros Auxiliares de Servicios Docentes).

Los laboratorios especializados son aquellos eventos prácticos que permiten al estudiante la confrontación de los conocimientos adquiridos en áreas específicas de la formación, y con los cuales se busca perfeccionar sus habilidades para la correcta utilización de equipos y procesos, promoviendo además su espíritu crítico y su capacidad de análisis e interpretación de resultados. Para realizar estas prácticas, UNISUR ha establecido convenios con universidades tales como la Nacional, la del Atlántico, la del Cauca, la de Nariño, la Tecnológica del Magdalena, y la Tecnológica del Llano.

A las plantas piloto se les concibe como las prácticas que tiene el estudiante al aplicar técnicas y tecnologías dentro de su área de desempeño, a partir del desarrollo a pequeña escala de procesos productivos controlados.

Además de los laboratorios, existe el proyecto de desarrollo Empresarial y Tecnológico, el cual es un componente de la formación académica de los estudiantes, integrado dentro del plan de estudios. El propósito de este proyecto es preparar a los egresados para que puedan participar activamente en la solución de problemas reales, asumiendo una actitud positiva y comprometida frente a los problemas de desarrollo empresarial y tecnológico de las regiones.

**El programa Interdisciplinario de Apoyo a la Comunidad**

EL PRIAC es una estrategia de coordinación de esfuerzos, acciones y recursos para el acercamiento de la academia a la realidad de los sectores más pobres de la población. Se pretende reunir en él la totalidad de áreas del conocimiento presentes en la Universidad Nacional, en actividades que trascienden las barreras disciplinares, enfocadas al apoyo de las comunidades en sus procesos de desarrollo con propósitos de continuidad y permanencia.

Como propósitos del programa orientados a la comunidad se señalan:

- La generación de procesos educativos y organizativos en ella, en búsqueda de participación, reflexión, formulación de propuestas e implementación de acciones.
- El apoyo en la constitución de la comunidad, que se entiende como un proceso de identificación de su historia, tradición, necesidades e intereses comunes.

Hacia el interior de la universidad se destacan los siguientes propósitos:

- Fomentar las actividades de investigación, docencia y extensión universitaria, sobre la base del conocimiento de una realidad social colombiana.
- Promover el trabajo interdisciplinario que permite una visión integral de la problemática social y además se constituye en aporte a la formación de los miembros de la academia al ampliar su visión disciplinar hacia una perspectiva mucho más general.
- Contribuir a la revisión de los planes curriculares, en búsqueda de que las nuevas orientaciones surgidas de la confrontación con la realidad social puedan ser recogidas e incluidas en ellos.

#### **DESCRIPCION DE CASOS ESPECIFICOS**

Dos fueron los casos específicos que se presentaron en el foro, como ejemplos de prácticas estudiantiles:

El primero se refirió a la práctica semestral hecha por una estudiante de ingeniería de sistemas de la Universidad de Los Andes, en el municipio de Tabio. Su misión fue crear y organizar la Empresa de Servicios Municipales, labor que fué cumplida exitosamente, con grandes beneficios para el municipio, para la estudiante y para la universidad. Un aspecto destacado de esta experiencia fue el verificar que los municipios no cuentan muchas veces ni con la experiencia ni con el personal capacitado para manejar sus recursos, labor que quedo en sus manos como resultado del proceso de descentralización administrativa que se adelanta actualmente en el país. Por tal motivo, se plantea la conveniencia de que las universidades colaboren activamente en el proceso de organización administrativa de los municipios.

El otro caso se refirió a los vínculos que ha establecido la compañía Electromanufacturas S.A. con varias universidades del país para difundir tecnología relacionada con el área de la soldadura. Con la participación de las universidades Libre, del valle, Javeriana, Nacional, Industrial de Santander, y Francisco de Paula Santander se han realizado proyectos de grado que estan permitiendo crear una verdadera base del conocimiento y llevan a los estudiantes de ingeniería a identificar claramente la significación de un proceso y una tecnología. Se consideró factible y positivo adelantar este mismo tipo de esfuerzos en otras áreas de la tecnología y se destacó la necesidad de lograr una integración entre la universidad y la industria, y de definir una política nacional que establezca el papel de la universidad dentro del marco social y económico del país.



