

DOCUMENTO ACOFI 20

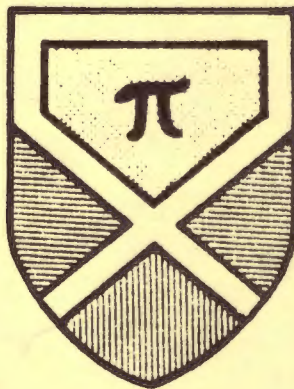
ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA
LA INGENIERIA DEL AÑO 2000

SEGUNDO FORO 1990

DIVISION DE INGENIERIAS, UNIVERSIDAD DEL NORTE

BARRANQUILLA, 17 DE AGOSTO DE 1990

MEMORIAS



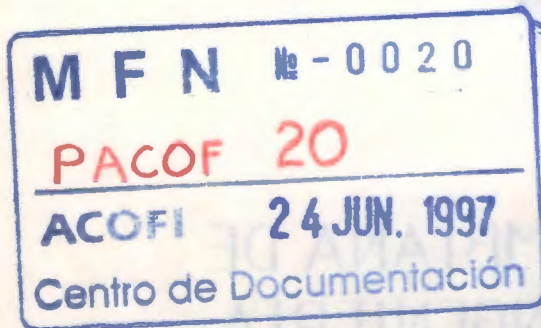
ASOCIACION COLOMBIANA DE
FACULTADES DE INGENIERIA

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI y la División de Ingenierías de la Universidad del Norte se complacen en presentar las memorias del Segundo Foro ACOFI 1990, realizado en la sede de la Universidad del Norte-Barranquilla el día viernes 17 de agosto, en el cual se trató el tema "ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2000".

El presente documento contiene los textos correspondientes a las conferencias suministradas por los autores. Así mismo, las conclusiones y recomendaciones del panel efectuado durante el foro.

La Asociación agradece a la División de Ingenierías de la Universidad del Norte el haber aceptado ser la sede del evento, así como su apoyo para la edición de estas memorias.

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



INTRODUCCIÓN

CONTENIDO

Desde su fundación, ACOFI ha promovido en las distintas facultades de

1- **Introducción** el debate sobre las políticas que deben seguir los programas de formación de ingenieros para que sus egresados puedan

2- **Programa del Foro** contribuir en la sociedad del próximo siglo.

3- **Palabras pronunciadas por el Ingeniero Pedro Antonio Gutiérrez** Latorre Visbal, Decano de Ingenierías de la Universidad del Norte, durante la instalación del Foro sobre "Estrategias Educativas para la Ingeniería del Año 2000" y del Primer Encuentro de Facultades de Ingeniería de la Costa.

actual formación y tecnología que imparten las universidades permitirá

4- **Palabras pronunciadas por el Ingeniero Guillermo Sánchez Bolívar**, Presidente de ACOFI, durante la instalación del Foro sobre "Estrategias Educativas para la Ingeniería del año 2000"

Por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería

5- **Estrategias Educativas para la Ingeniería del año 2000.** Dr. Jesús Ferro Bayona, Rector de la Universidad del Norte.

PARA LA INGENIERÍA DEL AÑO 2000".

6- **Estrategias Educativas para la Ingeniería del año 2000** Ing. Alvaro El Pardo Sánchez, Presidente de ACODAL.

estrategias educativas para los programas de ingeniería del año 2000.

7- **El Papel de los Medios de Comunicación en la Enseñanza de la Ingeniería: Un Reto frente al año 2000.** Ing. Ricardo Martínez, Director Curricular del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia-Bogotá.

reflexión de ingeniería al

8- **La Conformación de Comunidades Científicas en el Campo de la Tecnología.** Dr. Jorge Charum, Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Colombia.

9- **Panel sobre Estrategias Educativas para la Ingeniería del año 2000.**

ANEXO: Lista de Asistentes.

1. INTRODUCCION

- 1- Estrategias educativas para la enseñanza del uso del agua.
- 2- Estrategias educativas para la enseñanza del uso del agua.
- 3- Estrategias educativas para la enseñanza del uso del agua.
- 4- Estrategias educativas para la enseñanza del uso del agua.
- 5- Estrategias educativas para la enseñanza del uso del agua.
- 6- Estrategias educativas para la enseñanza del uso del agua.
- 7- Estrategias educativas para la enseñanza del uso del agua.
- 8- Estrategias educativas para la enseñanza del uso del agua.
- 9- Estrategias educativas para la enseñanza del uso del agua.

ANEXO Lista de Asistentes

PROGRAMA DEL FORO INTRODUCCION

Desde su fundación, ACOFI ha promovido en las distintas facultades de Ingeniería del país el debate sobre las políticas que deben seguir los programas de formación de ingenieros para que sus egresados puedan ejercer con calidad y eficiencia en la sociedad del próximo siglo.

Estamos en una época de cambio permanente, donde la innovación tecnológica del desarrollo del conocimiento son el quehacer diario que nos lleva a cuestionarnos si lo que se está haciendo en la Universidad al pretender preparar Ingenieros para el futuro es adecuado o no y si la actual formación y tecnología que imparten las universidades permitirá a sus egresados afrontar completamente los retos del futuro.

Por lo anterior y concientes de la proximidad del siglo XXI año 2000, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI y la división de Ingenierías de la Universidad del Norte escogieron como tema para el segundo foro de 1990 **"ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2000"**.

El foro pretendió, como objetivo general, analizar y proponer estrategias educativas para los programas de ingeniería del año 2000; analizar las políticas de desarrollo científico y tecnológico con miras al año 2000; visualizar el escenario futuro de los ingenieros colombianos; discutir sobre las transformaciones de bienes y servicios; reflexionar sobre la adaptabilidad de los programas de ingeniería al cambio.

Dada su importancia en las distintas facultades de ingeniería del país, se desea que los profesores que deben seguir los programas de formación de ingenieros, para que sus egresados puedan ejercer con calidad y eficiencia en la sociedad del próximo siglo.

Estamos en un momento de cambio dramático, donde la innovación tecnológica es el eje del desarrollo del conocimiento, con el quehacer diario que nos lleva a cuestionar el futuro de la universidad en la actualidad. El futuro es incierto, pero el futuro es abarcado a no y si se actualiza la formación y tecnología que surge en las universidades permitirán a sus egresados enfrentar con éxito los retos del futuro.

Por lo anterior y con el fin de contribuir a la actualización del siglo XXI año 2000, la

2. PROGRAMA DEL FORO

Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería de la División de Ingeniería de la Universidad de los Andes, en el marco de la estrategia educativa para el siglo XXI año 2000.

El foro pretende como objetivo general, analizar y proponer estrategias educativas para los programas de ingeniería del año 2000, analizar las políticas de desarrollo científico y tecnológico con miras al año 2000, visualizar el escenario futuro de los ingenieros colombianos, discutir sobre las transformaciones de bienes y servicios, reflexionar sobre la importancia de los programas de ingeniería al cambio.

Desde su fundación en 1977, el objetivo de las distintas facultades de Ingeniería del país es ofrecer a los graduados los mejores programas de formación e investigación para que sus egresados puedan ejercer con calidad y eficiencia en la sociedad del próximo siglo.

Estos en los años de cambio tecnológico, donde la innovación tecnológica del desarrollo del conocimiento en el sector de la que nos lleva a cuestionar si lo que se está haciendo en la Universidad al pretender preparar ingenieros para el futuro es adecuado o no y si la actual formación y tecnología que imparte las universidades permitirán a sus egresados enfrentar con éxito los retos del futuro.

Por lo anterior y buscando de ser oportuno del año 2000, la

2. PROGRAMA DEL FORO

Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería del año 2000, la división de ingeniería de la Universidad de los Andes, en el marco de la Ley 100 de 1993 "ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2000".

El foro pretende como objetivo general, analizar y proponer estrategias educativas para los programas de Ingeniería del año 2000, analizar las políticas de desarrollo científico y tecnológico con miras al año 2000, visualizar el escenario futuro de los ingenieros colombianos, discutir sobre las transformaciones de planes y servicios, reflexionar sobre la competitividad de los programas de Ingeniería al cambio.

PROGRAMA DEL FORO

Primer Día: Viernes 17

- | | |
|------------------|--|
| 8:00 - 8:30 AM | Acreditaciones |
| 8:30-9:15 AM | Instalación
Ing. Pedro A. Gutiérrez V. Decano de
Ingenierías Uninorte.
Ing. Guillermo Sánchez B. Presidente ACOFI |
| 9:15-10:00 AM | Conferencia.
Dr. Jesus Ferro Bayona, Rector Uninorte |
| 10:00-10:15 AM | Receso |
| 10:15 - 11:00 AM | Conferencia
Ing. Alvaro Pardo Sánchez, Presidente ACODAL |
| 11:00-12:00 AM | Conferencia
Ing. Ricardo Martínez, Director Curricular del
Departamento de Ing. de Sistemas Universidad
Nacional de Colombia. |
| 12:00 - 1:30 PM | Almuerzo (Salón del CEC) |
| 1:30-2:15 PM | Visita a la primera muestra regional de
software universitario (Sala de Computo). |
| 2:15-3:30 PM | Conferencia
Dr. Jorge Charum. Profesor Asociado
Universidad Nacional de Colombia. |

3:30-5:00 PM **Panel: Estrategias Educativas para la Ingeniería del año 2000.**

5:00-5:15 PM **Receso**

5:15-6:15 PM **Debate y Conclusiones**

6:30 PM **Clausura**

8:00 PM **Coctel**

Segundo Día: Sábado 18

9:00-12:00 M **Visita técnica al laboratorio de ensayos hidráulicos de las flores y tajamares de Bocas de Ceniza.**

2 PROGRAMA DEL DÍA

Ing. Alvaro Porro Sánchez, Presidente ACOA

Confidencia

Ing. Ricardo Martínez, Director Curricular del

Departamento de Ing. de Sistemas Universidad

Nacional de Colombia

Administración (Sala del CEC)

Visita a la primera muestra regional de

software universitario (Sala de Computo)

Confidencia

Dr. Jorge Charim, Profesor Asociado

Universidad Nacional de Colombia

En el nombre del Señor Rector y del Consejo Directivo de la Universidad del Norte, me es un placer presentar a los participantes

3. PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL INGENIERO PEDRO ANTONIO GUTIERREZ VISBAL, DECANO DE INGENIERIAS DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE, DURANTE LA INSTALACION DEL FORO SOBRE "ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2000" Y DEL "PRIMER ENCUENTRO DE FACULTADES DE INGENIERIA DE LA COSTA"

campesinos prevalece en las estructuras económicas, sociales y culturales de nuestro país y la influencia que estos factores ejercen sobre la formación de los ingenieros.

La ACOTI no puede ser ajena al análisis y estudio de estas problemáticas, ya en 1987 se presentó a COLFINIAS algunas de las líneas de un estudio denominado "La Ingeniería en Colombia"

3:30-5:00 PM
5:00-5:15 PM
5:15-
6:30 PM

PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL INGENIERO PEDRO ANTONIO GUTIERREZ
VISBAL, DECANO DE INGENIERIAS DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE,
DURANTE LA INSTALACION DEL FORO SOBRE "ESTRATEGIAS
EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2000"

8:00 PM
Universidad del Norte, Barranquilla, Agosto de 1990

En el nombre del Señor Rector y del Consejo Directivo de la Universidad del Norte, me es grato presentar a los participantes en este II Foro Preparatorio a la X Reunion Nacional de Facultades de Ingenieria el más cordial saludo de bienvenida a nuestra ciudad y a nuestro campus, agradecerles el honor que nos han dispensado con su asistencia y augurarles al mayor de los éxitos en la jornada de Trabajo que ahora iniciamos.

El tema central del Foro "Estrategias Educativas para la Ingeniería del año 2000", es de la mayor trascendencia dados los cambios previsibles en las estructuras económicas, sociales y culturales de nuestro país y la influencia que estos cambios ejercerán sobre la formación de los ingenieros.

La ACOFI no podía ser ajena al análisis y estudio de esta problemática. Ya en 1987 se presentó a COLCIENCIAS solicitud de financiación de un estudio denominado "La Ingeniería en Colombia:

Propuesta para el nuevo siglo" cuyo objetivo general comprendía el entender la estructura y funcionamiento del sistema productivo colombiano y la relación con el mercado externo, comprender la estructura del sistema educativo, así como la relación entre estos sistemas, a partir de lo cual se proyectaría el escenario futuro en cuanto a población, empleo, sectores del aparato productivo y comercio tanto interno como externo, que definiría el medio en el que habrían de desempeñarse los Ingenieros Colombianos.

Por diversas razones la propuesta de ACOFI no prosperó en COLCIENCIAS sin embargo la prioridad como parte del trabajo de la Asociación se ha mantenido constante.

En este evento analizaremos las políticas de desarrollo científico y tecnológico con miras al año 2000, la adaptabilidad de los Programas de Ingeniería al cambio: los modelos de Universidad, modelos de egresados, las formas de educación, etc.

Ayer dentro del evento que reunió a Directivos, Profesores y Estudiantes de las Facultades de Ingeniería de la Costa y dentro de la temática "El Papel del Ingeniero en el desarrollo de la Región", planteamos algunas ideas que son perfectamente aplicables al nivel nacional y que me voy a permitir resumir. Se

planteó que la política de formación de Ingenieros se enmarque dentro de las estrategias de desarrollo del país, que nuestros programas de ingeniería cubrieran un amplio espectro de conocimientos que facilite la incorporación de los egresados al mercado laboral, que el perfil de nuestros ingenieros se diseñe teniendo en cuenta la necesidad de adaptabilidad al cambio, que a través de una formación integral humanística, científica y social se les diera la posibilidad de conocer y entender el medio en que ejercerán su profesión, que se hiciera énfasis en una formación fuerte en las ciencias básicas (matemáticas, físicas, químicas) que les permita a los egresados ir asimilando e incorporando las nuevas tecnologías que se vayan desarrollando, que la computación y la informática se incorporen a los métodos de enseñanza, que exista un sólido enlace entre lo que se enseña en las ciencias básicas y lo que se enseña en el área profesional, que estimulemos la capacidad reflexiva del estudiante, su espíritu crítico, su espíritu emprendedor, que les estimulemos la necesidad de adquirir un hábito de estudio que les lleve a mantenerse actualizados, temas estos que los expertos invitados seguramente desarrollarán con brillantez.

También será tema del Foro el conocer los resultados de la Misión de Ciencia y Tecnología conformada por el Gobierno Nacional dentro de su política de fomento del desarrollo

científico y tecnológico en el país para que se analizara la problemática de Ciencia y Tecnología en Colombia. Los resultados, contenidos en el llamado Plan Nacional para el desarrollo de la Ciencia y Tecnología, recientemente adoptado oficialmente, serán presentados por el Ingeniero JORGE CHARUM quien hizo parte del equipo de investigadores que colaboró con la Misión.

Materia de debate será seguramente la decisión de adscribir el Instituto Colombiano para el Desarrollo y la Tecnología COLCIENCIAS al Departamento Nacional de Planeación, con lo cual esa entidad perdió su capacidad de financiar proyectos de investigación y se limitará a fijar políticas sobre la materia.

Este debate se hará una vez concluida la intervención del Ingeniero CHARUM, con la participación de distinguidos panelistas especialmente invitados para ello.

Al instalar formalmente este evento reitero mi confianza que los temas que aquí se traten contribuirán al mejoramiento de la enseñanza y al desarrollo de nuestras Facultades de Ingeniería.



**PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL INGENIERO PEDRO A. GUTIERREZ VISBAL,
VICEPRESIDENTE DE ACOFI; DURANTE LA INSTALACION DEL PRIMER
ENCUENTRO DE FACULTADES DE INGENIERIA DE LA COSTA.**

Universidad del Norte, Barranquilla, Agosto de 1990

Desde su fundación en 1974 la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), se trazó como objetivo el propender por el mejoramiento de la enseñanza y del desarrollo de las Facultades de Ingeniería del País y en cumplimiento de ese propósito se ha constituido en un gestor permanente del debate sobre las políticas que se deben seguir en la formación de los Ingenieros.

En este año se ha propuesto la ACOFI que los eventos que se realicen bajo su dirección no solamente tengan un carácter nacional, sino que se busquen mecanismos para irradiar su influencia en una forma más efectiva en las regiones.

Por ello bajo la organización de la Universidad del Norte, iniciamos hoy este Primer Encuentro de Facultades de Ingeniería de la Costa Atlántica y la Primera Muestra de Software Universitario, eventos en los que se pretende difundir aquellos trabajos que representen el grado de avance y desarrollo académico de nuestras Facultades, estrechar los vínculos de colaboración en la común tarea de formar a los futuros Ingenieros costeños, examinar los horizontes tecnológicos de la Ingeniería costeña y todo esto enmarcado dentro de los planes de desarrollo regional.

DIAGNOSTICO DE LA COSTA ATLANTICA

Hace apenas unas pocas semanas se reunió en Cartagena el IV Foro Programático de la Costa Atlántica en donde lo más selecto de nuestros dirigentes gremiales, políticos, cívicos y académicos hicieron un descarnado diagnóstico de nuestra región, analizaron la situación actual y sus orígenes y prospectaron el futuro en busca de las respuestas y soluciones que reclaman nuestros pueblos, en busca de respuestas a las vicisitudes, a los problemas ya tradicionales que nos han afectado y que se resumen en: una baja cobertura de los servicios públicos básicos, un alto grado de analfabetismo, bajos niveles de ingreso familiar, altas tasas de desempleo, niveles de hacinamiento inadecuados, altos índices de mortalidad infantil, etc y que hacen de la Costa Atlántica una de las regiones de mayor pobreza en el país, tan solo comparable con la que se vive en el Departamento del Choco y en los llamados territorios nacionales.

Del reciente Mapa Municipal de Pobreza elaborado por el IGAC dentro del Proyecto de Indicadores de Pobreza auspiciado por el DANE, DNP, UNICEF, PNUD y Minagricultura extractamos, por ejemplo, que en los Departamentos de la Costa el porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas varía entre el 78% y el 95% en los Departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar,

Guajira, mientras que en Departamentos como el Valle éste varía entre el 30% y el 47%, en Antioquia entre 40% y 75%, en Santander entre el 60% y 77%. En la misma forma si hacemos la comparación entre ciudades capitales de Departamento encontramos que en Barranquilla el porcentaje de población con necesidades básicas insatisfechas es del 36.6%, en Cartagena del 41.9%, en Sincelejo del 54.8%, en Montería el 52.1% mientras que en Cali, Medellín y Bucaramanga este porcentaje apenas alcanza el 25%.

Estas cifras significan que más del 70% de los 6.2 millones de personas costeñas sufren pobreza y miseria, de pobreza absoluta, de situación crítica de pobreza o de pauperización total, que son las nuevas categorías que ha sido necesario definir para poder caracterizar el nivel de vida de la población. Pero lo que es peor, si hacemos una comparación histórica de los indicadores socio-económicos tenemos que aceptar que la gravedad de la situación descrita es creciente con el tiempo, que no es estática y mucho menos presenta síntomas de mejoría. Por eso, es importante que estas realidades se revisen para despertar del letargo que nos ha enseñado a convivir con la pobreza, a vivir en medio de ella sin producirnos inquietud alguna.

Esta pobreza que sufrimos no es fruto de la casualidad, sino el producto de estructuras económicas, sociales y políticas muchas veces erradas, estructuras que merecen ser revisadas y adecuadas al momento presente.

Si nos referimos a la cobertura de los servicios públicos básicos encontramos que existe un claro desequilibrio con la Costa Atlántica. La cobertura de los servicios de acueducto y alcantarillado apenas alcanzan un 55.7% y 30.6% respectivamente, contra un 69.7% y un 59.2% del promedio nacional, siendo estos porcentajes los más bajos de todas las regiones naturales en que se divide el país. Esta situación tiene como consecuencia que el abastecimiento de agua potable, y la recolección y disposición final de las aguas servidas, se hayan convertido en problemas críticos de higiene, salud pública y contaminación ambiental, que han tenido notoria influencia en el atraso de nuestro proceso de

desarrollo. La situación educativa de la región no es menos dramática. Tenemos el más alto índice de analfabetismo en el país, cerca del 19%, la más baja tasa de escolaridad primaria (65%), la tasa de escolaridad secundaria es solo del 38% comparado con el 71% del promedio nacional y solo menos del 8% de los jóvenes en edad para realizar estudios superiores están matriculados en Universidades

costeñas. Así mismo, en cuanto a Centros de Educación Superior se refiere encontramos que de 167 programas de Ingeniería que se ofrecen en el país solo 19 están ubicados en la Costa Atlántica y de ellos 14 en Barranquilla y Cartagena, siendo dos de estos Programas ofrecidos por entidades oficiales y que de las 56 instituciones

Si nos referimos a la cobertura de los servicios educativos básicos universitarias que ofrecen Programas de Ingeniería en el país, encontramos que en la Costa Atlántica con la Costa únicamente diez están localizadas en la Región.

En el campo de la formación avanzada se encuentra que la matrícula está concentrada en el triangulo Bogotá-Medellín-Cali que cuenta con el 78.7% de los programas de Post-grado, en contraste con la Costa en donde solo se desarrollan el 6.1% de ellos, debiendo hacerse notar que de los 35 programas de especialización y maestría que se ofrecen, la gran mayoría corresponden al área de las ciencias de la salud.

Hoy por primera vez nos reunimos Directivos, Profesores y alumnos de las Facultades de Ingeniería de la Costa que convocados por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), quieren manifestar su deseo de participar activamente en el resurgir de la Región, y concientes del papel protagónico que les corresponde en el señalamiento de los cambios de rumbo que nos impone el futuro.

PLAN DE DESARROLLO REGIONAL - LA COSTA ZONA EXPORTADORA DE COLOMBIA

En el Foro señalado, el Consejo Regional de Planificación de la Costa Atlántica presentó los lineamientos del Plan de Desarrollo Regional tendiente a garantizar el mejoramiento de las condiciones de vida de su población.

El Plan presenta como objetivo principal el convertir a la Costa Atlántica en una Región de Economía exportadora para aprovechar el potencial que le otorga la utilización de sus recursos naturales: agropecuarios, turísticos, mineros-energéticos, las ventajas comparativas que se derivan de su localización, así como la experiencia comercial y productiva de sus habitantes.

El CORPES Regional plantea, con miras al establecimiento de metas realistas, otros propósitos complementarios: la modernización agropecuaria, pesquera y minero-energética, la reconversión tecnológica, industrial y de servicios. Se considera, dentro de los lineamientos generales del Plan, que estos propósitos sumados a mecanismos específicos para generación de riquezas para el desarrollo social, como el promover e incentivar el espíritu empresarial de nuestras gentes, el ofrecer oportunidades de desarrollo de proyectos productivos, contribuirán a superar la miseria y la insatisfacción de las necesidades básicas en el campo y en las ciudades. Se plantea en el Plan alcanzar los niveles mínimos requeridos en materia de acueductos, alcantarillados, electrificación, gas, telefonía, seguridad, salud y dotar a la región de una infraestructura vial que facilite su integración física, económica, social, liberando en esa forma los obstáculos que han venido oponiéndose a sus posibilidades de desarrollo. Se señala pues que la

ampliación y calidad de la infraestructura y de los servicios públicos, no solo son resultado de un crecimiento económico sino una condición para el mismo.

Se ubicó también entre los lineamientos del Plan, la reafirmación de la identidad cultural de la Costa como factor de inducción del desarrollo regional, adecuando el sistema educativo regional a las exigencias de la modernidad, formando líderes para el desarrollo con identidad cultural y mentalidad empresarial.

Finalmente se plantea una reforma descentralista del Estado, que lo lleve a ser un Estado moderno, eficiente, integrado y coherente, que oriente la distribución de los beneficios del crecimiento en favor de los grupos más desprotegidos, a través del fortalecimiento de la participación de la región que permita una gestión autónoma de su propio desarrollo.

PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES Y LAS FACULTADES DE INGENIERIA EN EL DESARROLLO DE LA COSTA

Y dentro de este cuadro ¿Cuál será la participación que le cabe a las Universidades Regionales?. ¿Cuál la de las Facultades de Ingeniería?. ¿Cuál a la Ingeniería como ciencia y cuál la de los Ingenieros como ejecutores de esta ciencia?. ¿Acaso los Ingenieros no tenemos responsabilidad alguna en este estado de cosas, acaso no tenemos nada que hacer y decir al respecto?.