## **5. COMISION DE TRABAJO No.1**

**Tema: Formación en Ciencias Básicas**

**Coordinador: Ing. Rubiel Soto (Univ. del Quindío)**

**Relator: Ing. Luis Alfredo Barón (Univ. Distrital)**

### **CONCLUSIONES**

#### **Que debe ser la Formación Básica?**

El plan curricular incluye o debe incluir materias que van a la formación del hombre; tiene por objeto la persona humana, abarca la persona en su integridad: intelecto, actitudes, valores, transcendencia. Este plan debe incluir una segunda dimensión para la formación que capacite al hombre en su quehacer profesional.

La formación integral de la persona, no debe pretender ser una formación totalmente genérica.

Debe estar orientada por supuesto, a formar al ingeniero como sujeto, como persona que actuará en la vida como Ingeniero.

Por Ciencias Básicas debemos entender aquellas materias que están en función de....

Que sirva para:

- a) Formar el pensamiento.
- b) Comunicar el pensamiento.
- c) Ubicar al individuo en el espacio y en el tiempo.
- d) Orientar el ámbito científico de la profesión, en relación con los otros ámbitos afines.
- e) Estructurar el ser.

Frente al panorama de gran velocidad de cambio en el conocimiento y de ampliación del mismo, no se puede pretender una formación enciclopedista. Este problema podría enfrentarse sobre la base de dar a los estudiantes, unas muy claras, sólidas e insustituibles bases en cuanto a los principios fundamentales de las ciencias y del hombre y a partir de allí orientarlos a tener una capacidad, criterios, valores de hacer preguntas y resolver interrogantes; que les permita con los conocimientos básicos adquiridos y la información y, su interpretación del medio social, económico y político la solución de los problemas que encuentre a su paso. En síntesis lo que se deberá hacer es capacitar a los estudiantes para formular preguntas, reflexionar, crear, pensar, y resolver problemas en relación con el medio social, en una relación histórica.

## **2. Quiénes y como se debe impartir la Formación Básica.**

Es necesario distinguir entre "práctica en la Formación Universitaria" y "La Formación Práctica Profesional Universitaria".

El grado de experimentación y ensayo individual inherente a los procesos de aprendizaje en cada período académico, es función del nivel de talle de los instructivos- guía, los tan socorridos "manuales" y de la intensidad de la dirección y participación del instructor.

Cuando la participación del profesor es intensa y los instructivos llegan al nivel de la "receta culinaria", el laboratorio o taller ya no es más ello, y toma el carácter de "demostración". El educando cae en la cómoda pero ineficaz actitud de observador pasivo que, no aprende.

A medida que los instructivos y profesor, pierdan intensidad en favor de la experimentación, el docente se involucrará en el verdadero proceso del aprendizaje.

Es indudable la necesidad de que quienes se dediquen a la función docente deben tener una formación pedagógica y ser un investigador, de manera que en su sección de capacitación pueda presentar el conocimiento como algo que se genera, allí con actitud científica, con creatividad, que logre

entusiasmar al estudiante para que continúe su formación en forma permanente, que se formule preguntas; que sea el instructor precisamente quién pueda responder las preguntas que el estudiante se formule, o al menos, encaminar la búsqueda de su solución.

Las instituciones universitarias tienen una responsabilidad en este nuevo enfoque, en la capacitación de los docentes, en su formación como investigadores y como pedagogos; así como el establecer los mecanismos de retroalimentación y control para orientar los procesos y para asignar los recursos.

Vemos como fundamental, la integración de los docentes y la formación para el trabajo interdisciplinario como estrategia para dar respuesta a los retos de la ciencia y la tecnología como herramientas de solución a las necesidades sociales y de creación de cultura de nuestro medio.

#### **PARTICIPANTES.**

Miguel Mejía Sastoque - Universidad de La Salle

Julio C. Pava - Univ. Industrial de Santander

Norman González - Universidad de Medellín

Renán D. Zapata - Univ. de Medellín

Raúl Moreno Gómez - Coruniversitaria

Luis Eduardo Rueda - Tecnológica de Bolívar

Marco Tulio Arelano - Univ. Javeriana

Galo A. Cosme - Universidad del Cauca

Javier M. Santacruz - Univ. de América

Humberto Valderrama - Univ. La Gran Colombia

Cesar Parrado - Univ. Católica de Col.

Lena Prieto Contreras - Univ. de América

Luis Alfredo Barón - Univ. Distrital

Maria Victoria Ruiz A. - Univ. de América

Hector Charry A. - Univ. Incca de Col.

Eduardo Triana - Univ. Antonio Nariño

Hector Osorio A. - Univ. de La Salle

Darwin Mora - Univ. de La Salle

Ruebiel Soto Restrepo - Univ. del Quindío

Roberto Vasquez - Univ. Militar Nva. Granada

Carlos Ocaña - Univ. de Nariño

## **6. COMISION DE TRABAJO 2**

**Tema: Las Facultades de Ingeniería y El Medio Externo**

**Corodinador: Ing. Alvaro Cubas (Univ.de Cartagena)**

**Relator: Ing. Pedro Gutiérrez (Univ. del Norte)**

### **CONCLUSIONES**

Existe un claro divorcio entre las necesidades del entorno social y el trabajo que realizan las Universidades, entre los proyectos, investigaciones académicas y los agentes del desarrollo económico y social, es decir, entre la universidad y el medio externo.

Las formas más comunes de relación entre las universidades y el medio externo son:

- Consultorias externas
- Educación Continuada y Programas de Postgrado
- Prácticas de estudiantes en la Industria
- Intercambio de Profesionales
- Fomento de la investigación
- Participación en la Problemática Social
- Creación de Empresas Universitarias

### **1. BARRERAS EXISTENTES.**

Como barreras opuestas al mejoramiento de la relación Unviersidad medio externo se identificaron las siguientes:

a. La Universidad propicia la realización de la investigación básica mientras que la industria propicia la investigación aplicada.

b. CONFIDENCIALIDAD: La Universidad tiene interés en divulgar los resultados de sus investigaciones. La industria busca que sus investigaciones tengan carácter confidencial.

c. DURACION DE LAS INVESTIGACIONES: La Industria requiere de resultados inmediatos. La investigación en la Universidad no fija tiempos.

d. DUDAS SOBRE CAPACIDAD DE LA UNIVERSIDAD. Existe una gran desconfianza en la industria sobre la capacidad de la Universidad para resolver sus problemas, debido quizás a que no se divulga la potencialidad de las Universidades.

e. FALTA DE ORIENTACION OFICIAL. La Universidad es autónoma y no obedece a criterios y directices oficiales, por lo cual los esfuerzos no tienen un objetivo definido, ni único.

## 2. VENTAJAS

Es claro que de esta relación se derivan ventajas para la Universidad, para la Empresa y para la sociedad entre las cuales cabe mencionar:

### Para la Universidad:

- Diseñar sus programas académicos acorde con las necesidades regionales.
- Relaciona la enseñanza con las prácticas
- Desarrolla nuevas investigaciones y proyectos

### Para la Empresa:

- Recibe profesionales formados para sus necesidades
- Acceso a facilidades de adiestramiento.

### Para la Sociedad

- Le optimiza la inversión en Educación
- Hay una mejor contribución del Sector Educativo al desarrollo del país.

### **3. MECANISMOS DE VINCULACION.**

**La Relación Universidad-Medio Externo se mejora en la medida que mejoramos los niveles académicos.**

Se consideran necesario atraer al Entorno Social mostrando las fortalezas y áreas de excelencia de nuestras instituciones. La Universidad para que sea llamada a participar en la problemática del entorno debe haber demostrado su capacidad, que les permita ser identificada como líder en el área.

No obstante a lo anterior, las Universidades de menor desarrollo relativo deben generar una actitud que les permita mostrar sus capacidades.

Llegó el momento de tomar la decisión de participar agresivamente en el medio externo y con talento gerencial. Es un hecho que en la Universidad están las inteligencias más importantes y que estas deben ser utilizadas o promovidas al Sector Productivo, para hacer que tomen partido en las decisiones.

Se propone que ACOFI diseñe los mecanismos operativos para cuantificar y calificar los recursos con que disponen las Universidades y que pueden ser útiles al sector productivo. Es decir, efectuará un inventario de nuestros recursos humanos, equipos, etc. que pueden colaborar con el medio externo.