La perspectiva económica de la Costa obliga a las Universidades Regionales a adecuar sus políticas y estrategias, a hacer viable el desarrollo potencial que se presenta. La relación desarrollo económico o calidad de vida y educación es válida cuando se guía el ejercicio de la educación hacia los fines de la sociedad. La Universidad Regional deberá procurar la preparación de recursos humanos en todos los niveles y en los campos de las actividades relacionadas con las necesidades regionales. Para ello deberá identificar las necesidades de formación de profesionales a la luz del Plan de Desarrollo Regional, identificando los sectores de mejores potencialidades, estableciendo proyectos, definiendo el escenario futuro, con miras a establecer el perfil del profesional que la región necesita. Es natural que exista una relación entre la ciencia y la economía. La ciencia es el motor del desarrollo y la economía es el resultado del desarrollo. Corresponderá también a nuestras instituciones crear el clima y los estímulos para que sus egresados se comporten mirando el bien comunitario, dándoles una dimensión social y ética. Simultáneamente tendrá que plantear un sistema educativo permeable a la innovación, capaz de producir profesionales con capacidad de adaptación a las condiciones cambiantes del medio y de aprovechar las nuevas condiciones que esos cambios producen. No puede excluirse de este análisis, obviamente, el empeño de lograr la excelencia académica, excelencia que no podemos sacrificar tan solo por satisfacer la demanda que requieren los

objetivos sociales.

Otra política a aplicar está relacionada con la capacitación y educación continua a todos los niveles, tanto técnicos como administrativos, consecuente con la política de que la educación formal se ocupe de la formación básica y que los programas de formación avanzada compartan con la educación continua la actualización de los profesionales hacia las nuevas y complejas demandas de conocimientos.

EL PAPEL DE LA INGENIERIA

El proceso de crecimiento y desarrollo de las condiciones de vida de la población costeña, se deberá apoyar en una Ingeniería fuerte como núcleo de su propia capacidad y corresponderá a los Ingenieros papel preponderante en la aplicación de los planes propuestos. Es natural que así sea, la ingeniería es un eslabón entre la ciencia y la economía. Le tocará participar activamente en los procesos de dotación y mejoramiento de la infraestructura (vías, puertos, servicios públicos, comunicaciones) que ofrezca garantías al sector productivo, impulsará, fortalecerá y coordinará el desarrollo de programas científicos y tecnológicos, trabajará en la ampliación del parque industrial de la región, colaborará en centros de investigación tecnológica, promoverá y fomentará sistemas de investigación y de información en aras al crecimiento industrial de la región, adaptará tecnologías apropiadas a nuestro medio, contribuirá a la mejora de la calidad de los procesos productivos, etc.

LAS FACULTADES DE INGENIERIA

Reiterando lo expresado anteriormente, la política de formación de ingenieros debe inscribirse dentro del marco del Plan de Desarrollo Regional.

Cuantitativamente, para estimar las necesidades de ingenieros, digamos que en países desarrollados el número de Ingenieros oscila entre 10 y 15 de todas las especialidades por cada 1.000 habitantes. Los países más grandes de latinoamerica (Brasil-México) apenas tienen entre 1 y 2 Ingenieros por cada 1.000 habitantes. En Colombia, aunque no existe un censo de Ingenieros reciente, es sabido que el porcentaje es inferior al señalado.

En consecuencia, la Costa Atlántica debe dar énfasis en la preparación y al crecimiento de sus cuadros de Ingenieros, dentro de las especialidades y ramas acordes con las actividades productivas prioritarias que se hayan identificado dentro del Plan de Desarrollo. La creación de nuevos programas de ingeniería, preferiblemente en los Departamentos en los que hoy no se ofrecen debe ser una meta a corto plazo, en otras cosas, para disipar la situación de injusticia e inequidad que sufren quienes por no tener los recursos necesarios para su desplazamiento no pueden acceder a las escuelas de Ingeniería existentes. En todo caso, este crecimiento cuantitativo y cualitativo también deberá ser consistente con las necesidades que plantea el nuevo esquema de desarrollo.

Por otra parte el perfil de nuestros ingenieros deberá diseñarse teniendo en cuenta la necesidad de adaptabilidad al cambio y a la incertidumbre sobre el campo específico en que habra de desempeñarse. Es recomendable entonces una formación fuerte en las ciencias básicas, un sólido enlace entre éstas y el área profesional de las ingenierías, una formación integral humanística, científica y social les permita conocer y entender el medio en el que ejercerán su profesión.

Así mismo, considerar dentro de las estrategias el estimular la capacidad reflexiva del estudiante, su espíritu crítico, su espíritu emprendedor, a través de propiciar la discusión, análisis y proponer alternativas a los distintos problemas de la región, para en esa forma potenciar cada día más a quienes mañana tendrán el poder para buscar, encontrar y aplicar soluciones a esos problemas.

Al instalar formalmente estos eventos quiero invitarlos a unir nuestros esfuerzos para intervenir activamente en la guía del destino de la costa, para que nuestras Facultades se conviertan en el eje de la dinámica de nuestro desarrollo.

PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL INGENIERO GUILLERMO SANCHEZ BOLIVAR, PRESIDENTE DE ACOFI, DURANTE LA INSTALACION DEL FORO SOBRE ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2000

BIBLIOGRAFIA

Barranquilla, 17 de agosto de 1990

- Documento No. 2 CORPES - Plan de Desarrollo Regional - Consideraciones para su formulación, Santa Marta - Marzo/90.
- Ferro Bayona, Jesús. Universidad y Desarrollo. Barranquilla, Ediciones Uninorte, 1985.

4 PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL
INGENIERO GUILLERMO SANCHEZ BOLIVAR,
PRESIDENTE DE ACOFI, DURANTE LA
INSTALACION DEL FORO SOBRE
"ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA
INGENIERIA DEL AÑO 2000"

PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL INGENIERO GUILLERMO SANCHEZ BOLIVAR, PRESIDENTE DE ACOFI, DURANTE LA INSTALACION DEL FORO SOBRE "ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2000".

Universidad del Norte, Barranquilla, 17 de agosto de 1990

El tema de las estrategias educativas ha sido tratado, desde diferentes puntos de vista y en repetidas oportunidades, por ACOFI, por las Facultades de Ingeniería deseosas de explorar los nuevos caminos para mejorar su labor formativa de los futuros profesionales, y por muchas otras instituciones vinculadas a la educación superior. Tal vez no sea exagerado afirmar que en todas las reuniones centradas en la actividad académica de las universidades, de alguna manera siempre se aborda el asunto de las estrategias educativas.

El hecho de dedicar este foro exclusivamente a tal tema nos da la oportunidad de profundizar en su discusión y de sacar conclusiones valiosas con respecto a algunas estrategias y así, dar un paso más en la búsqueda de una mejor calidad educativa en nuestras instituciones.

Ahora bien, la implementación de estrategias educativas acordes con la ingeniería del año 2000 no es algo que se pueda dejar para el futuro. Las políticas, reformas o modificaciones que realicen las universidades a corto plazo solo producirán sus primeros resultados a través de los profesionales que egresen alrededor del año 2000. Algunos teóricos van mucho más lejos, cuando afirman que el impacto de una política educativa solo puede medirse después de 20 o 30 años.

Así pues, la creación y desarrollo de estrategias que permitan la formación de los profesionales idóneos para dirigir los destinos de nuestro país al iniciarse el próximo siglo, es una tarea para cometer ahora mismo.

Las estrategias que puedan ser seleccionadas son diversas, y dependen de muchos factores, tales como las características de las instituciones, las modalidades de educación, los tipos de profesionales que se desean formar, la disponibilidad de recursos, las particularidades de los programas académicos, las diferencias existentes entre las áreas y entre las asignaturas de los planes de estudios, etc. No obstante, es posible identificar una serie de estrategias generales que ayuden a mejorar la calidad en la formación de los profesionales de la Ingeniería.

Quisiera recordar de una manera rápida algunas de ellas (varias mencionadas por diferentes ponentes y por mí en anteriores foros de ACOFI), las cuales he dividido en dos grandes categorías: estrategias a nivel institucional y estrategias a nivel curricular. Las primeras tienen un efecto global en la enseñanza de la ingeniería, y sus consecuencias solo se evidencian a mediano o largo plazo, mientras que las segundas inciden directamente en la formación de los estudiantes, y sus resultados son más inmediatos.

Por estrategias de nivel institucional entiendo las grandes acciones de tipo académico y administrativo que deben realizar las facultades y las universidades, en colaboración con otras instituciones, para mejorar la calidad de su labor educativa. Dentro de esta categoría, a mi modo de ver resaltan las siguientes:

- Se deben desarrollar mecanismos para ampliar la intercomunicación entre facultades, de tal modo que se le permita a cada una conocer las experiencias de las otras, sus características, sus planteamientos, sus logros y sus problemas. Una comunicación estrecha entre facultades facilita el trabajo de todas ellas, optimiza la utilización de los recursos, evita la repetición de experiencias desafortunadas y abre las puertas a la colaboración y al trabajo interinstitucional.

La labor de ACOFI, a través de las Reuniones Nacionales de Facultades de Ingeniería, los foros y las publicaciones, ha tenido como uno de sus propósitos fundamentales el favorecer la difusión

de las experiencias y los planteamientos de las distintas facultades e instituciones y los resultados obtenidos hasta la fecha son satisfactorios. Sin embargo, hay mucho por hacer aún en este sentido, para lo cual se necesita incrementar la participación comprometida de todas las facultades.

- Los sectores más involucrados con la ingeniería, esto es, el educativo, el productivo y el estatal, deben trabajar conjuntamente en el establecimiento de criterios de calidad para evaluar los programas académicos de ingeniería y los profesionales egresados de ellos, así como en la implantación de medidas tendientes al mejoramiento permanente de dichas calidades.

Aunque hay coincidencia entre los diferentes sectores, en cuanto a la baja calidad de algunos programas y profesionales, el trabajo independiente que se ha realizado hasta ahora, por parte de las facultades, del ICFES y de algunas asociaciones de ingenieros, no se ha reflejado en un mejoramiento de la calidad de la enseñanza de la ingeniería, a nivel nacional. Más bien, parece que se están subutilizando esfuerzos, al desarrollar labores similares de manera descoordinada y con diferentes criterios, acaso contradictorios.

Consciente de esta situación, y con base en las recomendaciones que se han hecho en varios de sus foros, ACOFI ha tomado la iniciativa de liderar un proyecto sobre la "Planeación y puesta en marcha del programa de mejoramiento de la calidad educativa en la ingeniería, para lo cual se está buscando el apoyo y financiación por parte del ICFES.

De acuerdo con la propuesta, en la realización del proyecto intervendrán ACOFI, las facultades de ingeniería, el ICFES, las sociedades y asociaciones de ingenieros, los consejos profesionales y otras entidades vinculadas a la ingeniería.

- Es necesario efectuar estudios e investigaciones sobre aspectos de la educación, el ejercicio y el desarrollo de la ingeniería, que tengan incidencia en el mejoramiento de la enseñanza y la planeación de los programas académicos. Como temas de importancia se podrían nombrar, a manera de ejemplo el perfil de los estudiantes de ingeniería, la conveniencia de ofrecer determinados programas de pregrado o de postgrado, la incidencia que debe tener el desarrollo económico y social del país en el enfoque de los programas, la caracterización de los programas que se ofrece en el país, la comparación entre la formación de ingenieros que se imparte en Colombia con la ofrecida en otros países, las ventajas de determinados métodos pedagógicos, etc.

La mayor parte de la investigación que se desarrolla actualmente en las facultades está inscrita dentro de las áreas de la ingeniería que maneja cada una de éstas. Sin embargo, es necesario un mayor esfuerzo de las facultades, del ICFES y de otras entidades, para adelantar investigaciones como las indicadas anteriormente, sin lo cual no se puede esperar una mejoría notable en la formación de los ingenieros ni una adecuación constante de los programas académicos a las condiciones siempre cambiantes de la tecnología, del país y del mundo.

- Debe haber un fuerte desarrollo de los postgrados en ingeniería, en sus diferentes niveles y modalidades. El gran número de asignaturas en los programas de pregrado (con la sana intención de mantenerlos actualizados) y la proliferación descontrolada de nuevas ramas de la ingeniería, deben ser sustituidos por una variedad de opciones para que los graduados puedan actualizarse, especializarse o profundizar sus conocimientos y su formación, de acuerdo con sus propios intereses y con las necesidades del país.

En este aspecto se han hecho grandes esfuerzos por parte de diferentes facultades. Sin embargo, dentro de la oferta actual existe un caos en relación con los objetivos y las exigencias que deben tener la educación continuada, la especialización y los

programas de magister. Quizás el problema de calidad es aún más críticos en los postgrados que en los pregrados. De nuevo, se precisa un esfuerzo de las facultades para unificar criterios y mantener unos niveles adecuados de calidad.

Los doctorados merecen una mención especial.

La creación de doctorados es un instrumento y una condición necesaria para proporcionarle al país el impulso científico y tecnológico que precisa para integrarse al desarrollo mundial. Sin embargo, la implementación de doctorados es bastante exigente. Más que una apertura masiva de doctorados, a corto plazo, se debería buscar la concertación de esfuerzos interinstitucionales y la colaboración de universidades extranjeras de reconocida reputación para crear programas de doctorado de muy alto nivel en aquellas áreas en las que existan las condiciones y las necesidades para hacerlo.

- Se deben estrechar las relaciones entre las universidades y el sector productivo, con el fin de que las primeras se vinculen más directamente al desarrollo científico y tecnológico del país. Mucho es lo que se ha hablado sobre este tema y sin duda se han logrado avances hacia una integración universidad industria, pero aún es escasa y complicada la colaboración recíproca.

La política de apertura económica impulsada actualmente por el gobierno, la cual tiene como propósito fundamental introducir al país dentro del mercado internacional, exigirá un fuerte desarrollo tecnológico de la industria local, que la capacite para competir ventajosamente con industrias homólogas de otros países.

Como resultado de lo anterior, la industria nacional tendrá que mirar más hacia la universidad en busca de apoyo para mejorar sus procesos y sus productos pero, simultáneamente, es necesario que las universidades modernicen sus sistemas administrativos (los cuales fueron diseñados fundamentalmente para impartir docencia) con el fin de adecuarlos a la prestación de servicios en asesoría, investigación y desarrollo.

- Por último, en relación con las que he llamado estrategias a nivel institucional, las universidades colombianas tienen que entrar de lleno a la era de las informática y de las comunicaciones, integrándose a las redes universitarias nacionales e internacionales, para que sus docentes e investigadores tengan acceso directo a los últimos avances, descubrimientos y estudios que se hacen a nivel mundial en las diferentes áreas del conocimiento, y así mismo, puedan difundir los frutos de sus propios trabajos.

Con el término estrategias curriculares hago referencia a las que se aplican dentro de la actividad docente, propiamente dicha, para mejorar el llamado proceso de enseñanza-aprendizaje y la relación profesor-estudiante. Entre ellas considero de particular importancia las siguientes:

- La universidad tiene el compromiso con el país y con sus estudiantes de procurar la formación integral de estos últimos. Aunque en la mayor parte de las instituciones se hace referencia a tal tipo de formación, no hay consenso sobre su significado, y en muchas ocasiones solo se trata de un complemento o una adición socio-humanística a la educación profesional.

En mi concepto, la formación universitaria es integral si le permite y le facilita al estudiante el desarrollo económico y coherente de las distintas facetas y potencialidades que posee como ser humano, incluyendo aspectos tales como los profesionales, los culturales, los sociales, los físicos, los psicológicos, los intelectuales y los espirituales.

Para formar personas integrales se hace necesario desarrollar muchas acciones encaminadas a coordinar y a organizar diversos elementos curriculares, con el fin de ofrecer a los estudiantes currículos coherentes, y no conocimientos en asignaturas de atomizadas y desarticuladas que, por supuesto, tienden a formar profesionales desintegrados y descontextualizados. Entre estas acciones se destacan: la integración entre la docencia, la

investigación y la extensión; entre la te
las diferentes áreas profesionales; en
actividades de cada área; entre las áreas
profesionales; entre el trabajo académico
de la profesión; entre las actividades
extracurriculares.

- La integración entre la docencia, la
extensión universitaria se puede prom
participación temprana y permanente de
labores de investigación y de extensión,
asignaturas y actividades de los planes de estudios.

Las instituciones pueden planear algunos de sus programas de
investigación, organizándolos adicaudamente en proyectos, y
trabajo de extensión, para que sean desarrollados con la
colaboración de estudiantes de los diferentes niveles, bajo la
asesoría y dirección de los profesores. Además, es importante
procurar la formación de los estudiantes en aspectos
metodológicos y conceptuales de la investigación, que los provean
de las bases necesarias para cometer el trabajo en proyectos
específicos.

Por supuesto, es deseable que, además de sus conocimientos
teóricos, los profesores encargados de las áreas profesionales de
las carreras tengan una gran experiencia en el ejercicio de la
ingeniería y se mantengan constantemente actualizados con
respecto a los últimos avances científicos y tecnológicos
relacionados con sus campos de trabajo. De ser posible, todo
profesor debería complementar la docencia con actividades de
investigación o extensión.

- También resulta conveniente, como se indicó, integrar el
aprendizaje teórico con el práctico. En mi opinión, el aprendizaje
de la ingeniería tiene que ser teórico y práctico a la vez, y no es
conveniente separar estos dos componentes de manera forzada,
dentro de los planes de estudios.

investigación y la extensión; entre la teoría y la práctica; entre las diferentes áreas profesionales; entre las asignaturas y actividades de cada área; entre las áreas profesionales y las no profesionales; entre el trabajo académico y la realidad del país y de la profesión; entre las actividades curriculares y las extracurriculares.

- La integración entre la docencia, la investigación y la extensión universitaria se puede promover mediante la participación temprana y permanente de los estudiantes en labores de investigación y de extensión, en las diferentes asignaturas y actividades de los planes de estudios.

Las instituciones pueden planear algunos de sus programas de investigación, organizándolos adecuadamente en proyectos, y trabajo de extensión, para que sean desarrollados con la colaboración de estudiantes de los diferentes niveles, bajo la asesoría y dirección de los profesores. Además, es importante procurar la formación de los estudiantes en aspectos metodológicos y conceptuales de la investigación, que los provean de las bases necesarias para cometer el trabajo en proyectos específicos.

Por supuesto, es deseable que, además de sus conocimientos teóricos, los profesores encargados de las áreas profesionales de las carreras tengan una gran experiencia en el ejercicio de la ingeniería y se mantengan constantemente actualizados con respecto a los últimos avances científicos y tecnológicos relacionados con sus campos de trabajo. De ser posible, todo profesor debería complementar la docencia con actividades de investigación o extensión.

- También resulta conveniente, como se indicó, integrar el aprendizaje teórico con el práctico. En mi opinión, el aprendizaje de la ingeniería tiene que ser teórico y práctico a la vez, y no es conveniente separar estos dos componentes de manera forzada, dentro de los planes de estudios.

La discriminación en asignaturas teóricas y prácticas, sobre todo en las temáticas que exigen explícitamente la necesidad de contemplar los dos componentes, ha sido una división arbitraria que obedece principalmente a razones administrativas, pues facilita la utilización de recursos físicos como aulas, laboratorios y equipos, pero riñe con la conveniencia pedagógica que aconseja manejar integralmente los aspectos teóricos y prácticos.

Tal vez lo más adecuado sea abandonar el carácter dicotómico de teorías o prácticas que ostenta la mayor parte de las asignaturas de las carreras de ingeniería, en el presente, y decidirse por la opción más flexible de actividades teórico-prácticas, entendidas como aquellas en las cuales se combinan e integran acciones que permiten enfatizar en uno y otro aspecto, de acuerdo con las características de cada tema específico.

El proceso de formación teórico-práctico debe ser implementado a lo largo de todo el plan de estudios, y no limitarse a algunos de sus semestres o periodos académicos. Actividades puntuales, como las pasantías de vacaciones, los semestres de práctica industrial o los trabajos de grado, los cuales han dado buenos resultados como complementos prácticos a la formación eminentemente teórica que se imparte actualmente en los programas de ingeniería, constituyen un valioso refuerzo a la metodología propuesta, pero no la sustituyen.

Como adición a lo anterior, conviene complementar los métodos pedagógicos tradicionales con otros más participativos, investigativos y dinámicos, que estimulen el interés y la motivación de los estudiantes y los enfrenten a la realidad de la profesión y del país.

Las clases más comunes en nuestras facultades, de tipo expositivo, en las cuales el profesor es un transmisor de conocimientos y el estudiante asume un papel positivo y receptivo, deberían reemplazarse o, por lo menos, combinarse con

Por supuesto, para que haya un cambio significativo en el empleo de métodos pedagógicos, hay que desarrollar un proceso de información y motivación entre directivos, profesores y estudiantes, con el fin de crear un ambiente propicio y receptivo hacia la innovación. Además, se deben implementar programas de capacitación para contribuir a la experiencia en el uso de métodos y recursos pedagógicos del campo docente.

Se debe dar prelación a la formación del estudiante, en relación con la información. No resulta posible transmitir a los estudiantes, durante la duración de una carrera, todos los conocimientos que necesitarán como profesionales. Los conocimientos se olvidan y se desactualizan rápidamente, y, por otra parte, su consulta resulta cada vez más sencilla, de manera que no se debe enfatizar tanto en ellos. Por el contrario, la formación es la que les permitirá a los profesionales adquirir compromisos, asumir actitudes, adoptar disciplinas de aprendizaje permanente y de trabajo responsable, y, en síntesis, adaptarse a las nuevas condiciones y avances de la profesión y del mundo.

También resulta necesario implementar estrategias, métodos y actividades que coadyuven al desarrollo de actitudes, habilidades y valores en los estudiantes, aspectos que tienen tanta o mayor importancia que los mismos conocimientos adquiridos durante el paso de aquellos por la universidad, en cuanto formación que les permitirá desempeñarse como profesionales y como ciudadanos.

observación.

actividades en las cuales el profesor se convierte, ante todo, en guía y asesor del estudiante, y éste, a su vez, se responsabilice más por su aprendizaje y su acceso al conocimiento. 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 y las visitas de

De otro lado, el uso de métodos más participativos debe ir acompañado de un aumento notable en el uso de recursos tales como bibliotecas, centros de documentación, redes de información, hemerotecas, laboratorios y centros de cómputo. Del mismo modo, se debe procurar la agilización del trabajo en aulas y laboratorios, mediante el empleo de recursos pedagógicos como son los de acetatos, diapositivas, videos, modelos, computadores, películas etc.

- El proceso de evaluación es otro aspecto metodológico que merece ser revisado. De la evaluación enfocada casi exclusivamente hacia la toma de decisiones sobre la aprobación o reprobación de asignaturas se debería desembocar en una evaluación dirigida a precisar permanentemente el desarrollo y el aprendizaje de los estudiantes, con el fin de tomar las medidas correctivas a que haya lugar, en el momento oportuno.

También se debería procurar que una buena cantidad de las evaluaciones usadas en la actualidad, basadas en demostraciones teóricas y ejercicios relacionados con situaciones supuestas, fuera reemplazada por formas de evaluación más amplias e integrales, apoyadas en la resolución de problemas reales de ingeniería, con diferentes grados de dificultad. Como complemento de lo anterior se debe fomentar la autoevaluación de los estudiantes, mediante la cual ellos mismos tomen la iniciativa para verificar sus niveles de conocimientos; así, la evaluación dejaría de ser una forma de coerción docente, para convertirse en un instrumento manejado por los mismos estudiantes, en consonancia con el proceso de mayor responsabilización por su propia formación, que se le propone.

- Para terminar este recuento de las estrategias curriculares que considero relevantes, y de acuerdo con las conclusiones de uno de los foros de ACOFI, es importante que los planes de estudios de ingeniería enfatizen la formación rigurosa en las ciencias básicas.

Ante la imposibilidad de incluir en los programas académicos todas las probables aplicaciones de las respectivas disciplinas, los ingenieros deberán seguir profundizando en su área de trabajo a lo largo de toda su vida profesional. Una formación integral con una base sólida en ciencias básicas será la que les permita a nuestros egresados del año 2000 enfrentarse con éxito a los retos de su ejercicio profesional.

Las estrategias educativas (institucionales y curriculares) que he mencionado, y tantas otras que pueden ser seleccionadas, ofrecen dificultades para ser puestas en práctica. La mayor parte de ellas exigen la disposición de recursos humanos y económicos adicionales por parte de las facultades. Sin embargo, pienso que una mejoría en la calidad de la enseñanza de la ingeniería solo puede lograrse con el desarrollo de nuevas estrategias, que complementen las actuales.

Estoy convencido de que el trabajo participativo de todas las facultades facilitará la labor particular de cada una de ellas. Por tanto, hago una llamada a todas las facultades de ingeniería para trabajar conjuntamente en torno a la implementación de estrategias educativas más para formar a nuestros futuros profesionales y, por supuesto, ofrezco la colaboración decidida de ACOFI para este fin.



ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO DOS MIL.

En los comienzos de la decada de los noventa, Colombia esta en su futuro entre la esperanza y el miedo. Basta con volver al reciente de la posesion del nuevo presidente de la Republica pasado 7 de agosto, a las imagenes de la prensa y de la television de ese dia decaen la constancia etica de los escolas y el deber de seriedad por una parte y por la otra el habito de las importantes y comunes que apudieron los propios conductores del nuevo mandato.

5. ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO DOS MIL. DR. JESUS FERRO BAYONA, RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DEL NORTE.

Al otro lado de esta realidad actual, amonazada, se encuentra el desarrollo de las naciones con sus rapidos cambios tecnológicos y sociales, cuyas manifestaciones mas concretas pueden verse en los avances de la informatica, los avances de la comunicacion por satelites que se combinan con la informatica, la microelectronica y sus multiples aplicaciones en la industria, la robotica industrial, el laser, especialmente en el campo de la medicina editorial, las multimedias via satelites, ingenieria genetica humana y animal, los nuevos materiales, superconductores ceramicos, la microscopia, la nanotecnologia, la miniaturizacion progresiva, la gradual sustitucion de las primas naturales por productos sinteticos, la alta tecnologia, la defensa militar para la exploracion espacial y de los fondos marinos, etc. Este es el espectaculo que contemplamos en los paises avanzados, con sus experimentos hacia cambios masivos y profundos, que llegan al tercer milenio.

ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO DOS MIL

Jeús Ferro Bayona
Rector
Universidad del Norte
Barranquilla, Agosto 17/90

Introducción

En los comienzos de la década de los noventa, Colombia está viendo su futuro entre la esperanza y el miedo. Basta con referirse al hecho reciente de la posesión del nuevo Presidente de la República el pasado 7 de agosto, a las imágenes de la prensa y de la televisión que de ese día dejaron la constancia gráfica de los escoltas y el despliegue de seguridad, por una parte, y, por la otra, el júbilo de las gentes, importantes y comunes, que aplaudieron los propósitos concretos y salvadores del nuevo mandatario.

Los colombianos sabemos que para entrar al futuro con paso firme y con grande esperanza tenemos que salvar serios obstáculos que no se abaten con las palabras ni con las promesas. El problema de la seguridad puede contribuir aún más al atraso en que nos encontramos y entorpecer la aceleración necesaria que todos estamos viendo como condición para salir del tercer mundo.

Al otro lado de esa realidad actual amenazada, se encuentra el desarrollo de las naciones con sus rápidos cambios científicos, tecnológicos y sociales, cuyas manifestaciones más concretas se pueden palpar en los avances de la informática, los bancos de datos, la comunicación por satélites que se combina con la tecnología informática, la microelectrónica y sus múltiples aplicaciones en la industria, la robotización industrial, el láser, especialmente en el campo de la impresión editorial, las multiconferencias vía satélite, la ingeniería genética humana y animal, los nuevos materiales como los superconductores cerámicos, la microscopía intracelular, la miniaturización progresiva, la gradual sustitución de las materias primas naturales por productos sintéticos, la alta tecnología para defensa militar, para la exploración espacial y de los fondos marinos... Ese es el espectáculo que contemplamos en los países avanzados, que corren apresurados hacia cambios masivos y profundos antes de que llegue el tercer milenio.

Lo que es preciso anotar es que el avance de cada una de estas tecnologías exige nuevas calificaciones y destrezas del recurso humano aplicados a usos cada vez más productivos que rompen las barreras del empleo tradicional y de las suficiencias profesionales conocidas hasta hoy. Esta perspectiva toca directamente a las universidades y, en general, a los sistemas educativos formales y no formales que tienen que reacondicionarse en sus estructuras y en sus prácticas docentes e investigativas para no quedarse atrás con respecto al avance de la historia.

Los cambios del futuro

Cuando nos preguntamos por el futuro de la educación en ingenierías, tenemos necesariamente que mirar cuáles son las grandes tareas de la educación universitaria con vistas al año dos mil, a la luz de los cambios económicos, políticos, sociales y tecnológicos que desde ya se prefiguran en el mundo. No hacerlo, sería una pretensión de autosuficiencia que no tiene ninguna validez y que nos amarraría a una actitud mental aislacionista que en nuestro país es más que frecuente.

En los próximos diez años se van a producir cambios profundos en los campos sociales, económicos y políticos del mundo. Un ejemplo contundente se puede observar en la Comunidad Europea, que presenta desde hace algunos años algunas líneas de avance significativas no sólo de la dirección que tomará el futuro sino también de las dimensiones de ese futuro.

Con la caída del muro de Berlín, que es un símbolo de incalculable significación histórica, Europa verá fortalecida su democracia y los mecanismos de participación ciudadana en las grandes decisiones continentales. Todo ese proceso trae consigo exigencias de unificación e integración de los naciones que componen la Comunidad Europea como en el caso de España, que ha debido empezar a transferir importantes poderes políticos y muchas decisiones de carácter regional a las Comunidades Autónomas con una meta clara de consolidación del proceso en el año 2008. Otro ejemplo que impresiona por lo intempestivo de su ocurrencia y por la celeridad con que se está produciendo es la reunificación de Alemania, cuya unificación monetaria comenzó en los primeros días de julio pasado y cuya reunificación política, temida pero necesaria, va a tener lugar más pronto de lo previsto.

En el campo económico, los países de la Comunidad Europea están tomando medidas de trascendencia cuyo impacto se puede observar con mayor interés en España, que es un país más cercano a América Latina, tanto porque es nuestra Madre Patria como por las condiciones de atraso en que se encontraba su economía antes de hacer su ingreso al Mercado Común. A España se le ha abierto el camino del progreso, gracias al incremento del comercio exterior que, al tiempo que le ha traído mayores exigencias en la calidad de sus productos, ha resultado bastante competitivo en aquellos sectores de la economía en los cuales podía competir con el resto de la Comunidad. El pronóstico sobre el progreso de España dentro de la Comunidad no puede ser más halagueño : El crecimiento económico será relativamente intenso, la inflación reducida, y el paro o desempleo descenderá por debajo de los niveles de mediados de los ochenta, aumentando también la movilidad laboral.

En lo que respecta a lo social, es indudable que los ciudadanos de la Comunidad Europea gozarán cada vez más de un nivel de vida superior al actual, que es, con mucho, superior al nuestro. Uno de los aspectos que se observa como un hecho es que la gente dispone de más tiempo libre y, a la vez, puede acceder a actividades culturales y recreativas que inciden en los niveles de autorrealización personal. Esa calidad de la vida está, sin duda, garantizada por una cobertura amplia y moderna de los servicios de salud y por la infraestructura sólida y confiable de servicios públicos como son el agua potable, el teléfono y la electricidad, para señalar solamente los básicos que en nuestro país están en crisis.

Con este breve recuento de algunos logros que se están alcanzando con la Comunidad Europea, podremos presentar el panorama de la educación superior que está reestructurándose a medida que los avances económicos y políticos se han ido logrando de acuerdo con metas progresivas que la Comunidad Europea se ha propuesto para los próximos diez años, una vez alcanzada la unificación que en varios sectores, particularmente el monetario, se fijará en 1992.

Alumnos, estructuras y profesores

El porcentaje de alumnos en edad de cursar estudios universitarios ha ido aumentando por encima de las tasas tradicionales. Para volver al caso de España, se registró en ese país una tasa del 40% de alumnos matriculados en universidades. En Colombia, la tasa

promedio para la misma época, es decir, finales de 1988, no sobrepasaba el 14%.

Un fenómeno que no quiero dejar de mencionar es el aumento de los alumnos matriculados en ciclos no formales de la educación universitaria, debido, en gran parte, a la demanda por educación que los mantenga al día en relación con los cambios producidos en el mundo del trabajo y, particularmente, a la búsqueda del necesario *training* para poder trasladarse sin mayores problemas de un campo de trabajo a otro mejor remunerado o quizás más acorde con la vocación del individuo.

En lo que respecta a las estructuras, se observa que los programas académicos han realizado una mejor integración de las asignaturas dentro del curriculum y en la relación de éste con la diversificación y las necesidades del mercado de trabajo.

En lo que se refiere a profesores, es cada vez más sólida la posición de estos en el mercado ocupacional, no sólo por efecto de remuneraciones más acordes con sus niveles de preparación sino también al intenso engranaje que se ha ido produciendo entre docencia e investigación.

La acumulación de los conocimientos

Tratando de hacer una síntesis apretada de importantes logros, se podría decir que en los países avanzados, especialmente en Europa, se ha llegado a una gran acumulación de conocimientos científicos y técnicos sustentados en estos hechos:

-El alto porcentaje de científicos vivos que investigan en laboratorios y centros universitarios. Ese porcentaje es mayor que los logrados en siglos pasados.

-Mientras la población humana se ha venido duplicando cada cincuenta años, el número de científicos lo ha hecho cada quince.

-El volumen total de información científico-técnica se duplica cada cinco años.

-El número de ingenieros se duplica cada diez años.

-El crecimiento de la ciencia se duplica cada quince años.

Como lo expresa un estudioso del tema¹: " Todo esto nos conduce a una *sociedad del conocimiento* , donde lo estratégico ya no es tanto el poseer materias primas o una buena situación geopolítica, sino la acumulación y utilización del *saber hacer* ".²

Lo que nos interesa para la educación universitaria es la comprobación siguiente: Los ciclos tecnológicos se acortan. Es decir, al tiempo que aumenta el caudal de conocimientos, se acortan los ciclos tecnológicos, o sea, disminuye la vida media útil de cada solución técnica. Desde el momento del descubrimiento científico hasta la aparición de sus aplicaciones en el mercado, se va necesitando menos tiempo.

Dicha aceleración obliga a prepararse para cortísimos tránsitos entre la teoría y la práctica, entre lo académico, lo industrial y lo comercial, entre la universidad y la empresa.

La situación ha llegado al extremo de superar las constantes de tiempo de los procesos de formación académica. Hay cada vez más soluciones técnicas cuyos períodos de vigencia son inferiores a la duración del ciclo académico.

No pretendo extraer conclusiones inmediatas sobre estas observaciones, sino llamar la atención sobre procesos mundiales que de seguro traerán un poderoso impacto sobre la academia universitaria.

La formación tecnológica

No entro a debatir aquí los alcances del término "tecnológico", objeto de un reciente debate organizado por el Icfes. Creo, sí, indispensable utilizar el término en el ámbito de la educación en ingenierías, pues

¹ Angel Gonzalo Gómez, Presidente de la Fundación española Centros de Formación y Tecnología.

² Afirmación que tiene que ser tomada con reservas si tenemos en cuenta la desestabilización económica, social y política que ha producido la invasión de Irak a Kuwait. La alteración no sólo se ha producido en el Golfo Pérsico sino también en los países industrializados, para quienes el aumento del valor del barril de petróleo ha traído y traerá consecuencias desastrosas incalculables de todo orden.

tanto la tradición como el futuro de la educación lo utilizan en contextos que ya son diversos, sin que por ello pretenda decir que estén contrapuestos. Son más bien acepciones complementarias de acuerdo con la evolución de la ciencia.

Durante el siglo XIX y gran parte del siglo XX, se ha dicho que la tecnología es la ciencia aplicada, o la ciencia de cómo hacer las cosas con fundamento científico. Se la ha entendido también como el rostro visible de la ciencia, más que la ciencia misma.³

A partir de la Revolución científica y después de la Revolución industrial del siglo XIX, la técnica, o sea el arte de cómo hacer las cosas, se fue aproximando a la ciencia. Las "artes y oficios" entraron a las universidades para ocupar un puesto junto a las profesiones liberales y así encontramos alojada a la ingeniería civil en la universidad del siglo pasado. Por ese camino fueron entrando las otras ingenierías a medida que avanzaba la industrialización y se hacía cada vez más necesaria la diversificación de las carreras técnicas.

No obstante, hacia el futuro se precisa aún más la educación tecnológica en la medida en que la sociedad y el conocimiento han ido pasando, la primera, de sociedad industrializada a sociedad de la información y de las comunicaciones, y, el segundo, del conocimiento basado en la enseñanza-aprendizaje hacia el conocimiento basado en información disponible y operativa, integrando en un nivel más complejo la enseñanza-aprendizaje.

La educación tecnológica ha ido convirtiéndose en un ámbito nuevo en el que participan, con nuevas integraciones, las disciplinas científicas, sociales y humanísticas, propias de la formación universitaria, y cuyo objetivo es la orientación del aprendizaje al pensar y al actuar de acuerdo con esquemas lógico-simbólicos que se enroscan con el conocimiento adecuado de los códigos éticos y sociales.

Pienso que la educación tecnológica, tal como se está desarrollando en los países avanzados, se fundamenta en una sólida formación general,

³ Ver Alfonso Borrero, Títulos y profesiones universitarias. Profesión, trabajo y empleo, Ascun, Documento #31 del Simposio Permanente sobre la universidad, Bogotá, 1988-1990, pgs. 126 y 127.

cuyos objetivos radicales son que el alumno aprenda a pensar, a utilizar los algoritmos y principios de la lógica, y a entender la cultura universal y propia desde una perspectiva científica y tecnológica.

Tal formación tecnológica pone el énfasis más en los *procesos* que en los *contenidos* de las disciplinas, debido a que se busca que el alumno aprenda a pensar frente a los problemas, que pueden ser humanísticos, técnicos, económicos, sociales y políticos, para encontrar soluciones acordes con la concepción científica y tecnológica de los nuevos tiempos.

Sin embargo, pienso que esta formación tecnológica no debe quedarse en la capacitación para el desarrollo de funciones y tareas de gestión, de dirección y de solución de problemas, sino que debe apuntar a una educación que hace posible la integración de la dimensión tecnológica y la dimensión humanística de la vida. Por ello, el énfasis que se debe poner en la formación general del estudiante tiene que conducir a situarlo más sólidamente en el mundo de la cultura, sin la cual las técnicas no pasarán de ser los instrumentos de construcción de una sociedad inhumana.

Las ingenierías en Colombia y la educación tecnológica

Como las tendencias de la educación en el mundo contemporáneo son marcadamente tecnológicas, y siendo las ingenierías un campo de formación universitaria en donde lo tecnológico juega un papel central en los currícula, cabe, preguntarse, en el momento de pensar en estrategias hacia el siglo XXI, ¿cuál es el panorama que en el campo de la formación científico y tecnológica ofrece la universidad colombiana?

El nuestro es un país pobre y atrasado, que no ha logrado un pleno acceso a la modernidad. Una clara demostración de ese atraso es la falta de asimilación de la revolución científica y tecnológica en el sistema productivo. El crecimiento económico, que tanto hemos deseado, no se ha visto sustentado por el incremento de la productividad, que, a su turno, está condicionada por la adopción y difusión constante, sistemática y masiva de tecnologías nuevas y apropiadas.

De acuerdo con algunos estudiosos del tema⁴, la industria colombiana dejó de ser un factor innovador desde hace más de veinte años, precisamente en momentos en que la situación financiera y externa de la economía parecía favorable y hubiera podido desarrollarse un plan de inversiones y modernización capitalizando, en forma de inversión productiva e innovadora, el flujo de recursos externos: "No es extraño por ende que el sector industrial en su conjunto haya sido ajeno a los problemas de la formación técnica, científica y tecnológica de la educación colombiana y haya vuelto las espaldas a los destinos de la universidad y en particular de sus Facultades de Ingeniería."

La afirmación anterior en torno a la indiferencia de la industria con respecto a la universidad no es del todo cierta, ya que en el período comprendido entre los años de 1960 a 1980, se fundaron por lo menos cinco universidades de carácter técnico por iniciativa de los gremios del sector productivo privado. El prestigio de que gozan esas universidades, e incluso su número reducido pero de alta calidad, son una prueba de que la industria sí ha estado presente y actuante en el campo de la educación universitaria.

Otro asunto es el relacionado con la carencia, en su conjunto, de innovación tecnológica del aparato productivo. La formación bruta de capital en relación con el producto (que es una de las medidas clásicas de inversión productiva) decayó en Colombia del 21.3% en 1960 al 16.3% en 1988; de ello, lo más grave es la baja participación de la inversión en maquinaria y equipo moderno en relación con el producto interno bruto. Una consecuencia lógica de esa baja participación ha sido la pérdida de competitividad de la economía colombiana, particularmente de su sector industrial: se ha calculado que entre 1971 y 1980, la industria perdió el 17.5% de su stock de capital, lapso en el cual no se cubría la inversión requerida para reemplazar la obsolescencia tecnológica.⁵ El temor que se registra, 'por parte de algunos sectores de la producción, frente a la apertura económica está básicamente relacionado con la baja inversión en la renovación de equipos y nuevas tecnologías de producción.

A su turno, el sector educativo, frente a una baja demanda de técnicos e ingenieros por parte del sector productivo, no ha

⁴ Marco Palacios, Estrategias para la Educación Superior año 2.000. Conclusiones a un debate público, Icfes, conferencia fotocopiada.

⁵ Análisis hecho por Marco Palacios en la conferencia citada, con base en cifras y estadísticas de la Contraloría General de la República.

respondido a nuevos desafíos tecnológicos en la forma acelerada e innovativa que exige la modernización que hemos observado en los países desarrollados. En muchas ocasiones he oído cómo se culpa a las universidades de tal estado de atraso y cómo se hacen juicios generalizados sobre la universidad privada cuando se trata de señalarlas como culpables de la poca inversión que se hace en investigación en relación con la docencia, que se supone más económica que aquella. Tales juicios encierran sofismas y temeridad que no tienen en cuenta un análisis más complejo de las realidades económicas.

En efecto, he sustentado en mis libros y otros escritos⁶ que existe una relación estrecha entre progreso económico y nivel de escolaridad de la población, entre desarrollo económico y fortalecimiento cualitativo de la educación. Es la dinámica económica la causa inmediata que permite que haya más población con acceso a niveles de educación cualitativamente más apropiada para contribuir al crecimiento y desarrollo de la sociedad.

No existe duda alguna de que primero se da el desarrollo económico y a partir de éste se genera una determinada estructura de mercado. Si no fuera así, la universidad tendría en su poder determinar qué se requiere en el mercado, cuánto se debe formar y en qué áreas. Pero no es así y las realidades económicas siguen demostrando lo contrario. El atraso de las economías de los países del Este europeo se debió a cincuenta años de ceguera ideológica en nombre de principios supuestamente universales y válidos de planificación estatal desconociendo la economía de mercado.

Miremos la realidad de la educación universitaria colombiana partiendo de la estructura que hemos esbozado.

De acuerdo con las estadísticas de 1988, se ofrecían en el país 36 títulos de ingeniería distintos : desde la *ingeniería agrícola*, pasando por la de *alimentos* hasta la de *Sistemas con énfasis en administración* (sic). Se repartían esos 36 títulos en 166 instituciones universitarias. Y se encontraban matriculados en ellas 71.178 estudiantes.

⁶ Jesús Ferro Bayona, *Universidad y Desarrollo*, Ed. Uninorte, Barranquilla 1985, pgs.25-40, y *La Educación Universitaria*, Ed. Uninorte, Barranquilla 1989, pgs. 39-58.

En su orden, las tasas anuales de crecimiento de la matrícula durante el período 1970-1987 de las distintas áreas académicas fueron las siguientes: 13.38% en Administración y Economía; 10.53% en Ciencias de la Salud; 8.24% en Ciencias Sociales y Derecho; 13.81% en Educación y 11.45% en Ingeniería, Arquitectura y afines. Pese a que las estadísticas formales concentran en una misma área tanto a las ingenierías como a la arquitectura, es indudable que en un período de 17 años, cuando están aconteciendo muchos cambios tecnológicos tanto en la industria como en la educación en el mundo, el crecimiento de la matrícula en las Ingenierías presenta un crecimiento menor en comparación con las áreas de Administración y Educación, y ligeramente mayor que en Ciencias de la Salud (Ver Cuadro 9).

Suponiendo que es acertado mantener un control en la oferta de cursos, no deja de ser un signo de desequilibrio que el área que más ha incrementado la oferta de programas entre 1975 y 1985, haya sido la Salud. Así, el sector oficial, de 19 programas que ofrecía en 1975, registró 196 programas y el sector privado pasó de 56 programas en 1975 a 111 en 1985. Es decir, los programas en el área de la Salud han tenido una tasa anual de crecimiento en diez años del 26.3% en el sector oficial y del 7.1% en el sector privado.

El Empleo

Quiero referirme brevemente a un aspecto de las cifras del empleo que apuntalan nuestras preocupaciones en torno al dinamismo de la producción como base del desarrollo educativo: La industria presentó un descenso de la generación de empleo pasando de 26% en 1976 al 23.7% en 1985. O sea que observamos un claro retroceso en la participación de la industria en el desarrollo de la economía en lo que se refiere al empleo. Mientras que los sectores comerciales y financieros presentan un incremento del 3% y 2% respectivamente en el mismo período. En cuanto a la participación de los egresados de las universidades en el empleo de cada sector, es en el sector financiero en donde más han participado pues en él se ha generado una tasa más alta de participación, pasando de 25.8% en 1976 a 40.2% en 1985 (Cuadro 22).

Tal panorama da mucho qué pensar sobre nuestras posibilidades en la apertura económica, pues el mercado que ha estado girando en torno a la producción para el consumo interno.

Los postgrados

El incremento que acabamos de ver en Salud se debe a la inclusión en las estadísticas de los programas de postgrado en esa área. Esto nos lleva a preguntarnos por lo que está pasando en los estudios de postgrado.

En la medida en que el sector productivo y los centros educativos han necesitado de recurso humano más especializado, se ha ido desarrollando la educación en el nivel de los estudios de postgrado. No obstante, no puede señalarse este factor de demanda como exclusivo ya que un número no muy grande pero significativo de estudios de postgrado se vienen realizando con el propósito de aumentar el nivel investigativo del recurso humano.

Según datos de 1982 (cuadro 26), el área donde se reciben mayores solicitudes para cursos de postgrado es la de Economía, Administración, Contaduría y afines, pues representan un 34% (1.935) del total de solicitudes. Sigue el área de la Salud que ocupa el segundo lugar con el 14% (777).

En lo que respecta a la matrícula en primer curso, en 1985 Economía tenía 1.318 matriculados (28%); Ciencias Sociales y Derecho con 989 matriculados (21%); Ciencias de la Salud con 776 (16%) y Ciencias de la Educación con 770 (16%). En las Ingenierías encontramos 522 matriculados (9%) en el mismo año (Cuadro 26).

Aunque las cifras no revelan toda la realidad del panorama debido a la inclusión que hemos señalado de la Arquitectura y Urbanismo en el área de Ingenierías, lo que dificulta su desglose, nos sirven para mostrar la baja tasa de participación de la matrícula de postgrado en Ingeniería. Además, aunque la historia de estas disciplinas muestra que existe todavía una tendencia a ver las ingenierías como carreras terminales, en lo que se refiere al mercado ocupacional, no es menos cierto que el impacto causado sobre la investigación, ligada a los estudios de postgrado, se ha sentido con la baja participación de la universidad colombiana en la investigación para el desarrollo tecnológico y la innovación en tecnología avanzada.

La Costa Atlántica

No puedo dejar de referirme a la situación de la educación universitaria en ingenierías en esta región del país.

En el año de 1988, se ofrecían 12 títulos de ingeniería en la Costa: Ingeniería Agrícola, Civil, de Sistemas y Computación, Eléctrica, Industrial, Mecánica, Naval con especialización en Construcción, Pesquera, Química, Agronómica, Naval con especialización en Electrónica y Naval con especialización en Mecánica. La calificación de las tres ingenierías navales mencionadas, refuerza la tendencia clásica a mirar las ingenierías como carreras terminales. Situación que no es particular ni de la Costa ni de Colombia, sino que es una tendencia ya clásica en el mundo.⁷

Los doce títulos de ingenierías que hay en la Costa se ofrecen por medio de 19 programas académicos en 8 instituciones universitarias⁸. De los 75.000 estudiantes que se espera estén matriculados en 1990 en la educación superior de la Costa⁹, estarían matriculados 12.232 en ingenierías, lo que corresponde a un porcentaje del 6.13%. Me parece un índice muy bajo no sólo de la

⁷ En los Estados Unidos, por ejemplo, los Bachelors en Arquitectura y en Ingenierías suponen cinco años de estudio, a diferencia de los otros bachelors que exigen cuatro. Así, tenemos que mientras el *Master's degree* se puede obtener en cinco años, después de realizar los cuatro años del *Bachelor* en las siguientes disciplinas: Educación, Letras, Ciencias Sociales y Económicas, Administración y Gestión, Ciencias Comerciales y Ciencias Exactas y Naturales, las Ingenierías conducen en el mismo lapso de tiempo sólo al grado de Bachelor. Las disciplinas de la Ingenierías se ven como profesionales más que como académicas y, por lo tanto, con mucho mayor énfasis terminal con respecto al mercado ocupacional.

⁸ Instituciones de la Costa Atlántica que ofrecen ingenierías:

1. Universidad de Sucre -Sincelejo
2. Universidad de Cartagena -Cartagena
3. Corporación Tecnológica de Bolívar -Cartagena
4. Escuela Naval de Cadetes -Cartagena
5. Universidad Tecnológica del Magdalena -Sta. Marta
6. Universidad de Córdoba -Montería
7. Universidad de la Guajira- Riohacha
8. Universidad del Atlántico - Barranquilla
9. Universidad del Norte -Barranquilla
10. Corporación Universitaria de la Costa -Barranquilla

⁹ Ver nuestras proyecciones en J, Ferro Bayona, *La Educación Universitaria*, pg. 51.

población estudiantil matriculada en estudios de ingeniería sino también de programas de esa área que se ofrecen en la Costa Atlántica, en comparación con otras regiones del país..