Adicionalmente se sugiere que como mecanismo para mejorar las áreas débiles sobre las cuales queremos desarrollar fortalezas se propone identificarlas integrando los expertos disponibles a través de la ejecución de Proyectos en conjunto, así mismo, propiciar la vinculación con instituciones reconocidamente fuertes, ya sea a nivel regional, nacional o internacional.

Es necesario que las Universidades fijen políticas que regulen la práctica de las Consultorías Externas, de tal forma, que éstas no se constituyan en competencia con los propios egresados y que la participación en Proyectos está condicionada a que en ellos se identifique claramente un componente investigativo.

Se debe aprovechar la potencialidad de la Universidad para estudiar y analizar la problemática social de nuestras regiones y proponer soluciones que propendan por el mejoramiento de los sectores sociales menos favorecidos.

#### EDUCACION CONTINUADA.

Los programas de Educación Continuada deben satisfacer las necesidades del Medio Externo. Aunque es posible que la Educación Continuada se importe a través de organismos especiales, es de la mayor importancia que desde el punto de vista académico esté orientada y regida desde la Universidad.

Los recursos adicionales provenientes de la Educación Continuada son un esfuerzo para el mejoramiento de la académica y la investigación en los Departamentos, ya que éstos contribuyan al desarrollo externo de los Departamentos. (Equipos, Laboratorios, etc) y a una mejor retribución económica para los docentes.

#### PRACTICAS ESTUDIANTILES EN LA INDUSTRIA.

Estas se constituyen en la oportunidad de permitir al estudiante demostrar su capacidad de resolver problemas de la profesión, además de contribuir al fomento y desarrollo de su espíritu empresarial.

Los proyectos de Grado, las Prácticas Institucionales y los trabajos de investigación en la Industria, deben hacerse en consenso entre la Universidad y la Industria.

## EMPRESAS UNIVERSITARIAS.

Las Empresas Universitarias son mecanismos de las Universidades para financiarse, haciendo uso de los resultados de su trabajo de investigación; y surgen de la realidad que enfrenta un investigador al terminar su trabajo. Es en síntesis, la necesidad de sacar los resultados de su investigación a la aplicación.

Es necesario fortalecer las unidades de investigación, en vez de establecer centros de investigación para evitarle al investigador los problemas administrativos. La conformación de grupos de investigación debe estar avalada por una política de capacitación del profesorado.

En el caso de Univalle se recordó que el 10% del profesorado de planta está en el exterior en formación. Existen apoyos adicionales de tipo económico para permanencia hasta 5 años.

¿Cómo implementar una política de capacitación de investigadores en las Universidades?

¿Porqué no pensar en transferir personas del SENA a las Universidades, para formación de investigadores? De ese 2% por qué no compartir parte?

ACOFI debe intervenir en la discusión de la ley de Ciencia y Tecnología y no dejar sola a Colciencias y a la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.

¿Por qué no plantear una participación de ACOFI en la formación de investigadores necesarios para ampliar la base nacional en los próximos años? ¿Porqué no asumir un % del número total, para un aporte económico para incentivar a esos docentes que se van a capacitar en el exterior? Esos recursos hay que conseguirlos, ya sea por aporte de instituciones o por camino de la Ley de Ciencias y Tecnología.

Necesidad de obtener la cooperación internacional para apoyar la dotación de laboratorios e infraestructura de investigación. En el caso de Univalle,

sin la ayuda internacional no se habrían fortalecido los grupos de investigación que ya tiene renombre internacional: Grupos de Tratamiento de Aguas, Geofísica, etc. Necesidad de tener un ente en cada Universidad que gestione con organismos extranjeros; tal vez una oficina de relaciones internacionales dependiente de Rectoría.

ACOFI debe mejorar la información hacia las Facultades de Ingeniería que contribuya a fortalecer el intercambio internacional.

ACOFI debe comprometerse para lograr una mayor capacitación de sus docentes en Ingeniería y en lograr la integración de las facultades en la realización de proyectos.

#### **4. VINCULACION A LA PROBLEMÁTICA SOCIAL.**

La vinculación al sector externo también debe incluir a las comunidades subnormales a través de programas de proyección social, que reúnan estudiantes y profesores.

#### **RECOMENDACIONES**

- Es imperiosa la cooperación entre la Universidad y la Industria
- Que esta relación se fundamente en el principio de beneficios recíprocos. Que todos los sistemas se sientan favorecidos.
- Los obstáculos inherentes a la cooperación solo desaparecerán mediante acciones constantes y permanentes.

#### **PARTICIPANTES**

Alvaro Cubas Montes - Univ. de Cartagena

Alejandro Salazar - Universidad del Valle

Manuel Guillermo Rincón - Escuela Naval

Fabio A. Paez - Univ. La Gran Colombia

Jaime Diaz - Corp. Univ. de Ibagué

Jorge Niño - Univ. Católica de Colombia

Ing. Guillermo Salazar - Univ. de Colombia

Alfredo Diaz - Universidad de La Salle

Pedro Ayala Mojica - Univ. de La Salle

Elkin Geithner Castrillón - Univ. La Gran Colombia

Jose Oscar Jaramillo - Univ. Nacional de Colombia - Manizales

Hernando Durán - Univ. de Los Andes

Carlos Castellanos - Univ. Antonio Nariño

Alvaro Betancourt - ICFES

Alvaro Lozano - Univ. Surcolombiana

Alfonso Lombana - Univ. Distrital

Claudia P. Vargas - Univ. de La Salle

Pedro Gutiérrez Visbal - Univ. del Norte

Catalina de Roza - Univ. Javeriana

Francisco Viveros - Univ. Javeriana

Alexandra Leal - Univ. Javeriana

Fernando Mejia - Univ. Nacional de Colombia

Marcelo Riveros R. - Univ. Nacional de Colombia

Alfonso del Toro - COLCIENCIAS

## **7. COMISION DE TRABAJO 3**

**Tema: La Práctica en la Formación Universitaria**

**Coordinador: Ing. Carlos Jaime Noreña (Univ. de Antioquia)**

**Relator: Ing. Luis Evaristo Ayuso (Univ. de La Sabana)**

### **CONCLUSIONES**

La comisión consideró en un principio el tema de la práctica esencialmente como la práctica empresarial, es decir como una actividad que desarrolle el estudiante fuera del recinto universitario y que constituye un factor más en su formación universitaria.

La discusión se dividió en dos aspectos:

1. Exposición de experiencias que sobre este tema hayan tenido Universidades.
2. Aspectos organizativos y metodológicos en la planeación y organización de la práctica industrial, dentro de la Universidad.

#### **1. Experiencias en Prácticas Industriales.**

**Ing. Alfonso Vásquez - Univ. del Norte**

Esta Universidad tiene una práctica empresarial, con carácter electivo en IX Semestre, con una intensidad de 1/2 Tiempo, y simultáneamente, cursan materias dentro de la Universidad. Se pretende rediseñar las materias para incrementar el tiempo dedicado a la práctica, y estudiar la posibilidad de substituir el Trabajo de Grado por la práctica empresarial.

**Ing. Sofia Trillos Corporación Tecnológica de Bolivar.**

Para la práctica existen dos tipos de participación del estudiante: a) La práctica en la gran empresa, en la cual el estudiante aprende nuevas tecnologías y b) La práctica en la pequeña y mediana empresa en la cual el estudiante puede aportar parte de sus conocimientos.

Ing. Guillermo Salazar - Univ. Incca de Colombia

Se tiene un semestre de práctica con intensidad de 60 horas semestre, equivalentes a 4 créditos, con carácter obligatorio para todos los estudiantes y con evaluaciones periódicas en la Universidad que pueden reorientar la marcha de la misma. Las empresas han manifestado su satisfacción por este programa.

Ing. Maritza de Leal - Univ. de La Salle

Anota el peligro de que el estudiante se quede en la empresa, lo cual fue corroborado por el Ing. Guillermo Salazar. La organización de esta actividad implica la creación de un banco de empresas por parte de la Universidad, o bien, es la empresa la que se dirige a la Universidad.

Ing. Francisco Rueda - Universidad de Los Andes.

La escogencia del semestre de práctica es opcional para el estudiante, supone una dedicación de tiempo completo, durante 6 meses y tiene como objetivo primordial enfrentar el estudiante a la situación vivencial de trabajo profesional, antes de optar al grado y totalmente independiente de la vida universitaria. Su objetivo es ofrecer la oportunidad de ampliar su formación universitaria con aquellos aspectos que casualmente la Universidad no puede brindar. Así el estudiante puede mostrar sus cualidades en creación y organización de su trabajo, como lo ha demostrado la estudiante que hizo su práctica en el municipio de Tabio.