Estrategias hacia el año 2.000

Cuando se habla de estrategias no solamente nos estamos refiriendo a un modelo de planificación del futuro, sino también al conjunto de reglas que aseguran una decisión óptima hacia ese futuro.

No está en nuestras manos determinar la universidad del futuro en lo que respecta a la regulación y planificación del conjunto. Nos limitaremos a manifestar las tendencias que se desprenden de nuestra exposición y a recomendar algunas políticas y estrategias sin pretensión de abarcarlo todo y más con el ánimo de contribuir al debate sobre la educación en ingenierías, entendiendo que la planeación estratégica de la educación es más un proceso en el interior de las instituciones que en el conjunto de ellas. Esta última tarea le correspondería más a los organismos del Estado, sin perder de vista que la educación universitaria no puede estar absoluta y completamente regulada, porque además de que se perdería su autonomía, se empobrecerían los procesos de gestión e innovación, que corresponden a las entidades educativas en sana competencia.

1. Hay que partir de la constancia de una política estatal que viene desde años atrás : De acuerdo con la financiación internacional existente, el Estado colombiano seguirá tratando de extender las oportunidades de acceso a la educación básica primaria a todos los sectores rurales y rubanos mediante la universalización de la educación primaria de calidad y el apoyo del programa Escuela Nueva.

2. Lo anterior quiere decir que habrá menos recursos gubernamentales para la educación media y recursos restringidos para programas especiales universitarios como es la formación de investigadores, con base en recursos del BID.

3. La universidad tendrá, entonces, que aumentar su capacidad de gestión y eficiencia. Un paso fundamental es el fortalecimiento de la relación universidad-empresa, tratando de apoyar las políticas de renovación del aparato productivo, los parques industriales y la investigación con base en la utilización de recursos conjuntos tanto humanos como físicos.

Un ejemplo puede ser que la universidad invierta con preferencia en laboratorios de ciencias básicas y busque apoyo en los laboratorios industriales para sectores de la ciencia conectados con la profesionalización. Como los ciclos tecnológicos son cada vez más cortos, la universidad debería mantenerse al día con información operacionable de los avances tecnológicos que se implantan en el país y los que se están llevando a cabo en el mundo avanzado. En tal sentido se le debería prestar mayor atención al artículo 177 del decreto 080 que prevee la celebración de convenios interinstitucionales con el fin de lograr una óptima utilización de los recursos. Esta cooperación es válida especialmente en los niveles de los semestres profesionales.

4. Con esas premisas, la universidad colombiana debe asumir el reto del desarrollo hacia adelante : por tanto, puede poner un énfasis especial en la formación en ingenierías de la informática y la de electrónica y telecomunicaciones, guardándose las altas posibilidades de crecimiento e innovación en *software* educativo y aplicaciones propias. La ingeniería industrial jugará un papel fundamental si, basándose sus currícula en los conocimientos informáticos, se orienta al apoyo y renovación de la productividad. La ingeniería mecánica, por ejemplo, deberá entrar con paso firme en la utilización de los sistemas expertos.

5. Pero el reto del desarrollo obliga a mirar hacia el atraso para transformar la realidad . Pienso que la ingeniería sanitaria tiene dos grandes tareas de repercusión social : masivos sistemas de tratamiento del problema del agua en los municipios y el tratamiento de excretas. La ingeniería agrícola podrá ayudar al aumento de la productividad en el campo si cuenta con información operacionalizable y apoyo internacional.

6. La ingeniería debe buscar su crecimiento interdisciplinario. Pongo por caso todo lo que se puede lograr con la bio-ingeniería al estudiarse la inmunogenética para la erradicación de enfermedades y para tener bases confiables en el tratamiento digno de los problemas de la vida humana.

7. Debe haber una mayor flexibilidad de los currícula. Para ello, se podría trabajar en:

7.1. Una formación básica que descansa en tres pivotes:

- a) La formación del pensar tecnológico que apunte a la formación de la lógica y la comprensión de los algoritmos .
- b) Una sólida formación cultural que se apoye en el aprendizaje de varias lenguas y en el fortalecimiento de los estudios humanísticos que deberían estar presentes en todos los semestres de la formación.
- c) La formación en tecnología de la informática y de la comunicación.

7.2. Disminución del número de asignaturas para dar paso :

- a) Una mayor formación básica, como se expuso en 7.1
- b) Mayor investigación básica en cada disciplina, mediante el acceso a mayor información operacionalizable de los avances tecnológicos.
- c) Más práctica en las empresas mediante esquemas de integración estudio-trabajo.

7.3 Las asignaturas profesionales deben estar revisándose y actualizándose en períodos no mayores de un año de acuerdo con los cambios de los ciclos tecnológicos.

8. Aumentar los estudios de postgrado en ingenierías, buscando:

- a) más calidad mediante la investigación.
- b) mejor desempeño del profesional en los sectores productivos

9. Finalmente, la formación en ingenierías debería tener bien claro que su objetivo es la educación tecnológica, la cual está orientada a formar el pensar y el actuar de acuerdo con el avance de los conocimientos científico-técnicos y con el desarrollo de una cultura propia y universal.

Con las anteriores ideas de mi disertación, he querido hacer un aporte al avance de los estudios de ingenierías que tengan en cuenta tanto la realidad nacional, que es el subdesarrollo, como también el ancho campo de las posibilidades de desarrollo, mediante la apertura a corrientes renovadoras de la educación en el mundo, a la revolución científico-técnica que se está operando en nuestro planeta y a las repercusiones que se están dando en la riquísima historia cultural de nuestro tiempo.

Cuadro 9
Población estudiantil en la educación superior según áreas académicas
1970-1987

Áreas Académicas	1970			1975			1980			1985			1987 (1)		
	Total	Oficial	Privada	Total	Oficial	Privada	Total	Oficial	Privada	Total	Oficial	Privada	Total	Oficial	Privada
Total general	85.560	46.618	38.942	176.098	86.089	90.009	271.630	100.783	170.847	391.490	156.317	235.173	434.623		
Administración y Economía	12.999	2.958	10.041	48.569	13.980	34.589	88.192	17.784	70.408	104.334	25.513	78.821	109.940		
Agropecuaria y afines	5.741	5.741		8.616	8.313	303	10.363	9.909	454	10.865	8.955	1.910	11.989		
Arquitectura y Bellas Artes	4.921	2.396	2.525	8.259	3.298	4.961	17.805	4.444	13.361	8.785	1.784	6.981	10.954		
Ciencias Exactas y Naturales	2.368	1.455	913	5.097	3.208	1.889	5.830	3.104	2.726	6.477	4.670	1.807	6.694		
Ciencias de la Salud	7.749	5.952	1.797	14.944	11.385	3.559	25.934	11.125	14.809	39.904	17.289	22.615	42.497		
Ciencias Sociales y Derecho	13.154	3.479	9.675	28.082	5.344	22.738	39.715	6.979	32.736	48.405	10.620	37.585	50.541		
Educación	9.863	6.508	3.355	30.458	20.627	9.831	44.379	29.457	14.922	74.783	43.352	31.431	88.986		
Humanidades	2.262	840	1.422	2.960	1.079	1.881	2.755	1.144	1.611	2.677	1.588	1.079	3.267		
Ingeniería, Arquitectura y afines	17.388	10.073	7.315	29.113	18.857	10.256	36.657	16.837	19.820	95.280	42.338	52.944	109.745		
Sin discriminación	9.115	7.416	1.699												

Fuente: Estadísticas de la Educación Superior. ICFES. Bogotá. 1970-1987.

Nota: A partir de 1981 hay una nueva clasificación de las áreas de conocimiento, se unen las Ciencias Sociales y el Derecho y por otro lado se unen la Arquitectura y la Ingeniería, pero se presentan aparte los datos en Bellas Artes. (pág.60-63 año 1985).

(1) No se dispone de datos discriminados según naturaleza jurídica.

Cuadro 22
Composición del empleo por rama de actividad
(marzo de cada año)

	1976	1980	1985
A. Empleo Total			
Industria	26.0%	26.5%	23.7%
Comercio	22.0	24.5	25.5
Servicios	32.7	29.2	29.1
Sector financiero	5.4	6.8	7.6
Otros	13.9	13.0	14.1
B. Empleo Universitario			
Industria	18.2%	18.8%	17.2%
Comercio	12.3	15.1	15.4
Servicios	47.6	37.0	38.9
Sector financiero	12.8	19.9	19.0
Otros	9.1	9.2	9.5
C. Participación de los universitarios en el empleo de cada sector			
Industria	7.6%	9.4%	11.7%
Comercio	6.1	8.3	9.7
Servicios	15.9	16.9	21.6
Sector financiero	25.8	39.2	40.2
Otros	7.1	9.5	10.9

Fuente: DANE
 (1) Incluye servicios a las empresas.

Cuadro 26
Total población estudiantil en postgrado por cupos, solicitudes y matrícula a primer curso por áreas de conocimiento
1982-1985

Áreas de Conocimiento	1982			1983			1984			1985		
	Cupos	Solicitudes	Matrículas	Cupos	Solicitudes	Matrículas	Cupos	Solicitudes	Matrículas	Cupos	Solicitudes	Matrículas
Total nacional	4.785	5.729	3.333	5.186	6.721	4.439	6.442	8.187	5.170	6.383	8.567	4.746
Agronomía, Veterinaria y afines	56	110	55	15	16	14	26	28	26	33	43	24
Bellas Artes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciencias de la Educación	695	777	548	853	1.066	1.035	1.236	984	777	1.263	1.276	770
Ciencias de la Salud	519	1.413	444	611	1.667	598	753	2.401	584	727	2.835	776
Ciencias Sociales, Derecho y Políticas.	893	795	604	1.112	1.069	895	1.032	836	669	1.317	1.308	989
Economía, Administración, Contaduría y afines.	1.948	1.935	1.260	1.599	1.915	1.170	2.115	2.250	1.754	1.720	1.840	1.318
Humanidades y Ciencias	22	8	8	131	158	121	552	853	744	549	134	124
Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo	472	485	301	557	499	380	431	495	353	495	873	522
Matemáticas y Ciencias Naturales	180	206	113	308	331	226	297	340	263	279	261	223

Fuente: Estadísticas de la Educación Superior, ICFES, Bogotá, 1982-1985.

Los
adajo
se
que
de
sobre
las
y
se
que
de
sobre

ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2000 ING. ALVARO PARDO PRESIDENTE DE ACODAL.

El presente documento tiene como objetivo principal definir las estrategias educativas para la Ingeniería del Año 2000, en el contexto de la Asociación de Colegios de Ingeniería del Perú (ACODAL). Este documento es el resultado de un proceso de consulta y debate con los miembros de la asociación, así como de un análisis de las tendencias globales en el campo de la ingeniería y la educación superior.

El documento está estructurado en los siguientes apartados:

- 1. Introducción
- 2. Contexto y Justificación
- 3. Objetivos
- 4. Estrategias Educativas
- 5. Conclusiones
- 6. Anexos

Este documento sirve como una guía para la toma de decisiones y la implementación de políticas educativas en el ámbito de la ingeniería en el Perú.

algún otro de los siglos.

Al estar esta invitación de la Universidad del Norte para que se participara en esta reunión y presentar ideas y planteamientos sobre cómo debe orientarse nuestra formación en el campo que se desarrolló en el presente de la ingeniería y la informática, me he permitido hacer un análisis de reflexiones que puedo compartir con ustedes por considerar que es fundamental conocer lo que ha pasado, lo que está pasando y lo que

6- ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2000

ING. ALVARO PARDO
PRESIDENTE DE ACODAL.

que está pasando y lo que va a pasar en el mundo y en el mundo de la ingeniería.

El mundo de la ingeniería en el siglo XXI será diferente al mundo de hoy. El mundo de hoy es un mundo de cambios rápidos y de avances tecnológicos que nos obligan a estar constantemente actualizados.

El mundo de la ingeniería en el siglo XXI será un mundo de cambios rápidos y de avances tecnológicos que nos obligan a estar constantemente actualizados. El mundo de hoy es un mundo de cambios rápidos y de avances tecnológicos que nos obligan a estar constantemente actualizados.

ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2000

Al atender esta invitación de la Universidad del Norte para venir a Barranquilla y poder participar en esta reunión y presentar algunas ideas y planteamientos sobre cómo debe orientarse nuestra ingeniería especialmente en el campo que he desarrollado en mi profesión, la Hidráulica y la Ingeniería Sanitaria, me ha permitido hacer una serie de reflexiones que quiero compartir con Ustedes por considerar que es fundamental conocer lo que ha pasado, lo que esta pasando y lo que puede llegar a pasar en el mundo y en el propio desarrollo de la humanidad. Si no conocemos la historia, estamos propicios a cometer los mismos errores. Tampoco podemos desconocer los avances tecnológicos pues nos aislaríamos del mundo y tardaríamos siglos para llegar a encontrarlos

Analicemos en forma general qué desarrollos y qué avances ha tenido la humanidad en este siglo, para posteriormente evaluar lo que ha sucedido con nuestra ingeniería en el mundo y en Colombia principalmente. Si a alguien hace 100 años, se le hubiera preguntado, cuál cree Usted que será el avance tecnológico del Siglo XX? talvez nunca habría acertado, ni siquiera imaginado lo que ha sucedido, que sobrepasa cualquier predicción e imaginación.

Presentamos algunos de los principales hechos científicos y tecnológicos de nuestro siglo.

o El siglo se inicia con un sueño que venía desde toda la historia y que pretendía ver a ICARO volando con sus alas de cera, o a un Leonardo Davinci con sus esquemas de ingeniería, identificando la conformación y proporción de una "maquina voladora" que pudiera transportar al hombre por los aires. Es precisamente en este siglo que la Ingeniería, en todas sus formas llega a encontrar soluciones que van desde las pequeñas avionetas que volaron a principios de siglo una distancia de 200 metros, hasta llegar a la Era Espacial, de salir a fotografíar y obtener información de Venus y Jupiter; o de contar con toda una serie de satélites artificiales que el Trasbordador Columbia los lleva y los recoge del espacio; o de saber que hay naves tripuladas que han permanecido más de un año en la órbita de la tierra. Tal vez este afán de la humanidad de conquistar el espacio es lo que ha permitido un mayor desarrollo científico y tecnológico, (el combustible, los materiales, los computadores, etc.) en este siglo.

o Es precisamente la informática y los computadores los que llegan en esta segunda mitad del siglo XX a transformar el "trabajo intelectual del hombre". Con este encuentro científico también se cultiva una ambición del ser humano de contar con una maquina que le ayudaría a calcular. Desde el "abaco chino" que todavía encontramos como juguetes para los niños, se llega a las calculadoras manuales, y las "reglas de calculo" con las cuales estudié y con las cuales se

calculaban raíces cúbicas, logaritmos y funciones trigonometricas y son hoy en día elementos de colección, para llegar ahora a los microcomputadores que se han convertido en la herramienta diaria para cualquier oficina y terminar hasta aquellos sofisticados para ordenar el cambio de órbita de un satélite o el que nos entrega el dinero en los cajeros automáticos. Alguien ha afirmado que el hombre inventó la rueda y las máquinas para facilitar el trabajo manual, pero que con los computadores se entra en la era en que el hombre encontro algo que le ayuda a "pensar y calcular", para así darle tiempo y lugar a la mente, la cual todos estamos seguros no ha llegado a su verdadero desarrollo. Este será indiscutiblemente uno de los aspectos que enmarcarán el comportamiento humano del Siglo XXI, el estímulo de la mente.

o Como consecuencia de la era espacial y los computadores, entramos igualmente a ese gran mundo de las telecomunicaciones. Del estafeta de Bolívar hemos pasado a la transmisión del mando del Presidente Gaviria con treinta y cinco cámaras fijas cuatro equipos móviles, y un helicóptero, para regalar imágenes instantáneas de esta ceremonia a Colombia y a todo el mundo. También vemos lo que pasa en IRAK en forma simultánea, anunciando al mundo una "guerra santa". Hoy podemos conocer el mundo desde nuestras casas. Ya no tenemos que esperar al regreso de MARCO POLO al cabo de varios años de viaje para que nos relate lo exótico que vió en otros mundos de Oriente para que luego sea encarcelado por blasfemo y mentiroso.

o Tal vez uno de los logros más fundamentales para la humanidad que enmarcan todos estos logros, fue el alcanzado por Albert Einstein con su Teoría de la Relatividad, que ofrece un entendimiento de las teorías físicas (Newton, Galileo), que le permiten a la humanidad entrar a evaluar las teorías científicas que han permitido la era espacial y todas las consecuencias que ha traído su aplicación.

o Ahora, si nos referimos al ser humano, como tal, también en este siglo se ha llegado a límites realmente sorprendentes. Hay una inscripción en una tumba británica que dice "nunca antes una persona hizo tanto por la humanidad". Esta es la tumba de Alexander Fleming, que por allá en los años 30 descubrió el antibiótico denominado "penicilina", que vino a darle esperanzas de vida a la humanidad. Antes de ella cualquier infección interna era mortal y la SIFILIS se había constituido como el azote de la humanidad por siglos. Fue tal vez más temida que el propio SIDA. Napoleón afirmaba que no había que tenerle miedo a un ejército bien armado, sino a una infección de Sifilis.

o Es también después de la segunda guerra mundial que se desarrolla la cirugía plástica como un aspecto importante de recuperación del ser humano, tomando piel de un lado del cuerpo para injertarla en otro. Pero fue en el año 1967, cuando el doctor CHRISTIAN BARNARD realizó en la ciudad del Cabo (Sud Africa) el primer trasplante de corazón y fue así como el mundo científico dio un gigantesco paso hacia la evolución de la medicina moderna. Ahora

existen ya bancos de órganos y no es raro encontrar en Colombia avisos que dicen "SALVE UNA VIDA: DONE UN RINON". Los primeros en iniciar en Colombia los trasplantes de riñón fueron los antioqueños que entrenaron a todos los grupos que se dedican hoy a esa práctica en Bogotá, Cali y Bucaramanga.

En Colombia, tal vez, uno de los científicos más importantes. Junto con el doctor ELKIN PATARROYO es el profesor Salomón Hakin, quien lanzó al mundo la válvula que lleva su nombre y que permite aliviar la presión hidrocefálica y recuperar así seres que estaban destinados a morir o a vivir en un autismo permanente. Lo interesante de esta válvula de Hakin es que ella tiene el mismo principio de una "válvula de alivio" que se utilizan por razones hidráulicas en las conducciones a presión y que se emplea en los puntos altos para dejar salir el aire que no deja fluir el agua. Aquí vemos como un principio de la ingeniería hidráulica se aplica en un principio médico.

Este es talvez el punto principal a donde quería llegar, pues es la ingeniería la que sirve de base para la mayoría de los desarrollos médicos de la humanidad en este siglo. Hoy existe por ejemplo la ingeniería médica. Es así que el Profesor Hakin esta investigando en la Universidad de Los Andes, donde no hay facultad de medicina, ayudado por un Ingeniero Mecánico y un Ingeniero Hidráulico para aclarar los principios de la ingeniería en el funcionamiento de muchos elementos del ser humano.

El salón de "cuidados intensivos" es un gran salón de despliegue de avances electrónicos. El Profesor Barraquer, pule las retinas después de enfriarlas por debajo de cero grados, ayudado por un computador que le indica la geometría a la que tiene que llegar para corregir cierto problema ocular.

Se puede afirmar entonces que la ingeniería es indiscutiblemente la base del desarrollo de la humanidad.

Podemos ahora sí analizar cuál ha sido el desenvolvimiento de la ingeniería sanitaria en el mundo y en Colombia en este siglo para así proyectar alguna estrategia para su enseñanza en el futuro.

La salud pública y el saneamiento en el mundo sufrieron una transformación a fines del siglo pasado y principios de éste.

Fueron Luis Pasteur y Roberto Kock quienes plantearon explicaciones bacteriológicas para una serie de dolencias, basando sus hipótesis en avances ya mejorados de la microscopía. El pensamiento bacteriológico desplazó las nociones de las emanaciones y exhalaciones, remplazándolas con las ideas de la bacteria microscópica y sus vectores. Con esa mutación en la percepción médica, la salud pública y el saneamiento tuvieron que ser reorganizados.

En la esfera de la salud pública la vacunación tendió a sustituir a las medidas de cuarentena masivas y el rociamiento de las habitaciones

dejó de tener como objetivo la disipación de las exhalaciones, orientando los esfuerzos a la prevención de las infecciones producidas por los vectores.

De esta forma el "Saneamiento" recibió el mayor impacto de la Revolución Bacteriológica. Pero si estos descubrimientos fueron europeos, fueron los norteamericanos los que remplazaron al aire por el agua como el principal medio ambiental de la bacteria nociva, para enfermedades como la tifoidea, la disentería y el cólera. Es decir que las bacterias no venían con el aire como se creía, sino que estaban principalmente en el agua. De esta forma el abastecimiento de agua desplaza al alcantarillado como la medida sanitaria más destacada en la atención humana.

La filtración rápida emergió en la Década de 1890 y se difunde en los Estados Unidos en las tres décadas siguientes. Sólo un 25 por ciento de la población norteamericana tomaba agua filtrada por allá en el año 1920.

La investigación para mejorar el suministro de agua se llevó a cabo principalmente en las estaciones experimentales de Laurence Y Lousville, en los Estados Unidos, donde se promovieron las técnicas de cloración para "desinfectar" el agua, eliminando así las bacterias. Fue la ciudad de Jersey la primera en moverse hacia la cloración, purificando 10.000 millones de metros cúbicos al día, es decir un caudal de cerca a los 125 litros/segundo. Ya en 1915 en los Estados

antes se estaban clorando cerca a 2.500 litros/segundo de agua suministrada a la comunidad.

De esta forma el alcantarillado pierde en esa época su posición privilegiada entre las actividades sanitarias. Los desechos sólidos podían considerarse generadores de gases nocivos, pero como no se acumulaban, no se podían aceptar como un elemento significativo en la transmisión de los microorganismos. Al poco tiempo, sin embargo, la naturaleza del alcantarillado también cambió. El objeto del alcantarillado victoriano había sido el de alejar los desechos de las zonas habitadas. El nuevo alcantarillado buscaba desinfectarlo para prevenir la contaminación de los cursos de agua con microorganismos. Un número de innovaciones tecnológicas fue introducido para obtener este nuevo propósito como la filtración mecánica y la cloración.

El concepto de saneamiento básico se refuerza mas aún cuando hace cerca de 100 años cuando Carlos Juan Finlay lee ante la Academia de Ciencias de La Habana un tratado demostrando que el mosquito "Aedes aegypti" era el vector de la fiebre amarilla y por esa misma época los Italianos Grossi y Bignote demuestran también que la malaria era transmitida por otro mosquito denominado "Anopheles". Desde ese entonces el concepto del drenaje de las áreas urbanas y aledañas toma una gran importancia para la ingeniería hidráulica y sanitaria.

La ingeniería sanitaria nace de la ingeniería civil a principios de siglo cuando el Instituto Tecnológico de Masachussetts estableció un

programa de Licenciatura en Ingeniería Sanitaria en 1900; ejemplo que es seguido por la Universidad de Harvard en 1910 cuando crea cursos de ingeniería sanitaria en su Escuela de Ingeniería.

Estas universidades constituyeron a la ingeniería sanitaria como un campo separado, por cuanto las obras sanitarias habían involucrado a la biología y a la química, disciplinas foráneas en las otras ramas de la ingeniería civil.

En el primer cuarto de siglo, en los Estados Unidos se desarrollaron dos tendencias. Una difundida por el Profesor Gordon Fair, quien sostenía que los dominios de la ingeniería sanitaria estaban relacionados con el abastecimiento de agua, el alcantarillado, la recolección de basuras, el drenaje y la ventilación, y creía que la educación en la ingeniería sanitaria debería incluir estudios en biología, química e hidráulica, y debería estar orientada al diseño, la construcción y operación de tales estructuras. La otra escuela era la del Profesor Phelps que consideraba que el ingeniero sanitario debía estar más orientado a la salud pública, para controlar los alimentos y los mosquitos.

Fue en 1913 que en Estados Unidos se creó la Fundación Rockefeller para "promover el bienestar de la humanidad a través del mundo". Dentro de esta nueva Fundación filantrópica se crea una JUNTA INTERNACIONAL DE SALUD para contribuir al desarrollo de la salud pública en las áreas sub-desarrolladas.

De este esfuerzo de los Estados Unidos llega a Colombia por allá en los años 50 un programa denominado SERVICIO COOPERATIVO INTERAMERICANO DE SALUD PUBLICA, que ofrece una serie de becas para que profesionales de la ingeniería civil, especialmente, fueran al exterior a estudiar, a niveles de postgrado, los principios de la INGENIERIA SANITARIA. Son ellos los que regresan al país varios años después para contribuir con sus conocimientos al bienestar del pueblo colombiano a través de programas y obras para mejorar los sistemas de abastecimiento de aguas y disposición de las aguas servidas. La anterior circunstancia no indica que hasta esa época fue que se llegó a asimilar en Colombia lo que estaba pasando en el mundo, pues ya en 1935 en Colombia se vivió una época de liderazgo en este campo cuando el cinco por ciento de la población tomaba agua desinfectada con cloro.

Lo significativo de este esfuerzo de los años 50 en Colombia es que anteriormente casi todos los diseños y las construcciones de obras hidráulicas y sanitarias fueron realizadas por firmas extranjeras, en su mayoría americanas y sólo fue hasta después de los años 50 que se inicia el propio desarrollo de la ingeniería de consulta y la ingeniería de construcción en el país. En ingeniería sanitaria e hidráulica se puede afirmar, que la actual infraestructura se está realizando con personal colombiano, salvo algunos casos de gran magnitud, como son los casos de Bogotá, Cali y Medellín.

En Colombia existen hoy en día facultades de Ingeniería Sanitaria en las ciudades de Bogotá, Cali, Tunja y Medellín, con una cierta

tendencia a la escuela de Salud Pública y también son muchos los Ingenieros Civiles que con cursos de Sanitaria están al frente de las principales obras de saneamiento en el país. Alguien ha afirmado que un Ingeniero Sanitario ideal, es el conformado por un equipo de trabajo de un químico, un hidráulico y un ingeniero Civil.

Este gran esfuerzo de preparación profesional se está malogrando sin embargo en el país al no haber establecido los gobiernos prioridades de inversión en el sector de saneamiento. Es así que hoy en día a diez años del año 2000 sólo el 60 por ciento de la población colombiana cuenta con sistemas de agua potable y sólo el 40 por ciento con sistemas de evacuación de aguas servidas. Lo anterior indica que es mucho el trabajo que nos espera en este campo de la ingeniería en los próximos 10 ó 20 años.

Se hace necesario que se le dé una estructura adecuada al sector de saneamiento en su parte institucional de recursos financieros y recursos humanos, para enmarcarlo en el desarrollo tecnológico que está disponible para su mejoramiento.

Al mismo tiempo a partir de 1987 Colombia inició un proceso de descentralización que le entrega a los municipios unos recursos financieros y toda la responsabilidad para ampliar o mejorar sus servicios públicos, su infraestructura, su educación y demás necesidades de la comunidad.

Este cambio, unido a la elección popular de alcaldes, es tan importante como la propia constitución de 1886. Con esta se da el inicio de todo un proceso de autonomía municipal dejando a un lado ese centralismo que decidía sobre las inversiones, muchas veces ajeno a las verdaderas necesidades regionales.

Ahora bien, si al país está cambiando con tal rapidez y trascendencia, nosotros los ingenieros también debemos cambiar, no sólo en el mercadeo de nuestros servicios sino en nuestra propia formación, pues de alguna forma para iniciar el próximo decenio, es decir el Siglo XXI, debemos ya contar con una preparación diferente a la que recibimos ahora y más orientada a lo que se puede denominar la INGENIERIA MUNICIPAL, así como en Estados Unidos existe el "Municipal Engineer". Este profesional de la ingeniería se puede comparar con el médico general, que tanta falta le está haciendo a nuestra comunidad y que todos recordamos con nostalgia.

Se requiere que el ingeniero regrese al municipio y que tenga conocimientos generales de ingeniería sanitaria, de hidráulica, de suelos, vías, de pavimentos, de estructuras, de electricidad y de administración, es decir, que volvamos a tener a los ingenieros de principios de siglo, que podían resolver cualquier clase de estos problemas, pues en ese entonces no existían los especialistas como los hay ahora. La ventaja que tenemos ahora es que podemos regresar al municipio con herramientas nuevas como los computadores y con una red de información que nos puede permitir consultar bibliotecas hasta la de MIT.

de información que nos puede permitir consultar bibliotecas hasta la de MIT.

Lo anterior no quiere significar que no se requieren los especialistas, todo lo contrario, se requieren no sólo especialistas sino se requiere que también existan investigadores como base fundamental para contribuir a solucionar nuestros problemas a través de nuestra enseñanza de la ingeniería. Lo grave de la situación actual es que no sacamos el Ingeniero Municipal, no tenemos la investigación y los especialistas se crean espontáneamente por oportunidades de trabajo y no tanto por conocimientos y vocación.

Acaba de terminar una gran evaluación y análisis sobre "ciencia y tecnología" y sus conclusiones son muy concretas al establecer que hay una ausencia generalizada de investigación en Colombia y que ésta se fomenta desde la primaria y el bachillerato, pues es muy difícil que se llegue a ella por pura generación espontánea en la Universidad.

Los Ingenieros tenemos una gran responsabilidad con el desarrollo del país y la enseñanza de la ingeniería tiene necesariamente que ajustarse a las condiciones muy especiales de cada momento. Estoy convencido que hay que enseñar una ingeniería mucho más social para atender más adecuadamente las necesidades de la comunidad. Esta ingeniería debe estar orientada al municipio y la estrategia de nuestra enseñanza debe por lo tanto empezar a cambiar.

Tal vez, los que hemos trabajado en el campo de los acueductos y los alcantarillados, nos hemos acercado y conocido más que cualquier otro ingeniero la desigualdad social del país, la pobreza absoluta de muchos colombianos, además de la miseria total de muchos otros.

Todos podemos contribuir al mejoramiento y al bienestar de Colombia. Lo podemos hacer si ejercemos nuestra responsabilidad en una forma consciente, eficiente y ética. La ingeniería es la base del desarrollo y el bienestar y es mucha la responsabilidad que tenemos con el futuro del país.

Muchas gracias,

EL PAPEL DE LOS MEDIOS DE COMUNICACION
EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA: UN
RETO FRENTE AL AÑO 2000. ING. RICARDO
MARTINEZ, DIRECTOR EJECUTIVO DEL
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS DE
LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA,
BOGOTA

AL VIRCI PARDO SANCHEZ



EL PAPEL DE LOS MEDIOS DE COMUNICACION EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA : UN RETO FRENTE AL AÑO 2.000

INGENIERO RICARDO MARTINEZ DIRECTOR CURRICULAR DEL PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

7. EL PAPEL DE LOS MEDIOS DE COMUNICACION EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA: UN RETO FRENTE AL AÑO 2000. ING. RICARDO MARTINEZ, DIRECTOR CURRICULAR DEL PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - BOGOTA.

Actual los medios de comunicacion... para expedidos para el adelanto... En este estado de cosas la... En este estado de cosas la... En este estado de cosas la...

EL PAPEL DE LOS MEDIOS DE COMUNICACION EN LA ENSEÑANZA
DE LA INGENIERIA : UN RETO FRENTE AL AÑO 2.000

Ingeniero Ricardo Martínez Rozo
Profesor Asociado Facultad de Ingeniería
Director Programas Curriculares Ingeniería de Sistemas

El rápido devenir de los desarrollos científicos y tecnológicos unidos a los sistemas sociales con una elevada dinámica harían preveer cambios veloces en los sistemas educativos coherentes con esta tremenda movilidad. Quizá se esperaría que el Sistema educativo fuera un continuum de cambios, pero no lo es: existe una tremenda inercia que determina un continuo divorcio entre las reales necesidades y las respuestas que éste da. La educación en Ingeniería inmersa dentro de esta realidad lucha en forma intensa y denodada para salir de este letargo contextual y para establecer una dinámica propia. Existen carreras de Ingeniería en Colombia que por el volumen y la diversidad de conocimientos se han dividido generando nuevas carreras profesionales en otras latitudes, que aquí sólo se aparecen en el sueño de visionarios, mientras seguimos produciendo profesionales en la Ingeniería generalista que son incapaces de adaptarse a las necesidades ocupacionales por carecer de la formación necesaria en temas o áreas en las cuales debería tener un control o un dominio tal para responder a la tecnología que tiene que manejar y soportar.

En este estado de cosas la Ingeniería busca establecer canales más expeditos para el anhelado cambio y es aquí donde entran a actuar los medios de comunicación. Visto desde dos puntos de

esta diferentes: por un lado se encuentra aquel que ha sido
activado por los embelesos del saber y se abre de par en par
para que cualquier tipo de conocimiento no pase sin tocarlo. Por
otro lado los medios de comunicación buscando cada vez más formas
para llegar al receptor y lograr sus objetivos, lo luchan codo a
codo con todo tipo de sensaciones, imágenes, ideas, y hasta
agresiones, circulando desde la información informal hasta la
formación formal.

Los medios de comunicación en Colombia han jugado un papel
protagónico en la educación primaria y secundaria, los resultados
de este tipo de acciones son ciertamente sobresalientes. Este
tipo de programas estarían incluidos dentro de lo que denomino la
formación formal. En el otro extremo de la vía esta la
información que se suministra porque es de actualidad, es
actual, o se requiere para llenar un "bache", en el noticiero, el
periódico, o la revista. En este esquema se enmarcaría la
información informal.

Hay serias diferencias en cuanto al impacto de los diferentes
medios de comunicación. Se menciona por ejemplo que los medios de
comunicación serán más impactantes en la medida en que estimulen
los centros sensoriales, por esto la televisión es más efectiva
que la radio para llegar al espectador. Pero el impacto también
está definido por la calidad del espectador, por esto poca
importancia tendrá para un espectador no permeable al teatro una
obra como "Hamlet" representada por una buena compañía.

Por esto aquel que ha caído en los embelesos del saber es ciertamente más permeable a la información que le suministran, que alguien cuyo nivel cultural le impida estructurar la información suministrada, y a medida que se estimulan sus sentidos la información producirá un impacto mayor sobre él.

Sin embargo existe un ángulo diferente por tocar. Cada día van cayendo nuevos adeptos en brazos del saber y entonces la información que llega por todas las formas de comunicación cada vez tiene más espectadores. Se podría decir entonces que la información informal se está convirtiendo en una forma fundamental de enseñanza que actualmente tiene inocultable valor sobre la culturización de los pueblos.

Cuando se menciona que los medios de comunicación tienen que ver en el desarrollo de las diversas formas de violencia se presenta un clamor unánime de éstos definiendo su impacto como una muy discreta influencia sobre la determinación de las conductas humanas. Sin embargo este mismo argumento no es esgrimido cuando se menciona la propaganda como un medio para mover al espectador en determinado sentido. Se dice entonces que la propaganda si es capaz de modificar la conducta del observador en tal forma que lo induzca a desarrollar acciones que de otra forma no ejecutaría; y como galante de estas afirmaciones se ven por un lado las enormes sumas de dinero que invierten las compañías en propaganda, y por otro el cambio en la comercialización como resultado de una eficiente propaganda.

Entonces si hay buenas razones para pensar que también la información técnica que, cada vez más, ocupa los medios de comunicación encontrará espectadores permeables que puedan recibirla y asimilarla.

Ese papel protagónico que están tomando los medios de comunicación es ahora inobjetable. Existe una influencia definitiva en la modificación de las conductas humanas, que podrían llevar a la selección de una carrera profesional, a la adquisición de un equipo inútil o a consumir una bebida para "calmar la sed que se experimenta en el desierto", antes de que se haya logrado una buena estructuración mental de ideas y conocimientos que justifique tal hecho.

A medida que avanzamos hacia el año 2.000 los medios de comunicación van cambiando las reglas de la transferencia de información. La información que se envía al receptor cada vez tiene más contenido y profundiza más sobre su objeto. Luego los medios de comunicación se han convertido en una nueva estrategia educativa.

Cabe entonces preguntar si quienes manejan los medios de comunicación son concientes de lo que está sucediendo. Si es así están en mora de iniciar la modulación de los mensajes en tal forma que tengan la calidad necesaria para cumplir adecuadamente con esta función. No pueden seguir su posición irresponsable de suministrar información de baja calidad, inexacta o tendenciosa

amparándose en la libertad de comunicación. Si el espectador no tiene capacidad crítica para definir cuando debe cerrarle la puerta al conocimiento o si no es capaz de seleccionar la información para establecer el justo valor de cada dato, corresponde entonces a los medios de comunicación, efectuar una minuciosa selección de los contenidos de cualquier aparición pública y si los medios de comunicación no pueden cumplir con esta responsabilidad será necesario, al costo que represente, minimizar el impacto de los medios de comunicación mediante una educación que permita estructurar el conocimiento en tal forma que la fuerza de la razón se imponga al sensacionalismo.

No obstante, y como lo han podido demostrar diferentes programas en Colombia, este impacto es predecible, controlable y tenemos la capacidad y la experiencia para hacerlo. Si se hace así entonces se podrá decir que la información informal ha pasado a ser una de las bases fundamentales de la educación formal.

Cada día más y más formas de comunicación educativa entran en competencia: videotex, teleconferencias, videoconsulta, periodismo didáctico, cursos enlatados, redes de información, etc. Hasta el punto que se prevee que estas nuevas y viejas formas de comunicación cada vez tomarán un papel más importante dentro de la formación educativa en todos los niveles y así se podrá disminuir la educación presencial, para dar paso a formas de educación que respeten más la individualidad de la persona y que lo impulsen más al análisis que al almacenamiento de información improductiva.

LA CONFORMACION DE COMUNIDADES CIENTIFICAS EN EL CAMPO DE
TECNOLOGIA

24. Relación de la formación de las comunidades científicas con la institucionalización de las profesiones y de la diversificación de los programas de estudio por las instituciones de enseñanza superior.....7

EL CONCEPTO DE TECNOLOGIA.....7

RELACIONES ENTRE LA CONSOLIDACION DE LAS COMUNIDADES CIENTIFICAS Y LA DIFERENCIACION DE LAS DISCIPLINAS Y.....70

8. LA CONFORMACION DE COMUNIDADES CIENTIFICAS EN EL CAMPO DE LA TECNOLOGIA. DR. JORGE CHARUM, PROFESOR ASOCIADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA......37

ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LA INVESTIGACION EN INGENIERIA...49

.....55

.....50

3. Borrador presentado para el foro preparatorio de la reunión anual de facultades de Ingenierías de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Agosto de 1980.

amparándose en la libertad de información. Si el espectador no tiene capacidad crítica para definir cuándo debe cerrar la puerta al conocimiento y si se le ayuda a seleccionar la información para establecer el justo valor de cada dato, corresponde entonces a los medios de comunicación, efectuar una minuciosa selección de los contenidos de cualquier aparición

LA CONFORMACION DE COMUNIDADES CIENTIFICAS EN EL CAMPO DE TECNOLOGIA.

Su relación con la calidad de la formación, la institucionalización de las profesiones y de la investigación.

Bo obstante, y como lo han podido demostrar diferentes programas en Colombia y en el extranjero, la conformación de comunidades científicas en el campo de la tecnología requiere de una serie de condiciones que permitan la institucionalización de las profesiones y de la investigación.

Jorge Charum
Profesor asociado
Universidad Nacional de Colombia

En el campo de la tecnología, la conformación de comunidades científicas requiere de una serie de condiciones que permitan la institucionalización de las profesiones y de la investigación. Estas condiciones se refieren a la formación de los recursos humanos, a la creación de espacios de investigación y de desarrollo tecnológico, y a la promoción de la innovación y el emprendimiento.

3. Ponencia presentada para el Foro preparatorio de la reunión anual de facultades de ingeniería sobre "Estrategias educativas para la ingeniería del año 2000", ACOPI, Barranquilla, 17 de Agosto de 1990.

Tabla de contenidos

Introducción.....10

LA DIVERSIFICACION, LA DIFERENCIACION Y LOS PROGRAMAS OFERTADOS POR LAS INSTITUCIONES DE ENSEMANZA SUPERIOR.....3

EL CONCEPTO DE TECNOLOGIA.....9

VINCULOS ENTRE LA CONSOLIDACION DE LAS COMUNIDADES CIENTIFICAS Y LA DIFERENCIACION DE LAS DISCIPLINAS Y PROFESIONES.....20

LOS LABORATORIOS DE INVESTIGACION.....27

LA INSTITUCIONALIZACION DE LA INVESTIGACION.....37

POLITICAS INSTITUCIONALES: SU ARTICULACION CON LA POLITICA PUBLICA Y CON LA ACTIVIDAD DE GRUPOS Y LABORATORIOS DE INVESTIGACION.....43

ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LA INVESTIGACION EN INGENIERIA.....48

Index.....66

Bibliografía.....68

LA CONFORMACION DE COMUNIDADES CIENTIFICAS EN EL CAMPO
DE LA TECNOLOGIA¹.

*Su relación con la calidad de la formación, la
institucionalización de las profesiones y de la
investigación.*

Jorge Charum

Profesor asociado

Universidad Nacional de Colombia

Introducción.

Una consecuencia de las grandes transformaciones sociales y culturales que ha sufrido la Sociedad colombiana en los últimos decenios ha sido la rápida expansión del sistema educativo. El término "masificación" ha sido empleado para expresar el fenómeno de la ampliación vertiginosa de la cobertura escolar. Nuevos grupos sociales han logrado acceder a la educación media y superior, anteriormente restringidas a ciertos grupos sociales de élite. En la educación primaria se puede decir que todo niño que llega a la edad de entrar a la escuela tiene un puesto aunque el número de años que la gran mayoría pasará allí no supera al utilizado para alcanzar el tercer o cuarto grado. El progreso en la tasa de escolaridad en la escuela primaria ha permitido que ahora el concepto de democratización del acceso a la educación primaria se vea, entonces, precisado

1. Ponencia presentada para el Foro preparatorio de la X Reunión anual de facultades de ingeniería sobre "estrategias educativas para la ingeniería del año 2000" organizado por la Asociación de Facultades de Ingeniería, ACOFI, Barranquilla, 17 de agosto, 1990. Este texto está basado en el documento Estructura y transformaciones en la enseñanza superior que el autor elaboró, con la colaboración de Diego Decerra y Martha Castaño, para la Misión de ciencia y tecnología, así como en los artículos "Sobre la tecnología y las exigencias para su desarrollo" y "El conocimiento tecnológico y la formación" de Charum, J. de próxima publicación.

como democracia en su calidad. Ahora ya no se trata de pedir que la escuela sea para todos y que se cumpla el viejo sueño del siglo XIX que tendía a asegurar, para las grandes masas la difusión de los saberes elementales: leer, escribir, calcular, aunque este ideal mantiene toda su validez y su carácter fundamental. La enseñanza de los conocimientos indispensables, -y lo indispensable está definido en cada época- es tarea que nunca está acabada, no sólo por cuanto debe estar asegurada como posibilidad -en este caso el acceso para todos a la escuela-, sino porque debe tener una verdadera realización como preparación para seguir el movimiento de un progreso técnico, científico y social que por definición nunca termina, pues deben repensarse continuamente los métodos y las técnicas y prepararse las condiciones de su ejercicio. Comienzan así a hacer irrupción nuevas problemáticas que obligan a desplazar las discusiones hacia la necesaria calidad de la educación ofrecida. Y estas discusiones no se restringen a la educación primaria o secundaria; están presentes, por el contrario, cada vez que se trata de la reforma de la Universidad, tema recurrente que ha sido objeto de grandes debates tanto en los países más desarrollados como en los menos desarrollados. Quizás es esto un signo de la centralidad de la Universidad en la época contemporánea y del crecimiento de las expectativas que sobre ella recaen.

Es posible, entonces, hablar también de las transformaciones que ha sufrido la Universidad debido a la necesaria integración de los nuevos problemas y de las tensiones suscitadas por las nuevas demandas sociales. Ahora bien, estas transformaciones sólo muy imperfectamente pueden ser captadas desde indicadores exteriores, como por ejemplo los indicadores estadísticos que dan cuenta de las evoluciones cuantitativas y, por el contrario, es preciso intentar

calificar los modos en que se dan estas transformaciones, así como precisar su sentido.

En el presente documento se intentará caracterizar estas transformaciones en la enseñanza y la investigación en el campo de la ingeniería, con base en algunos conceptos que permitan dar cuenta de las nuevas tensiones presentes -que pueden deberse a la presencia de nuevas demandas debidas a la progresiva aparición de la investigación en el interior de la Universidad que se caracterizaba por responder en forma prioritaria por una formación profesional, o a demandas externas como las provenientes de otros sectores sociales, del sistema productivo o del sistema de las necesidades sociales y de las formas como algunas de ellas van progresivamente conformando nuevos modos de proceder. Además se pretende, a partir de estos conceptos, comenzar a dar un sentido y una orientación a esas transformaciones cuando se hace explícito un interés general como el que se corresponde con el tema central de este Foro -la ubicación de los elementos a partir de los cuales sea posible conformar una política de desarrollo del campo de la ingeniería para poder enfrentar en el próximo futuro los retos que le impone su posición determinante en la construcción de las bases materiales que son condición necesaria para el bienestar social.

LA DIVERSIFICACION, LA DIFERENCIACION Y LOS PROGRAMAS OFRECIDOS POR LAS INSTITUCIONES DE ENSEMANZA SUPERIOR.

El rápido crecimiento de la matrícula que ha caracterizado a la enseñanza superior en las tres décadas que preceden a la reforma de 1980, ha estado acompañado de una transformación

de la que una de sus manifestaciones se presenta como una gran diversificación de los programas que ofrecían un número creciente de instituciones. En efecto, si la Universidad de 1950 ofrecía cerca de 70 programas diferentes que se concentraban mayoritariamente en medicina, ingeniería y derecho y ciencias sociales, la de 1980 ya ha multiplicado por 20 la posibilidad de escoger una carrera. Esta diversificación se hace, en su mayor proporción, a partir de aquellas carreras profesionales que están vinculadas a la producción, a la administración y la medicina y, en menos proporción en ciencias sociales. Esta diversificación se acentúa en los últimos die años, cuando el número de programas ofrecidos aumenta a 2171 (Cf. cuadro 1). Se puede entonces afirmar que el sistema de enseñanza superior se ha diversificado a través de la multiplicación de los programas ofrecidos.

Pero más que constatar la diversificación importa establecer la forma cómo ella se ha dado. La posibilidad de llegar a concretar un núcleo fundamental de saberes en un programa de estudios que sea reconocido por la comunidad científica² (disciplinaria o cuasi-disciplinaria) respectiva como de calidad está determinada por el logro de una fuerte identidad disciplinaria o profesional de los miembros de esa comunidad. En efecto, que una comunidad pueda considerar lo que es el núcleo fundamental que da identidad a sus miembros posibilita igualmente que se pueda determinar lo que deba

3. La diferencia entre una comunidad disciplinaria y una cuasi-disciplinaria radica en que la segunda es propia de las profesiones. No debe confundirse ésta con las representaciones profesionales para las que el interés general es de tipo corporativo en tanto que el compromiso de las comunidades cuasi-disciplinarias es con el conocimiento y su fundamentación, su apropiación, su uso competente y con la creación y la aplicación de nuevos conocimientos a través de la investigación. La comunidad disciplinaria, como su nombre lo indica, tiene como campo de su actividad a las disciplinas.

PROGRAMAS POR AREAS DEL CONOCIMIENTO										
AREAS ACADEMICAS	Número de programas									
	1960		1970		1980		1985		1988	
	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
Agronomía, veterinaria y afines	14	8,5	29	6,1	52	3,	45	2,4	60	2,8
Bellas artes	5	3,0	12	2,5	84	6,	76	4,1	82	3,8
Ciencias de la educación	20	12,1	105	22,1	268	19,	380	20,7	454	20,7
Ciencias de la salud	23	13,9	40	8,4	180	13,	300	16,3	312	14,3
Ciencias sociales, políticas y derecho	25	15,2	53	11,1	144	10,	141	7,7	191	8,8
Economía, administración, contaduría y afines	15	9,1	66	13,9	370	26,	448	24,3	543	25,0
Humanidades, ciencias religiosas	10	6,0	22	4,6	32	2,	32	1,7	36	1,7
Ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines	44	26,7	120	25,2	204	14,	345	18,8	406	18,7
Matemáticas-ciencias naturales	9	5,5	29	6,1	55	4,	73	4,0	87	4,0
TOTAL	165	100	476	100	1389	100	1840	100	2171	100

Cuadro 1

Información tomada de "Metas cuantitativas de la educación superior"; Bernal, Hernando, in, Crisis de la educación superior, Fes-Icfes, 1986 y actualizada con las estadísticas del Icfes.

8
8
7
3
8
0
7
7
0

ser apropiado por un estudiante para que éste llegue a ser considerado un par, un miembro de la comunidad. Y esta apropiación tiene que ver con los contenidos y con las normas comunicativas que regulan las relaciones entre los miembros de la comunidad. Dicho en términos menos generales, es la capacidad de concretar en un programa de estudios lo que es considerado en un cierto momento como lo que da un principio de identidad a los miembros de una disciplina o profesión: el conocimiento básico necesario, la adquisición de las reglas que permiten interactuar con los otros miembros de la comunidad, la capacidad para llegar a apropiarse autónomamente del conocimiento disponible y de movilizar los conocimientos adquiridos para aplicarlos competentemente (vinculación de la teoría con la práctica) y de crear una actitud investigativa precedente indispensable para lo que puede llegar a ser una actividad investigativa.