Ing. Gloria del Hierro - Univ. La Gran Colombia

Muestra la necesidad de una sistematización de experiencias en este tipo de actividad universitaria, dado el corto tiempo de implantación de este sistema.

Est. Fardi Rubiano Sarazo - Univ. de La Salle

La práctica debe tener la posibilidad de realizar en regiones distintas a las grandes ciudades, para lograr un mayor impacto en las comunidades menos desarrolladas.

Ing. Francisco Rueda - Universidad de Los Andes

El programa se puede complementar con el trabajo de profesores universitarios en la industria durante su año sabático, e incrementar así la interacción industria-universidad.

Ing. Carlos Jaime Noreña - Univ. de Antioquia

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia fué reacio hasta esta modalidad y por insinuación de la Asociación de Ingenieros Industriales (Asidua) comenzó por modificar su plan de estudios para darle cabida en el pensum. Comenzó el año pasado con carácter obligatorio en Ing. Industrial y en algunas carreras substituye electivamente al trabajo de grado.

Est. Ricardo Escalante - Univ. de La Salle.

Puede existir recelo empresarial y pérdida de esfuerzo en la atención hacia esta persona inexperta.

Ing. Francisco Rueda - Univ. de Los Andes.

La primera de las anteriores anotaciones debe resolverla directamente la universidad, y la segunda, existen evidencias de que por el contrario la empresa como en el caso del municipio de Tabio puede obtener ganancias.

**ASPECTOS FILOSOFICOS Y OPERATIVOS DE LA PRACTICA EMPRESARIAL.**

Esta parte de las discusiones se orientó a ilustrar estas dos facetas de esta nueva actividad universitaria, con el objetivo de buscar el mayor beneficio de la interacción universidad-empresa.

**TEMA: 1. Para qué la Práctica?**

**Ing. Francisco Rueda - Universidad de Los Andes**

Es una parte de la formación que el estudiante queremos que tenga.

**Ing. Pedro L. Jimenez - Univ. Jorge Tadeo Lozano.**

Permite entrar en contacto con la realidad de la práctica profesional: materias primas, equipos, problemas técnico-administrativos, socios etc.

**Ing. Mario Martínez - Univ. Incca de Colombia**

Debe diferenciarse la práctica empresarial de la experiencia universitaria en planta piloto.

**Ing. Francisco Rueda Univ. de Los Andes**

La Industria hará lo que la Universidad no puede hacer, para ellos se hace necesario que durante este período, el estudiante salga de los patrones universitarios: notas, informes, exámenes, etc. para que su actividad sea totalmente independiente y sin control por parte de la Universidad.

**Ing. Alberto Sánchez - Univ. La Gran Colombia.**

La Universidad debe controlar la práctica empresarial para evitar su trivialización, y en el caso de ser obligatoria puede originar una formación dispar entre los estudiantes de la misma promoción.

## **2. Sobre que aspecto realizar la práctica**

**Ing. Alberto Sánchez - Univ. La gran Colombia**

**Sobre un aspecto específico de la carrera y del ejercicio profesional.**

**Quim. Luis Evaristo Ayuso. - Universidad de La Sabana.**

**La práctica empresarial no debe constituir una forma de competencia profesional y por el contrario, iniciar la relación universidad- Industria en búsqueda de soluciones a los problemas que pueda tener la empresa.**

**Ing. Francisco Rueda. Universidad de Los Andes**

**La función del estudiante dentro de la empresa debe ser programada totalmente por la misma.**

## **3. Lugar de Práctica.**

**Todos los asistentes coinciden que tanto el sector público como el privado, pueden servir para esta actividad; pero haciendo énfasis en una coyuntura que puede aprovecharse a este respecto: la descentralización administrativa municipal que ofrece una gran posibilidad de impacto social.**