Aún si se carece de estudios históricos y sociológicos que permitan comprender los procesos de conformación y de progresiva consolidación de cada comunidad disciplinaria o cuasi-disciplinaria³ es posible afirmar que un momento

3. Comienzan sin embargo a aparecer los primeros trabajos en esta línea y a conformarse una información básica que empieza a ser interpretada por sociólogos y científicos. Cf. para el caso de las diferenciaciones a partir de la ingeniería y que dan lugar a nuevos programas de ingeniería a Mayor, A., "Industrialización colombiana y surgimiento de las profesiones", Universidad Nacional, Mimeo, 1987, y Villaveces, Fernando, "La arquitectura en Colombia: la profesión contra la disciplina", trabajo realizado para la Misión de Ciencia y Tecnología, 1987, para la arquitectura. En el campo de las ciencias algunos elementos significativos se encuentran en Villaveces, J. L., "Modernidad y ciencia en Colombia", Universidad Nacional, Mimeo, 1987, para el caso de la química; en Takahashi, A., para la matemática; Arenas, G., para la física; Briceño, L. A., para la geología y la geofísica, en los estudios preparados para la Misión de ciencia y tecnología. En todos estos casos el centro dinamizador de la institucionalización de la disciplina fue la Universidad Nacional. En el caso de las ciencias humanas,

determinante para su conformación corresponde a la capacidad para promover la propia disciplina o profesión dentro de las instituciones encargadas de la formación, de crear nuevos programas y carreras en el área respectiva y de ejercer un control de la formación a través del juicio crítico a la labor de los egresados y a los procesos mismos de formación. Se trata entonces de una diferenciación en el campo de las ciencias o de la tecnología que llega a tener expresión institucional en las instituciones universitarias.

La situación anterior, que corresponde a la construcción de una diferenciación en el campo de las ciencias o de las técnicas que da lugar a la aparición de un programa de estudios basado en el compromiso de quienes están interesados en el avance del conocimiento del campo específico, difiere de la diversificación de programas ofrecidos por una institución debidos, posiblemente, a una diferenciación de las ciencias ya existente, pero de la que no ha habido una acumulación previa en el interior de ella en el sentido anterior, o cuando las motivaciones para su aparición están dadas, por ejemplo, por razones del mercado de trabajo. En efecto, la capacidad de evaluación crítica de lo que debe ser una formación de calidad -debida a la presencia de una comunidad que puede establecer las normas positivas, consensuales y de interacción comunicativa válidas para ella, que cuenta con la acumulación de saberes para controlarla, y que tiene como interés central el avance del conocimiento en el área específica- puede no existir en el segundo caso. Así, una diversificación en los programas de una institución de

donde el centro difusor lo constituyó la Escuela normal. se encuentran elementos para la comprensión de los procesos de institucionalización de la historia, la antropología, la sociología en Colmenares, G., Jimeno, M. y Sánchez, E., Restrepo, M., respectivamente, también en los estudios realizados para la Misión.

enseñanza superior puede aparecer sin antecedentes, sin que exista una previa acumulación de instrumentos, ya sean equipos o teóricos, sin una acumulación en información básica y sin medios estructurados para seguir las transformaciones en el campo, sin una capacidad para evaluar y reorientar racionalmente los contenidos, los modos de la formación, el sentido de ella, su pertinencia, problemas cruciales en la época contemporánea cuando la obsolescencia acelerada de los conocimientos y la necesidad de integrar constantemente los nuevos resultados científicos, las innovaciones técnicas y tecnológicas, muestran el carácter indispensable de una sólida fundamentación y de una capacidad de adaptarse a condiciones cambiantes.

La diferencia entre la creación de un programa de estudios sustentado en una diferenciación construida en el sentido anterior y una diversificación que lleva a crear uno sin una previa acumulación básica permite comprender las diferencias en la calidad de la formación entre uno y otro⁴.

4. Toda diferenciación es una diversificación de la institución, pero la diferenciación responde a un proceso que lleva a la conformación de una división interior a la institución a través de la cual esta institución puede llegar a responder como una unidad articulada por una nueva actividad o función, sea esta específica como por ejemplo un nuevo programa de estudios (de pregrado o postgrado, por ejemplo), o más estructural, como la institucionalización de la investigación, o para dar respuesta a problemas propuestos desde el exterior (a través de consultorías por ejemplo), o de construir nuevos nexos con diferentes actores sociales o con instituciones que tienen la misma finalidad (mediante la construcción de redes de comunicación entre ellas). Es posible que una institución se diversifique proponiendo, por ejemplo, nuevos programas, pero que esta diversificación no corresponda a diferenciaciones reales construidas a partir de las cuales se puede asumir con sentido y realismo las tareas que se proponen. Así, una diversificación de la institución, concretada en la oferta de nuevos programas puede no corresponder a una diferenciación interna que sea el resultado de un proceso de articulación de los elementos necesarios para asumir el o los programas o las funciones

A partir de las diferencias anteriores es posible aceptar que si bien la enseñanza superior se ha diversificado, ésta no ha sido siempre el resultado de diferenciaciones reales que permitan prever una formación de calidad. Esto, en particular -lo que es de importancia decisiva para el caso que nos ocupa- no ha sido lo propio del campo de la tecnología, es decir, del campo propio de la ingeniería. Antes de desarrollar ésta afirmación es necesario establecer una definición de tecnología y de conocimiento tecnológico para poder delimitar el sentido de la afirmación.

EL CONCEPTO DE TECNOLOGIA.

Desde el punto de vista etimológico la tecnología es la reflexión sobre las técnicas, lo que abre extraordinariamente su dominio. Aquí nos restringiremos a la fundamentación de la técnica en general, a su formalización y no consideraremos a la filosofía, la historia, la antropología de las técnicas, temas que sobrepasan los propósitos restringidos de este trabajo.

Es preciso, sin embargo hacer una precisión que tiene que ver con el perfil semántico contemporáneo del término "tecnología". En el lenguaje corriente político y periodístico hay una acepción, proveniente aparentemente del término "technology", que lleva a hablar de los productos terminados resultantes de la investigación científica, como de 'tecnologías'. "Este uso de la lengua se deriva con bastante certeza del anglo-norteamericano el que no hace ninguna diferencia entre el dominio de los fenómenos técnicos y el del discurso sobre esos objetos, que desconoce entonces la diferencia entre el lenguaje-objeto (*Objektsprache*) y el

metalinguaje (*Metasprache*)⁹. Esta tendencia a reificar el concepto de tecnología e incluso a reducirlo sólo a hechos, resultados, procedimientos evidentemente borra las tensiones que están en la base de su producción y pone el énfasis en la posesión y en el uso.

Ahora bien, de cuál fundamentación se trata cuando se habla de tecnología? La ciencia moderna que comienza a afirmarse en el siglo XVII en la Europa occidental, está signada por el encuentro de la *Theoria* con la técnica o mejor, de la tradición que entendía conocer lo que es sólo cuando se tienen los fundamentos de lo que es, con los resultados de la actividad humana que a través de toda la Edad media habían, lentamente pero en forma progresiva, mostrado su efectividad para sacar partido de la naturaleza. La ciencia moderna y la técnica moderna (quizás sería mejor llamarla tecnología) están determinadas por ese encuentro; podríamos decir que es a partir de él como llega a penetrar en forma avasalladora la teoría a la práctica -que lleva a formular la pregunta por el fundamento de la práctica, o en forma más restringida como la pregunta por las causas de los resultados (que se consideran más bien como efectos)-, vocación a pedir y a buscar explicaciones basadas en leyes naturales, necesarias y universales. Esta vinculación corresponde a la aparición de una relación de conocimiento entre el sujeto y la naturaleza, relación de conocimiento con una naturaleza "desencantada" en donde la búsqueda, y el encuentro, de las leyes naturales -universales y necesarias- que la rigen permite mostrar las posibilidades de una inserción de la actividad humana en los decursos de la naturaleza y de la

que implícita o explícitamente son afirmadas.

9. Ropohl, Günther; "La signification des concepts de 'technique' et 'technologie' dans la langue allemande", in De la technique à la technologie, Ediciones del CNRS, París,

construcción previsible, puesto que fundamentada en esas leyes naturales, de objetos, de instrumentos, de máquinas calculadas. Es esta relación de conocimiento la que va a caracterizar la ciencia moderna. Así, la técnica puede calificarse de moderna cuando reencuentra el sentido original de *techné*, por cuanto debe dar cuenta de su razón de ser, y en esto se diferencia de las actividades que se desarrollan apelando únicamente a la experiencia (la empiria). Pero, además, debido a esta opción por la búsqueda de la explicación causal -que permite intentar responder por los resultados obtenidos- aparecen también, por un lado, y éste es esencial, la posibilidad de justificar lo que aún no es pero puede llegar a ser; en efecto, es por la opción a la fundamentación por lo que, por un lado, se pueden proponer resultados, diseñar, proyectar lo posible, realizaciones que participen del deber-ser, seguridad ganada por la apelación a la fundamentación científica que encuentra dos puntos de apoyo en la matematización y la experimentación controlada y, por otro lado, la posibilidad de ejercer un control permanente sobre los procesos implicados que permiten reordenar y reorientar las actividades en función de los eventos, esperados o no, surgidos durante la construcción del objeto propuesto. Así, la necesidad de fundamentar las actividades, la capacidad para prospectar lo posible, de elaborar proyectos con la certidumbre de poder llevar a la realización y de controlar, en base a la fundamentación científica su desarrollo son características esenciales a lo que llamamos tecnología (y ya no más técnica moderna).

Resulta entonces que el conocimiento implicado en la técnica y en la tecnología es diferente. Mientras que para la técnica se trata de un saber-hacer (*know-how*) en el cual cuenta de manera decisiva la experiencia previa acumulada, lograda a través del tanteo y de los éxitos y fracasos, experiencia

que no puede ser comunicada en forma oral o escrita sino a través de la actividad misma, para la tecnología se tiene una vocación a buscar reflexivamente la fundamentación de la actividad lo que, por lo tanto, permite la exposición de esa fundamentación de manera argumentativa (oral o escrita) y la previsión de los decursos de la actividad para lograr resultados propuestos. Es esta opción por la fundamentación la que permite afirmar que en la tecnología se encuentran indisolublemente ligadas la teoría y la práctica: la tecnología demanda la construcción y el uso permanentes de teorías que representen los objetos de la naturaleza con el fin de hacerlos disponibles -los científicos no trabajan sobre la naturaleza misma sino sobre representaciones de ella-, teorías que en muchos casos se expresan en términos matemáticos. Además, exige la creación de lenguajes y el uso de metalenguajes estructurados; la integración permanente de una información que articule muchos resultados previos para justificar nuevos resultados; el uso de los conocimientos de múltiples disciplinas y profesiones que permiten redefinir o especificar los dominios de su actividad e incluso la definición de otros dominios (nuevas tecnologías). La apelación consciente, consistente y permanente a estos requerimientos ha hecho que el conocimiento tecnológico se potencie, se renueve constantemente y muestre una vertiginosa evolución y una capacidad incrementada para mostrar resultados: es propio de la tecnología el que deba constantemente transformarse, el que deba reflexionar continuamente sobre sus presupuestos, el que aparezcan nuevos conocimientos, conocimientos que se suman a los previamente adquiridos en los campos ya especificados o que definen nuevos campos. En estos dos sentidos se puede hablar de transformaciones tecnológicas: la continua renovación y redefinición de los conocimientos, de nuevos modos de representación y la constante aparición de nuevos dominios que se

construyen por la diferenciación de los precedentes o que, incluso, no tienen antecedentes previos.

Ahora bien, si aceptamos esta acepción de tecnología encontramos que lo tecnológico es el campo natural de la ingeniería y que uno de los problemas a los que se debe encarar en este campo es la calidad de la formación en el conocimiento tecnológico. Es posible, antes de continuar, avanzar ya algunas primeras conclusiones:

1. El desarrollo de actividades propias del dominio de lo tecnológico está indisolublemente ligado a tres aspectos: i) a la necesidad de preguntar por la fundamentación de los resultados obtenidos por otros y a responder por los propios; ii) a la elaboración de proyectos que llevarán a la construcción de un objeto tecnológico y iii) a la capacidad de controlar durante todo el proceso que parte del objeto propuesto (el proyecto propiamente tal) al objeto realizado, al artefacto;

2. Una formación de calidad en el conocimiento tecnológico presupone una exigente formación en ciencias básicas. Sólo es a partir de ellas como se logra comprender los procesos de creciente cientifización de las profesiones y la necesaria apelación a la multiplicidad de disciplinas y saberes que hoy son la base de toda actividad tecnológica y de todo intento de crear nuevos resultados;

3. La formación debe considerar como preponderante la vinculación entre la teoría y la práctica. La afirmación, frecuentemente escuchada en los medios empresariales industriales y de servicios, de que los ingenieros egresados de las universidades son demasiado "teóricos" puede corresponder más bien a una segmentación de los conocimientos

ofrecidos por la que la formación teórica -que en muchos casos es más bien información sobre teorías o conocimientos fragmentarios de ciencias básicas sin que se haya aprehendido la razón de su presencia en un curriculum- está desvinculada de la formación práctica. O que haya habido en el proceso de formación un énfasis en los trabajos prácticos y que se de más bien una apelación retórica a la teoría que esconde una incapacidad para enfrentarlos en la actividad profesional⁴. Bien al contrario, la formación profesional debe considerar la creciente cientifización de las profesiones y afirmar, en consecuencia, la actitud teórica y la comprensión de que es a partir de ella como es posible ordenar y transformar la realidad;

4. Las comunidades disciplinarias cumplen la función de ejercer un control sobre la formación en las respectivas disciplinas y profesiones a través del juicio calificado y crítico a los procesos de formación y a la labor de los egresados. En ausencia de una comunidad que haya alcanzado una relativa consolidación la aparición de ofertas de programas puede hacerse sin que previamente se haya conseguido la acumulación de conocimientos y de recursos, circunstancia que es mucho más frecuente de lo pensado;

5. Se deben considerar los procesos colectivos de la apropiación del conocimiento tecnológico. En efecto, cuando se habla del conocimiento tecnológico y de la formación en él, no es posible tener únicamente como referencia al in-

1984.

4. Por supuesto que esta afirmación también puede ser debida al criterio de calidad que usan los empleadores: un profesional puede ser considerado de buena calidad si se adapta sin demasiadas dificultades a las necesidades de una empresa o un servicio, donde más bien lo operatorio sea lo preponderante. En todo este trabajo los criterios de calidad están referidos a una formación competente que permite

dividuo que adquiere ese conocimiento y esa formación. Por lo que respecta a la apropiación⁷ de los principios y resultados es posible considerar al menos tres situaciones diferentes que señalan hacia modalidades de comunicación y de colaboración más complejas que las arriba tematizadas, y que tienen que ver con la realización práctica de los conocimientos: a) en los procesos de formación la ya mencionada relación entre la teoría y la práctica se va constituyendo mediante la actividad pedagógica que compromete tanto a los estudiantes como a los profesores. En efecto, que las ciencias básicas y la formación teórica encuentren su justificación en la formación tiene que ver con la relación que con la práctica tienen los profesores: puede darse el caso, desgraciadamente muy frecuente, en que haya una actitud de rechazo implícito o explícito a la formación teórica y más bien se le de prelación a la experiencia. En los términos anteriormente tematizados se trata de dar prelación a una formación en el conocimiento técnico. Importante como es la relación práctica que determina un saber-hacer a partir de la consideración del objeto y de sus características, en éste no hay un énfasis por la fundamentación y entonces desde la formación que da únicamente el conocimiento técnico se tienen pocas armas para enfrentar las situaciones inéditas y cambiantes a las se debe constantemente enfrentar en la actividad práctica; b) si se considera que en el campo de lo tecnológico se tiene que ver en forma creciente con la compleja articulación de muchos saberes que no pueden ser integrados

utilizar autónoma y creativamente los conocimientos.

7. "Por apropiación se debe entender no sólo el conocimiento de los principios de una ciencia, también los modos válidos de razonamiento y de argumentación, los modos de comunicación del conocimiento adquirido, las formas aceptadas para establecer lo que es un problema propio de ella y los modos de resolverlo. Esta apropiación presupone una exigente formación que, en la época actual, es casi ex-

Por lo tanto, la apropiación del conocimiento tecnológico sólo es válidamente realizada a nivel colectivo y que únicamente los procesos de comunicación y de cooperación continuados entre quienes están comprometidos con la formación (profesores, estudiantes, personal técnico) permite llegar a la comprensión de las formas de actividad en el campo de lo tecnológico; c) en la transferencia de tecnología, y dada la ya mencionada creciente complejidad de los procesos involucrados, la apropiación del conoci-

ciativamente asunto del Sistema educativo".

3. Es posible así mismo comprender cómo con profesores de cátedra, sin una acumulación de información y de formas articuladas de acceso a ella, sin una permanente actividad práctica iluminada desde la formación teórica, sin una continuada reflexión y discusión sobre los resultados propios o ajenos, sin una comunicación de los resultados y una evaluación crítica (que pasa, en general, por la disponibilidad de instrumentos para realizar las pruebas) es responsable llegar a una formación en el campo. Es posible, además, formular positivamente las condiciones que se deben satisfacer para conformar una infraestructura en el campo tecnológico y que tiene que ver con el personal, la información, la disponibilidad de conocimientos básicos y su articulación en las teorías, la actividad práctica y la disponibilidad de equipos y la existencia de redes de

miento tecnológico específico se hace, en la mayoría de las ocasiones, a nivel del taller e incluso, en ocasiones, de toda la unidad productiva o de servicios lo que obliga a considerar la transferencia del saber colectivo puesto en movimiento para la construcción del objeto comprado para llegar a hacer operatoria una nueva unidad de producción o de servicios? ;

comunicación.

9. Saber colectivo que, en primera instancia, es propiedad de quienes construyeron el objeto tecnológico y que tiene, además del conocimiento tecnológico ya considerado, un fuerte componente de conocimiento técnico, de saber-hacer que no es fácilmente transmisible. Y del que no hay una vocación a compartirlo. El reto es, sin embargo, llegar a la apropiación del conocimiento tecnológico y a la generación local de ese saber técnico para que se pueda hablar de transferencia de tecnología. Es claro que "la compra de tecnología" no garantiza el control y la utilización eficaz: ha sido éste el problema al que se deben enfrentar los países que buscan modernizarse y que ha llevado a que se diseñen diversas estrategias con mayor o menor éxito. Véase, para una apreciación crítica, a Perrin, J.: Les transferts de technologie. Maspero, Paris, 1983, donde se analizan las políticas nacionales de compra de tecnología de las últimas décadas de Brasil, Argelia y Corea que muestran a) "la progresiva toma de conciencia de la variable tecnológica"; b) la "dominación del comprador por el vendedor en el mercado de la tecnología debido en gran parte a la falta de información [y de formación, J. Ch.] sobre lo que debe comprar y sobre el precio" y la necesidad, entonces, de establecer un control sobre las importaciones de tecnología; c) la débil capacidad de la ingeniería local en los dos primeros países y las políticas generadas para disminuir la dependencia frente a la ingeniería extranjera y d) la necesidad de la definición de una política en ciencia y tecnología articulada a una política industrial. El frecuentemente mencionado caso de Corea muestra que han sido circunstancias especiales las que se encuentran en la base de su despegue como nuevo país industrializado: sus relaciones en tanto que colonia con el Japon y su adecuación para responder a las necesidades de la metrópoli, la existencia de una clase obrera disciplinada autoritariamente, la presencia de tradiciones culturales disponibles para el trabajo cuidadoso y calificado, la concentración de científicos y tecnólogos altamente calificados en instituciones de investigación, las necesidades para crear un

En contraste con la idea de una formación basada en la apropiación de un núcleo de saberes básicos y de una actitud investigativa frente al quehacer, se presenta -sobre todo en países con poca tradición en ciencia y tecnología como el nuestro- una idea de formación que pone el énfasis en aspectos instrumentalistas y procedimentales del saber disciplinario o profesional. Así, se tiene que a la postre se convierten en simple información sin ninguna profundidad; otra característica de este tipo de formación es una aplicación de los conocimientos adquiridos que se restringe a la puesta en práctica de una serie de técnicas aprendidas (concebidas de manera instrumental); de este tipo de formación resultará, posiblemente, un profesional que se adecúa con pocas dificultades a una serie de funciones establecidas de antemano por las necesidades de la industria o de los servicios pero con pocas posibilidades de reordenar y reorientar su práctica profesional. La oposición entre estas dos formas de concebir la formación podría esquematizarse como se ve en el cuadro en donde se presentan dos formas de

equilibrio político en el sudeste asiático y los recursos masivos aportados por los Estados Unidos para apuntalar la creación de una infraestructura en tecnología, la planificación continuada durante varios decenios para ir avanzando en la apropiación de los conocimientos tecnológicos y en la producción en algunas ramas que llevaron a que inicialmente se constituyeran industrias dirigidas a la sustitución de importaciones en los bienes de consumo (I y II plan), luego de los bienes intermedios (petroquímica y siderúrgica, II y III plan) y finalmente de los bienes y equipos (III y IV plan) y a sucesiones análogas en las industrias de exportación. Estas circunstancias hacen irreplicable el caso Coreano, aunque señalan, aún si se considera sólo desde la perspectiva de la industria y de su desarrollo, la multiplicidad de esfuerzos continuados y de compromisos de múltiples actores: el Estado, los industriales, las universidades por ejemplo, para lograr un despegue económico basado en la industria. Para todas estas cuestiones véase Ferrin, J. op. cit. y Peemans, Jean-Philippe, "Révolutions industrielles, modernisation et

**FORMACION CENTRADA EN
PROCEDIMIENTOS**

a. Enfoque en la extensión del saber acumulado.

Modernización por extensión.

b. La relación con la práctica está centrada en la aplicación de técnicas racionales de las que no hay vocación a explicitar su fundamento científico.

Relación débil entre teoría y práctica.

c. Orientación hacia lo instrumental y lo procedimental.

Saber-hacer afianzado en la experiencia.

d. Adecuación a funciones preestablecidas en el interior de unidades productivas o de servicios.

Determinación de la práctica por la estructura del mercado.

**FORMACION CENTRADA EN
LA FUNDAMENTACION**

a. Enfoque en un núcleo fundamental de saberes disciplinarios.

Modernización por intensión.

b. Capacidad de reorientar la práctica desde una fundamentación científica de los nuevos saberes y prácticas.

Relación fuerte entre teoría y práctica.

c. Generación de capacidad para adaptarse a lo nuevo.

Versatilidad y flexibilidad.

d. Capacidad de innovación y de creación de condiciones para una práctica cualificada.

Redefinición y reorientación posible de las actividades profesionales.

concebir la modernización de un currículo, una por extensión, en donde se intenta introducir lo nuevo ampliando el espectro de los conocimientos y otro en donde la modernización corresponde a la definición de un núcleo básico desde el cual es posible integrar lo nuevo.

VINCULOS ENTRE LA CONSOLIDACION DE LAS COMUNIDADES CIENTIFICAS Y LA DIFERENCIACION DE LAS DISCIPLINAS Y PROFESIONES.

Se puede afirmar que los procesos de diferenciación se hacen posibles en la medida en la cual una comunidad científica haya realizado el camino que va desde la conformación hasta la consolidación. La conformación de una comunidad científica está precedida de largos procesos, en los que la calificación media de sus miembros aumenta y la relación con la investigación es progresivamente más intensa. La mayor calificación lograda y la relación con la actitud y con la actividad investigativa es, en la mayoría de los casos, posible en los cursos de postgrado realizados en el interior o en el exterior del país. Ahora bien, para la conformación misma se deben recorrer múltiples etapas, que tienen como momentos importantes los procesos de reconocimiento que dan lugar a la aparición de jerarquías entre sus miembros debidas a la competencia con que desarrollan las actividades (profesionales, de docencia, de investigación), de los procesos de acumulación de conocimientos y de información estructurada, de la capacidad de ubicar temas de investigación en la disciplina o profesión e incluso de generar nuevos compromisos con problemas de investigación que pueden llegar a ser núcleos de trabajo con miembros de otras disciplinas y profesiones con la correlativa

disminución de las identidades profesionales para dar paso a una actividad en la que la complementariedad de saberes llega a ser base del proceso investigativo. El logro de una relativa consolidación de la comunidad tiene que ver con dos aspectos fundamentales: la infraestructura básica lograda y la dinámica de la vida comunitaria. La primera corresponde a la disponibilidad de canales de información estructurados, a la existencia de equipos y de las formas de acceso a ellos, a la existencia de investigadores activos, así como de revistas científicas periódicas regulares con sistemas institucionalizados de árbitros que aseguran la calidad de lo publicado. La intensidad de la vida comunitaria se puede percibir a través de la realización de eventos (congresos, simposios, coloquios, seminarios), con su regularidad y nivel, con la publicación de manuales generales y especializados, con la productividad de artículos científicos. Estos indicadores permiten ordenar las comunidades disciplinarias y cuasi-disciplinarias entre las que están en la fase de conformación y aquellas que han logrado una relativa consolidación, por un lado, y entre las que han llegado a realizar trabajos investigativos en actividades complementarias con otras disciplinas y profesiones, por otro lado.

Podemos, a partir de un esquema, y recogiendo los anteriores indicadores, intentar ubicar el nivel de consolidación de las diferentes disciplinas y profesiones, según dos ejes que representan, por una parte, el proceso que va de la conformación básica de la comunidad y de sus potencialidades a la consolidación por la que le es posible ser activa y autónoma para proponerse sus propias líneas de desarrollo y sus propios problemas de investigación, y por la otra, el proceso que lleva de una actividad investigativa interior a la disciplina a una apertura a trabajos investigativos en actividades complementarias con otras disciplinas y profesiones.

DISCIPLINAS

Consolidación de la disciplina (esta circulación de la disciplina en el sentido de la investigación)

Investigación en el campo de la investigación. Investigación en el campo de la disciplina

disciplinaria en problemas. (esta circulación de la disciplina en el sentido de la investigación)

Conformación de la disciplina (esta circulación de la disciplina en el sentido de la investigación)

Si, dado el desarrollo de una comunidad disciplinaria, es posible, por ejemplo, ubicarla en el cuadrante superior a la derecha, ello significaría que se han comenzado a establecer redes de comunicación con otras disciplinas y profesiones y a abocar conjuntamente problemas que van más allá del límite de la propia disciplina que requieren el concurso de múltiples de disciplinas y profesiones y de diferentes niveles de formación (científicos, ingenieros, técnicos, administradores, por ejemplo). Este sería el caso frecuente en el sector agrícola, recientemente en área de los petróleos y comienzan también aparecer en el sector productivo, cuando se necesita responder a un problema específico en la reproducción de un objeto tecnológico o en su adaptación a condiciones especiales. Por supuesto que esto no implica necesariamente que no se continúa realizando la investigación disciplinaria. Si es posible ubicar la disciplina, debido a su desarrollo relativo, en el cuadrante inferior izquierdo se tendría que, con respecto a la ac-

FOIA
EST 510

tividad investigativa, hay únicamente algunos miembros, e incluso grupos aislados, que la realizan principalmente sobre problemas propios de la disciplina y que, además, se tiene aún una débil conformación de la vida comunitaria. La circulación a través de los cuadrantes indicaría fases de desarrollo (ésta circulación no se hace forzosamente en un mismo sentido).

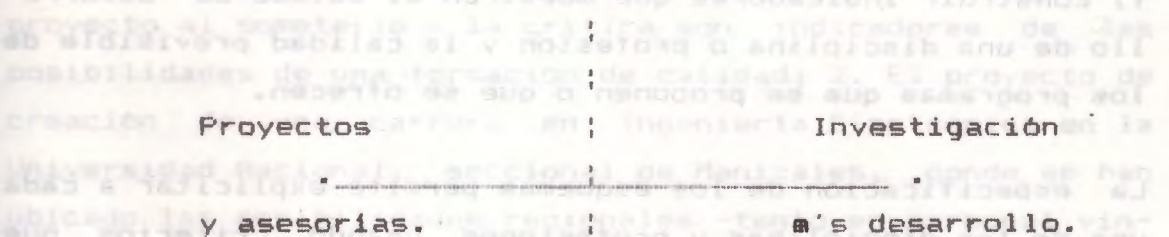
Como se ha dicho, el paso de la conformación a la consolidación es condición necesaria para que la comunidad disciplinaria pueda plantearse autónomamente programas de investigación contando con la participación de investigadores activos y de los elementos para efectuarla; pero, en general, dadas las condiciones de una escasa y en ocasiones precaria infraestructura en que se deben realizar los programas, quizá se deba sacrificar el cubrimiento de muchas ramas de la disciplina para concentrar los esfuerzos en sólo algunas de ellas. Cuando una disciplina ha alcanzado una relativa consolidación aparece, además, la posibilidad de realizar trabajos investigativos alrededor de problemas que comprometen a otras disciplinas y profesiones (investigación fundamental y, en ocasiones, investigación más desarrollo).

Es posible hacer una consideración análoga para el caso de las profesiones y de las comunidades cuasidisciplinarias. En el caso que se considere una profesión con una débil conformación -lo que da lugar a que algunos de sus representantes puedan realizar proyectos y asesorías pero sin que existan aún grandes grupos asociados que puedan responder por proyectos complejos y sin que, en general, la asesoría implique conocimientos que vayan más allá de los ya poseídos- ésta estará ubicada en la parte inferior a la izquierda; por lo demás sin una relativa consolidación es

impensable tanto el que se pueda realizar investigación más desarrollo, como tampoco enfrentar la dirección y la realización grandes proyectos que exijan el concurso de diversas profesiones y disciplinas (como es el caso de los grandes proyectos de ingeniería: construcción de fábricas, obras masivas de bienestar social).

PROFESIONES

Consolidación



Conformación.

El esquema difiere del anterior sólo en cuanto el eje horizontal va de la actividad profesional a la investigación más desarrollo.

El interés de los esquemas anteriores (cuyo refinamiento se logra a partir de los indicadores de la consolidación, y de la existencia de múltiples orientaciones investigativas) reside en:

- a) la posibilidad de clasificar los diferentes niveles de consolidación de las disciplinas y de las profesiones;
- b) que permite hacer previsiones sobre las competencias profesionales, sobre los posibles resultados de la actividad profesional y sobre su calidad y tipo;

- c) que es posible establecer las prioridades para lograr la consolidación y la ubicación de los obstáculos que a ella se oponen;
- d) utilizar esquemas análogos para establecer el paso de la conformación a la consolidación de los grupos o de los laboratorios de investigación¹⁰;
- e) establecer las modalidades de vinculación de los postgrados basados en la investigación a los procesos de consolidación;
- f) construir indicadores que muestren el estado de desarrollo de una disciplina o profesión y la calidad previsible de los programas que se proponen o que se ofrecen.

La especificación de los esquemas permite explicitar a cada una de las disciplinas y profesiones usando criterios que muestran el estado de desarrollo (eje que va de la conformación a la consolidación) y los niveles alcanzados y de las diferentes formas de trabajo en investigación ya sea para profundizar en el conocimiento o para articularlo en trabajos alrededor de problemas.

Ahora bien, son frecuentes las propuestas de aprobación de planes de estudios, incluso de post-grado, en donde se argumenta sobre la necesidad de ese programa, pero no se aseguran las condiciones reales actuales para su realización. Todo aparece como si la aprobación iniciara los procesos que llevan a la consecución de los elementos para realizarlo. Por el contrario se pueden mostrar ejemplos en

.....
 "développement". Rapport CMID 8. Institut supérieur de philosophie, Louvain-La neuve, Febrero 1987.

10. Para una caracterización de los laboratorios de investigación, véase Latour, Bruno y Woolgar, Steve; La vie de laboratoire, La découverte\conseil de l'Europe\Unesco, París, 1986 y Callon, M. (bajo la dirección de); La science et ses réseaux, La découverte\conseil de l'Europe\Unesco,

donde los procesos de diferenciación han llevado a la conformación de propuestas articuladas y legitimadas frente a miembros de la comunidad respectiva, nacional e internacional. A título de ejemplos, pero los estudios sobre el estado de desarrollo de las disciplinas y de las profesiones proveen otros, se pueden citar: 1. El proyecto de magister en soldadura en la Universidad del Valle, basado en el Laboratorio de investigación en metalurgia perteneciente a la Facultad de Ingeniería Mecánica. La vinculación del Laboratorio con redes internacionales, la legitimación del proyecto al someterlo a la crítica son indicadores de las posibilidades de una formación de calidad; 2. El proyecto de creación de una carrera en Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional, seccional de Manizales, donde se han ubicado las posibilidades regionales -tanto en personal vinculado a las universidades con experiencias de trabajo profesional e investigativo, en información, en equipos- para movilizarlas alrededor del programa, en personal activo en unidades productivas; se han establecido las relaciones con sectores productivos y de servicios que permitan establecer proyectos de investigación de interés y de posible desarrollo común que alimenten y sustenten el desarrollo del programa; 3. La diferenciación interna de la carrera de Ingeniería Eléctrica en las universidades de los Andes y del Valle que han llevado a la creación de Laboratorios de microelectrónica. Estos ejemplos, dados a título ilustrativo, muestran además la necesidad de una reflexión sobre las características de la diferenciación, tarea que debería ser objeto de la sociología de la ciencia.

Los estudios sobre las disciplinas y las profesiones aportan muchos elementos que permiten comenzar a comprender los procesos de conformación y de progresiva consolidación de cada comunidad disciplinaria o cuasi-disciplinaria. En este

sentido ellos se constituyen en un aporte determinante para la comprensión de la conformación de la comunidad científica nacional. Presentan la característica de haber sido elaborados a partir de una misma finalidad: la de presentar el estado de desarrollo del área del conocimiento y los grados de compromiso alcanzados por quienes en ella están interesados lo que no deja de mostrarse en el tono crítico que en muchos de ellos se encuentra: la apropiación de los elementos teóricos y el compromiso para hacerlos productivos se choca con la carencia de elementos y recursos para realizar la investigación, para propiciar la creación de redes que lleven a que los resultados sean efectivamente utilizados. Pero ello es también un signo de madurez. La autocomplacencia que en muchas ocasiones lleva a sobreinterpretar la situación y las posibilidades ha sido excluida de los diagnósticos. Podría decirse que cada estudio realizado se constituye en un elemento que permite la reflexión sobre el estado del conocimiento respectivo y debe alimentar la autoconciencia de la comunidad y de sus miembros. Y, entonces, debe llevar a la movilización de éstos para que se superen las carencias y se actualicen las posibilidades. También para que se hagan las demandas, articuladas a las políticas pública e institucionales, considerando los intereses generales de los miembros y de la nación.

LOS LABORATORIOS DE INVESTIGACION.

Existen múltiples teorías que han ayudado a precisar las características de la ciencia contemporánea, a partir de las cuales ya es posible introducir diferencias en los modos de su producción. Ciencia normal, ciencia revolucionaria, paradigma científico, conjeturas y refutaciones, programas

de investigación, internalismo y externalismo son sólo algunos de los conceptos que ya hacen parte del conocimiento común de quienes pretenden dar cuenta de la actividad científica. Sin embargo, esas teorías y estos conceptos permiten acercarse a las modalidades concretas bajo las cuales se producen hechos científicos, pero no logran dar cuenta de ellos. En efecto, la diversidad de disciplinas y de sus modos válidos de conocimiento, la multiplicidad de las relaciones puestas en juego, la variedad de elementos que participan y que sirven como mediaciones para su producción no son suficientes para mostrar a partir de ellos lo que es el contexto de la producción de un hecho científico.

Aparece entonces la necesidad de construir un acercamiento a lo que podríamos llamar la vida de la ciencia y los modos de producir hechos científicos. Es en el laboratorio¹¹ en sentido amplio—como el que, por ejemplo, tiene en el medio académico y universitario francés— donde se producen los hechos científicos. Un hecho científico "es una proposición cuestionable, ampliamente difundida y que ya nadie cuestiona"¹², es un resultado que depende grandemente de los presupuestos teóricos de los investigadores que lo

París, 1989. También más adelante el acápite 4: "Los laboratorios de investigación".

11. Se puede comprender que el uso del término laboratorio de investigación se preste inicialmente a malentendidos. En efecto, el uso cotidiano del término laboratorio en el ámbito universitario, por ejemplo, corresponde más bien al sitio donde se han concentrado equipos, aparatos, lugar equipado para una actividad organizada en donde ocupan puesto preponderante la experimentación y la observación en un dominio de estudio, rama de una disciplina o profesión. El sentido de laboratorio de investigación aquí propuesto es más amplio y de él hacen parte las teorías lo que permite incluso hablar de laboratorio de investigación en las ciencias humanas, lugar en que se establece la relación entre la teoría y la práctica.

producen y no es, entonces, reducible a una observación ingenua o a una evidencia natural. Así, un hecho científico es un producto del que es posible establecer las condiciones que dieron lugar a su existencia, a su aparición en un espacio público y a su aceptación por parte de quienes pueden allí participar, a través de discusiones razonadas, en su eventual cuestionamiento. Un hecho científico es, entonces, una representación; un científico nunca trabaja sobre la naturaleza misma, sino sobre representaciones de ella.

Todo hecho científico es el resultado de un proceso que tiene como punto inicial la selección y la formulación de un problema. Durante el desarrollo de este proceso una multitud de acontecimientos hacen necesario introducir nuevas consideraciones, nuevos elementos y matices, que van a reflejarse y a encontrar su lugar en los enunciados que conforman y sustentan racionalmente el resultado final. Así, un hecho científico no se reduce a los resultados de un saber-hacer en base al cual es posible realizar operaciones que pueden ser de gran complejidad, de un saber-hacer sustentado en conocimientos adquiridos y ya probados exitosamente en la relación de transformación de la naturaleza. Más bien demanda la competencia de quienes participan colectivamente en el proceso, de quienes, merced a esta competencia, tienen la posibilidad de movilizar y articular los conocimientos poseídos, de participar con otros especialistas que provienen de otras disciplinas y profesiones para -en la complementariedad de los saberes y su correlativa potenciación- encarar situaciones nuevas ejerciendo un control crítico que permite considerar las posibilidades de realizar lo previsto, de evaluar permanentemente lo realizado, de redefinir eventualmente el camino para lograrlo o, incluso, cambiar la meta propuesta si la

consideración de las circunstancias encontradas en una fase del desarrollo así lo exige.

Todo hecho científico determina la movilización de una multiplicidad de elementos heterogéneos para llegar a conformarse como producto. Pero, además, un hecho científico para ser tal debe conseguir una aceptación social, conformada en diferentes niveles, por la que deviene válido, pertinente, apropiado, deseable, respuesta a un problema, no sólo por parte de quienes participaron en su elaboración, conformación y sustentación a través de argumentaciones articuladas en base a las teorizaciones compartidas, sino, además, por parte de quienes formal o informalmente participaron en la determinación del problema. Dicho en otra forma, todo hecho científico necesita de un espacio público calificado donde construir su legitimidad.

Es propio al laboratorio de investigación la existencia de multitud de elementos heterogéneos que son movilizados para la producción de un hecho científico: podemos partir del laboratorio y considerar a todos los intermediarios de diversa índole que allí se encuentran reunidos y que mediatizan la relación del investigador con la naturaleza y la sociedad. Es posible, sin embargo, intentar dividir estos intermediarios en cuatro categorías:

1. El personal del laboratorio, que está conformado por investigadores de distintas disciplinas y profesiones, por técnicos de diferentes niveles y especialidades, por administradores quienes, considerados uno a uno, han incorporado un saber-hacer que los hace específicos y que tienen otras competencias adquiridas; este personal del laboratorio corresponde a lo que en la economía se llama la fuerza de trabajo. En este caso se trata de una fuerza de trabajo

calificada por el saber-hacer y las competencias presentes. La calificación que es cambiante en el tiempo, debido al trabajo investigativo desarrollado y compartido y que determina que se generen nuevos saberes y competencias que pueden ser apropiados individualmente o colectivamente, pero que, en todos los casos corresponde a un incremento de las capacidades y posibilidades de producir hechos científicos por el laboratorio, considerado éste como una unidad.

2. Del laboratorio hacen parte los instrumentos, pero no se reduce a ellos. Los instrumentos, utilizando la metáfora de Bachelard, son teorías materializadas o encarnadas que determinan un campo de posibilidades que, también, es susceptible de evolucionar. Es a través de ellos como se opera sobre los objetos de la naturaleza. Los instrumentos son entonces las mediaciones que permiten actuar al científico para obtener los resultados. En una primera acepción restringida corresponden a los equipos y a las teorías (y a las teorías materializadas en los equipos) que están disponibles y que pueden ser movilizados competentemente por el personal del laboratorio.

Durante el proceso de creación del hecho científico hay una correlativa generación de nuevos conocimientos sobre los equipos y sobre sus posibilidades, de nuevos elementos conceptuales construidos, o incluso de nuevos equipos que se hicieron posible a partir de nuevas conceptualizaciones y teorías, es decir, de nuevos instrumentos que determinan la evolución del campo de posibilidades del laboratorio de investigación. Este incremento, en general, se concreta en la formación de nuevas competencias¹³, en la apropiación in-

12. Michel Callon, *La science et ses réseaux*, Ediciones la découverte/conseil de l'europe/unesco, Paris, 1988, pag. 9

13. Esta formación de competencias también puede ser con-

dividual y colectiva de nuevos conocimientos, de los que se puede entonces hacer uso calificado para los propósitos del laboratorio o, eventualmente, para poner a disposición de cualquier otro posible utilizador. Es por esto por lo que deviene determinante conocer el grado de apropiación de las competencias propias al manejo de los equipos¹⁴.

3. Todo laboratorio de investigación dispone de una amplia documentación. La posibilidad de apropiarse de los conocimientos que se constituyen como la tradición de los problemas que interesan al grupo de investigación está dada precisamente por ella. Así, lejos de ser acumulación válida por sí misma, responde a criterios de pertinencia, de delimitación, de actualidad. Todo investigador es un gran lector de libros, de artículos, de informes, de tesis. Estos documentos son tenidos en cuenta de forma diversa: son integrados total o parcialmente, apropiados completa o fragmentariamente, incluso rechazados, pero ninguna lectura es indiferente. Está movida por el interés de comprender y por la búsqueda de una utilidad para dar explicaciones. Así, toda lectura se convierte en algún momento en una evaluación crítica que contribuye a validar o a invalidar lo allí afir-

siderada, en un sentido metafórico, como la producción de un hecho científico: en efecto, un resultado importante del trabajo desarrollado por el laboratorio, y que en ocasiones deviene determinante, es la formación de investigadores a partir del trabajo compartido con investigadores en ejercicio.

14. Este manejo idóneo de los equipos -incrementado por la relación de utilización que lleva a generar y a adquirir nuevas competencias en la propia práctica, devienen posesión del laboratorio y, entonces, pueden ser movilizadas para los trabajos propios o, si se llega el caso, puestos a disposición de otros usuarios- no solo es importante para la realización de trabajos específicos, también lo es, por una parte, para establecer las políticas de mantenimiento, de reposición, de transformación y, por otra parte, en tanto que fundamento del saber adquirido necesario para las

mado. Pero, además, todo investigador es un acucioso escritor: artículos, informes, reseñas de lecturas, intentos de establecer el estado de la cuestión en los temas que son de su interés. Porque sabe que todo documento escrito va a encontrar lectores tan atentos como él mismo, no puede permitirse que haya ambigüedades, argumentaciones no sustentadas. Todo escrito está regulado por los principios que sustentan la comunicación del conocimiento, principios exigentes y cuya transgresión es duramente sancionada por la comunidad a la que se dirige, a la comunidad académica que, precisamente hace suyos esos principios, y por la comunidad disciplinaria que comparte los mismos fundamentos teóricos del escritor. La tradición escrita acumulada con la participación y la contribución de todos es el medio que potencia la actividad y permite y posibilita la creación de los nuevos conocimientos.

4. Todo laboratorio de investigación cuenta con los medios financieros. El dinero, en efecto, dado su carácter de abstracción y universalidad, puede sufrir infinidad de transformaciones y es por esto el elemento más necesario. No sólo permite integrar nuevas unidades a la fuerza de trabajo, adquirir nuevos instrumentos y documentos, muestra además el grado de aceptación de lo realizado o que se propone realizar el laboratorio, de su capacidad de movilizar la adhesión de los poderes públicos, de las administraciones de todo tipo, de los industriales, de las fundaciones.

Los elementos anteriormente descritos conforman la base material del laboratorio y establecen lo que aquí llamaremos el laboratorio restringido. Una constatación es ya posible: para producir hechos científicos es necesaria una previa acumulación de saberes, de competencias, de equipos, de

instrumentos de diversa índole, de documentación, de experiencia en el trabajo compartido, de aceptación de la complementariedad de los saberes y de conciencia de la correlativa potenciación de ellos. Sin una tal acumulación previa es impensable afirmar que sea posible hacer ciencia.

A partir de los elementos anteriores podemos considerar ahora las redes que se establecen a partir del laboratorio restringido.

La fuerza de trabajo del laboratorio, el personal del laboratorio como un todo, establece relaciones con interlocutores calificados, con colegas y con funcionarios más o menos cercanos a los miembros del laboratorio y que si bien no participan directamente en las actividades del mismo, no dejan de tener un papel importante en la definición de la pertinencia del trabajo realizado o por realizar así como en la definición de los problemas que pueden y deben ser enfrentados, en los modos válidos de proceder a resolverlos o de encontrarles respuestas. Estas relaciones pueden ser formales, como las que los investigadores establecen con los administradores que determinan o precisan en distintos niveles las políticas de la ciencia y la tecnología, con otros laboratorios afines o con sus representantes, o informales como las se mantienen con los pares, que determinan un nivel de control sobre los hechos científicos producidos o, incluso, con grupos sociales que, sin conocer sobre la problemática científica pueden resultar por ella afectados y de los que, en ocasiones, es preciso conseguir la adhesión.

La validez de lo realizado se llega a establecer a través de las instancias en donde los textos producidos devienen públicos, tales las publicaciones en revistas especializadas, los seminarios, los coloquios, las conferen-

cias. Estos modos de validar públicamente lo producido, que exige la sustentación articulada argumentativamente, es propia de la ciencia contemporánea. Está en la base de la conformación de lo que se ha llamado la creación de una tradición de problemas, de una acumulación racional de saberes que permite, a partir de ella, abocar nuevos problemas o nuevas formas de enfrentar el mismo problema.

Pero no se amplía el laboratorio de investigación sólo por las relaciones que éste llega a establecer con diferentes interlocutores. También se hace por la ampliación de las redes de comunicación con otros laboratorios en el nivel de los equipos. En efecto, dada las características de éstos para realizar los trabajos de investigación es ya impensable una plena autarquía y se hace necesario establecer modos de acceder a los equipos disponibles en otros laboratorios de investigación y a las posibilidades de complementariedad de los trabajos posibles de realizar en éstos. Ahora bien, lo anterior también puede ser ampliado si así mismo ampliamos el concepto de instrumento a las teorías propias de otras disciplinas, a las técnicas de otras áreas o profesiones.

La ampliación que se da del laboratorio restringido a través del personal del laboratorio y de los equipos también se encuentra incrementada en la documentación. En efecto, las nuevas posibilidades del tratamiento de la información, el uso cuidadoso de las bibliografías presentadas en los documentos y que por lo tanto dan cuenta de la existencia y la disponibilidad de un material que quizás no hace parte del laboratorio, el envío y la recepción de documentos aun no impresos para la publicación pero que ya pueden ser consultados (aunque no referenciados con precisión) amplía sustancialmente la documentación disponible. La imaginación calificada de los científicos siempre ha encontrado modos de

que llegar a una información que se necesita.

Es posible prolongar en varias direcciones esta concepción del laboratorio de investigación. En una primera instancia, podemos introducir la historia de su conformación. El encuentro de los investigadores, su asociación alrededor de un problema, más allá de los acontecimientos circunstanciales, corresponde al mutuo reconocimiento de las competencias específicas y a su complementariedad, a partir de los que es posible considerar la delimitación de un problema y la búsqueda de soluciones para el mismo. En general, la conformación de un grupo de investigación corresponde a un proceso que puede abarcar varios años. La cooptación de un nuevo miembro responde a la percepción de una carencia, a una "ignorancia especificada" y entonces llega a ser para el grupo un problema crucial; en efecto, el éxito de la cooptación no se reduce a aumentar una unidad a la fuerza de trabajo, es, además, la posibilidad de disponer del conocimiento de una disciplina, por ejemplo, de una nueva técnica, incluso de nuevas formas de administración, en síntesis, da lugar a una mayor capacidad para la producción de hechos científicos. Ahora bien, toda nueva cooptación puede ser un éxito o un fracaso, lo que en todos los casos sólo se revela luego de un cierto tiempo.

Así, no es posible captar la capacidad disponible de un laboratorio de investigación para producir hechos científicos a partir del listado de las personas y de sus especialidades, pues éste no da cuenta del proceso de conformación del grupo como tal, de sus competencias reales, que no se reducen a la sumatoria de las competencias parciales. Además, no da cuenta de la capacidad para responder a las exigencias organizativas y administrativas propias de la investigación que, en la época contemporánea, se han con-

vertido en cada vez más complejas¹³. Lo expresado anteriormente se puede extender al caso de los instrumentos en general. Todo instrumento ha sido construido a partir de la relación del hombre con la naturaleza, construcción reflexionada, acumulación de conocimientos, teorías materializadas o encarnadas y que son, por esto, racionalmente aprehensible¹⁴. No es entonces la simple enumeración de los instrumentos puestos en juego lo que nos permite dar cuenta del grado de su apropiación y de su disponibilidad.

LA INSTITUCIONALIZACION DE LA INVESTIGACION.