## **PARTICIPANTES.**

**Luis Fernando Alvarez - Univ. Católica del Oriente**

**Jose Luddey Marulanda - Univ. de La Guajira**

**Carlos J. Noreña - Univ. de Antioquia**

**Gonzalo Estrada - Univ. de La Salle**

**Jorge E. Quevedo Reyes - Corp. Univ. de Boyacá**

**Luis Evaristo Ayuso - Univ. de La Sabana**

**Sofía Trillos Sierra - Corp. Tecnológica de Bolívar**

**Alfonso Vásquez - Univ. del Norte**

**Gloria del Hierro - Univ. La Gran Colombia**

- Ricardo I. Escalan- Univ. De La Salle
- Alberto Sánchez de La Calle - Univ. La Gran Colombia
- Francisco Rueda - Univ. de Los Andes
- Hernán Pulido - Univ. Católica de Colombia
- Mario Martínez Rojas - Univ. Incca de Colombia
- Edgar Cedeño Univ. de América
- Yolanda Sanabria - Univ. Antonio Nariño
- Fardi Rubiano Zarazo - Univ. de La Salle
- Adriana Gnecco - Univ. de La Salle
- Isabel Consuelo Quintero- Universidad de La Salle
- Sandra Mireya Correa - Univ. de La Salle
- Solly Poveda Trujillo - Univ. de La Salle
- Claudia Trejos - Univ. de La Salle
- Guillermo Salazar G. - Univ. Incca de Col.
- Pedro Luis Jimenez - Univ. Jorge Tadeo Lozano
- Guillermo Sánchez - Univ. Nacional de Colombia



- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53

**8. ASISTENTES IX REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA.**

**INVITADOS ESPECIALES**

- |   |             |         |                               |
|---|-------------|---------|-------------------------------|
| 2 | Amaya       | Pedro   | COLCIENCIAS                   |
| 3 | Del Toro    | Alfonso | COLCIENCIAS                   |
| 4 | Betancourt  | Alvaro  | ICFES                         |
| 5 | Plata Ulloa | Enrique | Min. Obras Públicas y Transp. |

**CONSEJO DIRECTIVO Y DIGNATARIOS ACOFI**

- |    |                |              |                              |
|----|----------------|--------------|------------------------------|
| 6  | Guhl Nannetti  | Ernesto      | Universidd de Los Andes      |
| 7  | Sanchez        | Guillermo    | Univ. Nacional de Colombia   |
| 8  | Cuartas Chacón | Carlos Julio | Pontificia Univ. Javeriana   |
| 9  | Molina         | Luis Carlos  | Univ. Pontificia Bolivariana |
| 10 | Soto           | Rubiel       | Universidad del Quindío      |
| 11 | Cosme          | Galo         | Universidad del Cauca        |
| 12 | Mejia          | Miguel       | Universidad de La Salle      |
| 13 | Montoya Villa  | Roberto E.   | Director Ejecutivo ACOFI     |

**PARTICIPANTES.**

**UNIVERSIDAD SEDE**

- |    |                |                  |                         |
|----|----------------|------------------|-------------------------|
| 14 | Escalante      | Ricardo          | Universidad de La Salle |
| 15 | Ayala          | Pedro            | Universidad de La Salle |
| 16 | Geneco         | Adriana          | Universidad de La Salle |
| 17 | Vargas         | Claudia Patricia | Universidad de La Salle |
| 18 | Quintero       | Consuelo         | Universidad de La Salle |
| 19 | Trejos         | Claudia          | Universidad de La Salle |
| 20 | Correa         | Sandra           | Universidad de La Salle |
| 21 | Rubiano Sarazo | Fardi            | Universidad de La Salle |

Esta publicación ha sido realizada con el

22	Poveda Trujillo	Solly	Universidad de La Salle
23	Estrada	Gonzalo	Universidad de La Salle
24	Mora	Ana Cecilia	Universidad de La Salle
25	Osorio Arango	Hector	Universidad de La Salle
26	Diaz Piccaluga	Alfredo	Universidad de La Salle
27	Alarcón	Jose Camilo	Universidad de La Salle
28	Mora Villota	Darwin	Universidad de La Salle
29	Richoux de Leal	Maritza	Universidad de La Salle

**OTROS**

30	Noreña	Carlos Jaime	Universidad de Antioquia
31	Rincón	Manuel Guillermo	Escuela Naval de Cadetes
32	Gonzalez Moreno	Raúl	Coruniversitaria
33	Salazar Jaramillo	Alejandro	Universidad del Valle
34	Alvarez	Luis Fernando	Universidad Católica Oriente
35	Marulanda	Jose Luddey	Universidad de La Guajira
36	Gonzalez Rodas	Norman	Universidad de Medellin
37	Trillos Sierra	Sofia	Corp. Tecnológica Bolivar
38	Rueda	Luis Eduardo	Corp. Tecnológica Bolivar
39	Lozano	Alvaro	Surcolombiana
40	Diaz Gómez	Jaime	Corp. Univ. de Boyacá
41	Quevedo Reyes	Jorge Enrique	Corp. Univ. de Boyacá
42	Ayuso	Evaristo	Universidad de La Sabana
43	Jimenez Espinel	Pedro Luis	Univ. Jorge Tadeo Lozano
44	Duran	Hernando	Univ. de Los Andes
45	Caldas	Jaime Alfonso	Univ. Tecnológica de Pereira
46	Pulido Cardozo	Hernan Javier	Univ. Católica de Colombia
47	Parrado	Cesar	Univ. Católica de Colombia
48	Niño	Jorge	Univ. Católica de Colombia
49	Arellano	Marco Tulio	Univ. Pontificia Bolivariana
50	Leal	Alexandra	Pontificia Univ. Javeriana
51	Viveros	Francisco	Pontificia Univ. Javeriana
52	Martinez de Rozo	Catalina	Pontificia Univ. Javeriana
53	Castellanos	Carlos	Corp. Univ. Antonio Nariño

B. ASISTENTES A REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE

54	Ortiz Nieto	Francisco	Corp. Univ. Antonio Nariño	22
55	Triana Moyano	Eduardo	Corp. Univ. Antonio Nariño	23
56	Sanabria	Yolanda	Corp. Univ. Antonio Nariño	24
57	Salazar	Guillermo	Univ. Incca de Colombia	25
58	Ferrer	Julio	Univ. Incca de Colombia	26
59	Charry	Hector	Univ. INCCA de Colombia	27
60	Martinez Rojas	Mario	Univ. Incca de Colombia	28
61	Riveros	Marcelo	Univ. Nacional de Colombia	29
62	Mejia	Fernando	Univ. Nacional de Colombia	
63	Vasquez Madero	Roberto	Univ. Militar Nva. Granada	
64	Jaramillo	Jose Oscar	Univ. Nacional - Monizales	
65	Ocaña	Carlos	Universidad de Nariño	
66	del Hierro	Gloria	Univ. La Gran Colombia	
67	Sanchez de la Calle	Alberto	Univ. La Gran Colombia	30
68	Ruía	Manuel Ricardo	Univ. La Gran Colombia	31
69	Bernal	Pedro Nel	Univ. La Gran Colombia	32
70	Paez Higuera	Fabio Alberto	Univ. La Gran Colombia	33
71	Geithner Castrillón	John Elkin	Univ. La Gran Colombia	34
72	Valderrama	Humberto	Univ. La Gran Colombia	35
73	Pava B.	Julio Cesar	Univ. Industrial de Santander	36
74	Vasquez Osorio	Alfonso	Universidad del Norte	37
75	Gutierrez Visbal	Pedro A.	Universidad del Norte	38
76	Cedeño Ligaretto	Edgar D.	Universidad de América	39
77	Santacruz	Javier	Universidad de América	40
78	Prieto	Lena	Universidad de América	41
79	Ruiz	Maria Victoria	Universidad de América	42
80	Sarmiento	Humberto	U. Distrital Fco. Jose Caldas	43
81	Barón Barón	Luis Alfredo	U. Distrital Fco. Jose Caldas	44
82	Lombana Ramirez	Alfonso	U. Distrital Fco. Jose Caldas	45
83	Suarez Copete	Luis Alejandro	U. Distrital Fco. Jose Caldas	46
84	Gonzalez	Luis Alfonso	Univ. Autónoma Occidente	47
85	Rueda	Francisco	Universidad de Los Andes	48
				49
				50
				51
				52
				53

P100

**Esta publicación ha sido realizada con el patrocinio del Fondo Colombiano de investigaciones Científicas y Proyectos Especiales Francisco José de Caldas,**

## **COLCIENCIAS**

**Establecimiento público adscrito al Ministerio de Educación Nacional, cuyo principal objetivo es impulsar el Desarrollo Científico y Tecnológico de Colombia.**

**"AÑO NACIONAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA 1988-1989"**