La investigación comienza a ser considerada como una actividad esencial a la Universidad. Se empieza a superar la etapa de las afirmaciones generales sobre su necesidad y su posibilidad y se encuentran ya grupos consolidados que pueden mostrar resultados y que tienen una capacidad construida para continuar obteniéndolos. Sin embargo, el desarrollo es desigual dentro de sectores diferentes de una misma institución y entre instituciones diferentes. En algunas de ellas con mayor prestigio y tradición como la Nacional, la del Valle, la de Antioquia y la Industrial de Santander en el sector estatal, la de los Andes y la Javeriana en el privado comienzan a aparecer estructuras administrativas institucionales que pueden, aunque con dificultades, coordinar proyectos de investigación, servir de interlocutores institucionales con los otros organismos

negociaciones de compra de equipos y, en general, de tecnología.

13. Lo que determina en forma creciente que parte de los investigadores tenga que asumir estas tareas.

14. Esta caracterización del instrumento corresponde, en un sentido inmediato, a los equipos del laboratorio, pero permite también comprender el carácter de la construcción de

de formación y fomento a la investigación, con otras instituciones públicas o privadas para realizar proyectos conjuntos. Se comienza así mismo a construir programas de investigación que pueden llegar a comprometer a varias disciplinas y profesiones¹⁷ y a clarificar la relación de la investigación con sus aplicaciones. Sin embargo, ésta situación no es generalizada.

Para llegar a establecer el grado de inserción de la investigación como función esencial de la Universidad hay que considerar la adecuación de las estructuras internas de la institución para que se pueda efectivamente realizar la actividad, así como las relaciones que se han construido con otros organismos que, precisamente, han propiciado esta inserción.

El análisis de la institucionalización de la investigación y de la capacidad para producir nuevos conocimientos no puede, por lo tanto, reducirse a la simple constatación de una cierta productividad de artículos científicos¹⁸, resultado

las teorías en el campo de las ciencias naturales o de las ciencias humanas.

17. El caso de la Universidad Nacional es un ejemplo. La reunión por áreas de ciencias naturales y una presentación pública, seguida de discusión, de posibles proyectos de los que se van estableciendo sus posibilidades de realización a partir de los conocimientos disponibles en las diferentes disciplinas que eventualmente pueden participar. La ubicación de "ignorancias especificadas" para buscar posteriormente quien o quienes pueden resolverlas, el estudio sobre la pertinencia del proyecto, la ubicación de las posibles aplicaciones de los resultados y de quienes podrían estar interesados, muestra un paso importante en la ruptura de la insularidad que ha caracterizado a las disciplinas y a las profesiones. De todas formas, el paso de la discusión pública a la elaboración efectiva de proyectos y con mayor razón a su realización aún debe superar costumbres arraigadas que se oponen a la cooperación.

18. La utilización de los indicadores en uso en los países

de la actividad de individuos o de grupos que aborda problemas a partir de formas "espontáneas de coordinación del trabajo investigativo, situación que tuvo vigencia en I

desarrollados para evaluar la productividad y la capacidad científica de una bien pobre representatividad a los países en desarrollo en general, y a Colombia en particular. La comparación de Colombia con otros países latinoamericanos tampoco es halagadora. Por ejemplo, de 263.072 artículos publicados en revistas de circulación internacional durante 1984, 3001 corresponden a América Latina y de éstos 3 corresponden a Colombia, bien atrás de Brasil (953), Argentina (770), México (486), Chile (366) y Venezuela (177). Si utilizando estos mismos indicadores, se pretende tener una medida del impacto de estas publicaciones, el número de citas hechas de 1980 a 1984 a trabajos científicos colombianos es de 133 en tanto que el número global mundial para el mismo periodo es de 1.398.506. Fuente: Indicadores comparativos de los resultados de la investigación científica y tecnológica en América Latina, Patricia McLaughlin, Documento de trabajo No. 2, Grade, Lima, 1988. Cuestionables como son estos indicadores (selección de ciertas revistas y no consideración de otras publicaciones, posible carácter sesgado de las citas, predominio de ciertas corrientes investigativas y de tradiciones de problemas que inhiben explícita o tácitamente la publicación en esas revistas de otras opciones, circuitos construidos para la publicación a los que no se tiene acceso, necesidad de publicar en otros idiomas y en especial en inglés, por ejemplo) muestran sin embargo la poca incidencia global de la producción científica regional. Son, sin embargo, necesarias formas más articuladas de evaluación de la producción y de la capacidad científica de los países en desarrollo. Sobre este problema ha llamado la atención Hebe Vessuri, quien propone ir más allá de "los indicadores mínimos: determinación del número de investigadores con cuenta el país, de los montos de financiación destinados a la investigación científica, del número de organizaciones existentes, etc.", para construir indicadores más estructurados que permitan establecer con una mayor precisión las expectativas previsibles sobre la consecución de resultados de las actividades de los grupos de investigación: Hebe Vessuri, "La evaluación de la capacidad científica de América Latina ante el desafío de las nuevas tecnologías" in Actas Científicas venezolanas 37, 361-367, 1986, p. 361. La opción de Vessuri se aproxima a la aquí propuesta en cuanto busca mostrar la productividad posible en función del crecimiento de los procesos de formación de los grupos de investigación, de la experiencia adquirida de trabajo cooperativo, de la acumulación lograda de instrumentos y

época de la "pequeña ciencia". La ciencia contemporánea exige grandes medios, complejos instrumentos, y las instituciones del campo de la ciencia y de la tecnología deben propender por la disponibilidad de todos los recursos necesarios para ordenar la actividad según estas características.

Si consideramos la institucionalización de la investigación como el resultado de un movimiento colectivo en el que están implicados múltiples actores provenientes del campo científico o que en él tengan intereses y que crea una dinámica propia a partir de nuevas formas de solidaridad y de cooperación para emprender las tareas investigativas; si consideramos que la investigación no corresponde a la acción voluntarista de un individuo o de un grupo, sino que responde a formas estructuradas para organizar la actividad, para seleccionar y abordar los problemas según pautas que regulan los modos de operar en los problemas específicos a cada grupo de investigación, para la selección de los problemas que son tema de indagación y de las opciones investigativas; si, además, hay una decidida vocación para volver disponibles los resultados obtenidos, para establecer formas de cooperación con otros grupos de investigación, para ejercer una crítica certera y válida en los dominios de su competencia y para validar ante grupos interesados los resultados obtenidos; si aceptamos esta concepción de investigación y de institucionalización, entonces es posible establecer las exigencias y las dificultades para realizarla y el grado de institucionalización que aquélla ha alcanzado en nuestro país.

En lo que respecta a la Universidad, ha sido una tendencia reciente el que la investigación sea función esencial de ella. El que su institucionalización llegue a realizarse

compromete entonces tanto a la misma Universidad, a las instituciones estatales de control de la educación superior, de fomento de la investigación como a las comunidades académicas, disciplinarias y profesionales, interesadas por el avance del conocimiento y por su utilización, a los grupos empresariales y, en su sentido más general, al Estado al que compete establecer las políticas generales que sirvan de referencia a la actividad investigativa.

La participación consciente de los diferentes actores en el movimiento que lleva a la institucionalización de la investigación puede tener múltiples justificaciones. Puede estar determinada por las finalidades de la institución de la que proceden, -por ejemplo las acciones e intervenciones del Icfes y de Colciencias-, o por los intereses particulares que llevan a defender la idea de que la investigación es importante por sí misma, como en el caso de las asociaciones científicas o por las expectativas de que sus resultados pueden contribuir a aumentar la productividad y el bienestar social (aún si se tiene una escasa comprensión de la ciencia y de los procesos investigativos), o por los grupos de investigación que, al producir hechos científicos, muestran que ésta es posible y necesaria. Todas estas acciones, intervenciones, expresiones, y actividades van logrando una aceptación de la idea, por parte de grupos sociales cada vez más amplios y en forma particular por la comunidad universitaria, de que la investigación es una actividad posible, valiosa por sí misma y por sus resultados, que tiene normas¹⁷ que regulan las formas de operar en el campo y que para realizarla es necesario contar con ellas, lo que en

la legitimidad ganada frente a los grupos que generan las políticas científicas, asignan los recursos o van a ser afectados por los resultados de la investigación.

17. Normas que tienen que ver tanto con las formas de operar propias de las disciplinas o profesiones que son movilizadas por el problema que es objeto de investigación

muchos casos corresponde más bien a la progresiva construcción, con las condiciones materiales sociales y culturales que la hacen posible. La especificidad de esas normas corresponde al alcance de las metas que se proponen pero que son compatibles con las metas y la autonomía de otras actividades (por ejemplo con la enseñanza, con la formación profesional o cultural en el caso de las instituciones universitarias).

La institucionalización de la investigación en la Universidad se alcanza cuando las actividades investigativas han logrado la aceptación social en el sentido anterior y cuando, además, esta institucionalización se expresa en una organización real que sanciona institucionalmente su legitimidad y explicita el papel que juega dentro de las funciones de la institución, es decir, cuando aparece una política institucional sobre la investigación²⁰. El proceso de conformación de esta organización real toma concreción en la

y con la apropiación y observancia de los principios de la cultura académica que regulan la comunicación del conocimiento.

20. Las universidades que han avanzado en este proceso pueden mostrar las realizaciones y las actividades y cuentan con los elementos conceptuales que permiten clasificar y comenzar a evaluar, e incluso incidir, en las dinámicas investigativas. Un ejemplo de ello se encuentra en el Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico, Cindec, de la Universidad Nacional, otro en la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle. Se tiene así, en el primer caso, que las políticas institucionales han permitido que se hayan aprobado 49 proyectos con financiación propia entre 1985 y 1986, y 101 más entre 1987 y 1987 (Documento del Cindec "Proyectos aprobados por el Comité de investigaciones y desarrollo científico-Cindec, 1985-1986 y 1987-1987") y que el mismo Cindec haya llegado a ser el interlocutor institucional frente a las entidades financiadoras de proyectos o interesadas en investigaciones sustentadas en base a los recursos institucionales. En el otro caso se tiene la capacidad de utilizar los recursos disponibles para la investigación en instituciones del Estado (del Icfes,

aparición de estructuras administrativas, en la conformación de infraestructuras de investigación (instrumentos teóricos, equipos, canales estructurados para acceder a la información y para la difusión de los resultados de los trabajos de investigación, por ejemplo), en la conformación, mediada por la participación activa y consciente de los investigadores individuales, de grupos de investigación y, finalmente, por la aparición de nuevos tipos de estructuras sociales para el desarrollo de su actividad (los laboratorios de investigación) y de un nuevo tipo de papel ocupacional: el de investigador profesional.

POLITICAS INSTITUCIONALES: SU ARTICULACION CON LA POLITICA PUBLICA Y CON LA ACTIVIDAD DE GRUPOS Y LABORATORIOS DE INVESTIGACION.

La conformación de una política institucional sobre la investigación es, entonces, una necesidad a la que debe responder cada una de las instituciones para poder integrarla como una de sus actividades fundamentales. En ausencia de una tal política, la falta de un horizonte referencial crea dificultades para la ubicación de las actividades investigativas dentro del campo de actividades de los miembros de la institución pues es a partir de este horizonte como se llega a la comprensión del papel que cumple con respecto a las otras funciones, del grado de imbricación y de complementariedad que debe tener con ellas²¹, en una palabra, a encontrar el sentido, la razón

específicamente), por parte de la Universidad del Valle, en donde la mediación institucional corresponde a la Vicerrectoría de Investigaciones.

21. La existencia de una cierta actividad investigativa organizada puede explicarse, en gran medida como resultado de las necesidades de la enseñanza o de la administración

de ser y el papel que desempeña dentro de las finalidades de la institución. En efecto, es posible que, en el caso de las universidades por ejemplo, se le acepte si está ligada a la enseñanza o por el contrario se la piense como una actividad que se desarrolla autónomamente o que está ligada a la extensión; que tenga un énfasis hacia la aplicación o a la búsqueda gratuita de conocimientos o que, y es esto lo más propio de una Universidad, que todas las formas de investigar puedan existir en su interior. En todo caso todo proyecto debe establecer el carácter específico de la investigación, sus finalidades, sus orientaciones²², su sen-

pública. Se trataría, en este caso, desde el punto de vista aquí adoptado, de una institucionalización fragmentaria. En efecto, la aparición de una relativa organización dentro del campo puede explicarse, en estos casos, más por la necesidad de solucionar problemas específicos que por la existencia de un plan o propósito central que le da coherencia en el interior de la institución y que la articule con las otras actividades de investigación realizadas por otras instituciones. *A fortiori* tampoco podría explicarse tomando como referencia a una política pública estatal.

22. Por supuesto que las orientaciones de cada proyecto de investigación deben ser mostradas explícitamente por parte de quienes lo proponen o realizan, para mostrar el compromiso real con ella. Una de las quejas que proviene de algunos sectores académicos se refiere a la exigencia de establecer explícitamente la "utilidad" de la investigación que se propone. Y los argumentos para sustentar esta queja se refieren a la dificultad, e incluso a la imposibilidad, de mostrar la utilidad en el sentido que a ella le da la economía. Es claro que si se acepta que una investigación es aplicada o de desarrollo se debe llegar -en la argumentación real pero implícita que sustenta la solicitud por demanda de recursos para realizarla y que en su concreción corresponde al hecho de llenar los formularios de las instituciones que asignan recursos- al establecimiento de las formas como los resultados previsibles son aplicados o llevan al desarrollo. Es frecuente el caso de proyectos en los que se acepta la ubicación en tanto que investigación orientada a la aplicación o al desarrollo sin que se cuente o se muestren las estructuras reales finales que llevan los resultados a su utilización y se establezcan las relaciones con quienes estén interesados en ellos. Quizás esta carencia explique otra de las quejas que afirma que los resultados de gran

tido.

Una medida del compromiso institucional con la investigación se encuentra en la existencia de referencias claras a los recursos económicos disponibles y a las formas de su asignación, a la disponibilidad del tiempo con que se puede contar para dedicarse a ella, a las regulaciones administrativas, al papel que cumple la investigación dentro de las finalidades de la institución, a la definición de los tipos y orientaciones de la investigación y a las prioridades que

cantidad de investigaciones se quedan en los anaqueles de bibliotecas sin que lleguen a ser útiles. Así, una aceptación formal a las demandas explícitas por establecer la utilidad de los resultados puede llevar a la asignación de recursos pero puede también que se obtengan resultados sin que puedan ser utilizados por la carencia de las mediaciones apropiadas. Se trata entonces de un resultado que no llega a conformarse en un hecho científico. Es posible también llegar a la paradójica situación de que la realización útil de los resultados lo sea en otros contextos o países teniendo en este caso una transferencia de ciencia desde un país periférico. Por otra parte, la abstención a buscar ayudas para la investigación justificada en que no se debe sacrificar la búsqueda gratuita del saber puede convertirse en una excusa institucionalizada para no emprenderla. De todos modos la decidida vocación para vincular la teoría a la práctica es una de las características esenciales de la ciencia moderna y esto desde el siglo XVI. (Una convincente argumentación sobre esta característica se encuentra en Koyré, "Del mundo del 'más o menos' al universo de la precisión", *Naturalista*, No. 4, 1986, pp. 65-78). Además una muestra de la calidad de los resultados de la investigación tiene que ver con la aceptación consensual, mediada por la crítica, por parte de los pares. Así, se investiga para poner a disposición de otros los resultados obtenidos: éstos serán apropiados en la medida en que tienen validez para los trabajos de los otros; es impensable una investigación que no tenga usuarios reales o potenciales, como lo es un texto que no se dirige a unos lectores potenciales. Por supuesto que esto no significa que siempre sea posible mostrar explícitamente las posibles aplicaciones, como es el caso de los resultados de la investigación en ciencias básicas, pero sí exige una responsabilidad social de parte de quienes investigan por mostrar la importancia para el avance del conocimiento, la pertinencia y la coherencia de las indagaciones. Ahora bien, una política que

se han determinado como propias de la institución en tanto que unidad o de los laboratorios de investigación en tanto que elementos dentro de esa unidad. Así, un elemento de la política es la ubicación de prioridades institucionales generales las que deben estar en acuerdo con la política pública, es decir con la política que tiene carácter estratégico de acuerdo con las necesidades sociales generales y que debe generarse a nivel del Estado. Ahora bien, los decursos de la investigación competen a los grupos de investigación. Es por esta doble determinación, la exterior a los grupos -debida a las decisiones que se desprenden de las política públicas y general de la institución-, y la interior a ellos -que se ordena a las especificidades del trabajo investigativo- por la que es necesario un continuo diálogo²³ entre las autoridades académicas que deben fijar las políticas generales que sirven de referencia a las propuestas específicas de los grupos de investigación y los propios grupos que son los que conocen sobre las necesidades

pretende crear una capacidad científica tiene que considerar las posibilidades de orientar las investigaciones, de insertarlas dentro de planes generales.

23. Diálogo que debe corresponder a una deliberación que busca llegar a decisiones que comprometan a las partes que en él participan, que busca el acuerdo posible sobre la acción que tiende a la realización de los intereses generales e institucionales y los particulares de los grupos de investigadores. Si bien una política pública en ciencia y tecnología corresponde, o debe corresponder, a los intereses generales, ésta sólo puede concretarse a partir de la existencia o de la progresiva conformación de los grupos de científicos, ingenieros e investigadores que la hacen realidad. La carencia de apertura al diálogo, en los términos anteriores, puede ayudar a comprender las dificultades para emprender investigaciones que comprometan los intereses de la industria y los propios de los investigadores en las universidades o entre diversas instituciones. En realidad, más que la búsqueda de un diálogo, lo que con frecuencia se presentan son discusiones en las que cada una de las partes intenta que la otra se pliegue a sus intereses. Ahora bien, es preciso recordar que el espacio público corresponde a los intereses generales, en

generales y cotidianas para avanzar en la propia investigación, que pueden mostrar argumentativamente las posibilidades, la importancia y pertinencia de los trabajos por ellos realizables. Muchas de las dificultades encontradas en los procesos investigativos tienen que ver con la carencia de una política o con la falta de claridad de ella o con la poca difusión sobre las posibilidades para realizar investigación.

En síntesis, toda política institucional sobre la investigación tiene que considerar las especificidades del campo sobre el que se quiere influir: no es éste moldeable a voluntad y siempre tiene que ser considerada su especial y relativa estructuración. Dicho en otra forma en este caso la política institucional sobre la investigación está determinada por las características del objeto sobre el que pretende influir. Olvidar esta característica específica de la política sectorial lleva al voluntarismo que pretende reordenar un campo que se muestra entonces inmanejable, y puede acabar con las posibilidades, o en el mejor de los casos conseguir una adecuación formal a las incitaciones de una política desligada de los intereses de los investigadores con las implicaciones que esto tiene para el sentido de una actividad que precisamente encuentra en él el impulso para su realización.

En consecuencia, la política debe estar fundamentada y disponible para ser sometida a una crítica racional por parte de los interesados. Ahora bien, muy pocas instituciones universitarias han elaborado documentos que fijen estas políticas y aún menos las que hayan llegado a establecerlas como resultado de un diálogo entre quienes deben mostrar las orientaciones generales y quienes están en condiciones de realizarla.

En todo caso, la relación con las otras instituciones del Sistema de enseñanza superior ha inducido la creación de estructuras administrativas interiores para centralizar las tareas de coordinación, de orientación, de administración y de difusión de las actividades investigativas. Es posible que en su evolución se prevean espacios de discusión pública sobre la investigación y su sentido.

ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LA INVESTIGACION EN INGENIERIA.

Desde hace ya algunos años se ha comenzado a cuestionar el uso de los indicadores internacionales para establecer la capacidad científica y de investigación en los países en desarrollo. Algunas de las críticas más determinantes señalan el énfasis puesto en los insumos lo que ha llevado a que se consideren el número de investigadores con que cuenta un país, los recursos económicos puestos a disposición, el número de instituciones, etc. como medida de la capacidad científica nacional, dejando de lado el problema del output, pues éste es más difícil de encontrar y, más bien, es aún un problema abierto encontrar la relación entre los insumos y unos resultados que no saben cómo establecerse y, a *fortiori* cómo medirse. Quizás la existencia de series elaboradas sistemáticamente y sobre largos periodos de tiempo de algunos elementos vinculados estrechamente con la producción de hechos científicos como los artículos científicos publicados, en los países centrales productores de ciencia pueda permitir hacer conjeturas sobre la productividad científica y sobre el impacto en la ciencia mundial de éstos. El *Institute for Scientific Information* ha constituido una de las bases internacionales de datos más utilizada, el *Science Citation Index (SCI)*, para intentar medir el potencial

científico nacional. A partir de estos datos la contribución de los países en desarrollo es bastante reducida, del orden del 5%.

Ahora bien, incisivas críticas comienzan a mostrar el alto grado de selectividad de la muestra del SCI -se han tomado 3.100 revistas científicas de las 70.000 publicadas, de las que solo un 2% proviene de los países en desarrollo²⁴; la mayoría de las revistas seleccionadas publican en inglés, sobre temas que no consideran en igualdad de condiciones las preocupaciones investigativas de los diversos países y la especificidad de los problemas enfrentados por los investigadores de los países periféricos, no se consideran las diversas estrategias de publicación- y sobre todo han llevado cuestionar la teoría sociológica que sirvió de base a la bibliometría, es decir a la opción de medición de la productividad de ciencia y la tecnología de un país a partir del número de publicaciones científicas y de su impacto tomando como base el número de citas²⁵. La utilización de estos indicadores para la América latina ha dado bien

tanto que la esfera de lo privado corresponde a los intereses particulares. En este sentido el diálogo es medio para llegar al consenso que se debería expresar en las políticas públicas.

24. Gaillard, Jacques; "La science du tiers monde est-elle visible?" in La recherche, No. 210, mayo 1989, pp. 636-640.

25. Los trabajos de Velho, Lea Maria muestran cómo la hegemonía de la sociología mertoniana, que está en la base de la bibliometría, ha sido progresivamente cuestionada, incluso en los propios países avanzados donde ellos se desarrollaron, por las nuevas tendencias en la sociología del conocimiento, las que amenazan las bases epistemológicas de los indicadores científicos convencionales, como lo muestra Velho en un estudio inédito sobre indicadores. Para ella el problema de la creación de indicadores científicos para la América latina no pasa por la adecuación a las orientaciones de la bibliometría sino que exigen la creación, a partir de estudios preliminares y con-

pobres resultados y ha llevado a conclusiones bastante cuestionables²⁴.

Hay que aceptar, sin embargo, que más allá de las críticas pertinentes se tiene que, en primer lugar, la presencia de las contribuciones de los países en desarrollo a la llamada "mainstream science", es decir la ciencia que es visible y es evaluada desde los indicadores bibliométricos, es porcentualmente baja y que, en segundo lugar, no hay aún otras modalidades disponibles para hacer visible en diferente forma la ciencia que allí se realiza. Precisamente la creación de nuevas modalidades de hacer visible la capacidad científica desde una conceptualización sólida que considere las especificidades de comunicación y de producción, de pertinencia y su impacto regional e internacional presentes y válidas en los países periféricos es un reto que debe ser asumido con fuerza, pues de las opciones que se tomen para mostrar esa capacidad científica dependen en gran medida las posibilidades de lucha por la asignación de recursos para su desarrollo, así como la capacidad de negociación, de con-

juntas en la región, de un sistema de indicadores científicos que sea capaz de reflejar el estado, la dirección y las necesidades de ciencia en la América Latina. Los trabajos de Gaillard, J. art. cit., Vessuri, H., art. cit. apuntan en la misma dirección.

24. "En verdad, definir la actividad científica por la literatura que ella produce y guardar el monopolio tanto de la prensa como de las bases de datos en las que la literatura científica es almacenada, seleccionada y analizada, constituye una de las más bellas operaciones de 'acumulación' que se pueda imaginar con el fin de asegurar la hegemonía y el control de un tal sistema de comunicación" afirma Polanco, Xavier; "Une science-monde: la mondialisation de la science européenne et la création de traditions scientifiques locales" presentación a Naissance et développement de la science-monde. La découverte/conseil de l'europe/unesco, Varios autores, París, 1990. Polanco y Latour comienzan a delinear una nueva opción teórica para establecer el estado de la ciencia y de la tecnología de un

vencimiento y de traducción de intereses entre las comunidades científicas locales y los diferentes sectores sociales para buscar establecer proyectos investigativos de interés común y ampliar los recursos asignados para la investigación.

Lo dicho anteriormente y que tiene su validez general para todos los países en desarrollo es especialmente válido para Colombia, máxime si se tiene en cuenta la carencia de bases de datos confiables y la carencia de criterios para conformar las que comienzan a aparecer. De todas formas es posible, aún dada la precariedad de información de las bases de datos disponibles, avanzar algunos comentarios sobre el tema que nos ocupa haciendo uso de los inventarios existentes. Tomaremos aquí como base la "Encuesta nacional de investigaciones en progreso", realizada por Colciencias y que cubre los años 1985 a 1987.

El sector universitario privado muestra una mayor participación relativa en la investigación del área de Ingeniería y tecnología (Cuadro 2). Mientras en las demás áreas el promedio de su participación es de 5%, en éste se eleva al 12% durante el periodo (1985 a 1987). Aunque el año 1985 es relativamente bajo (9%, que corresponde a 19 de las 202 investigaciones adelantadas), en los años subsiguientes presenta un aumento constante (12% y 14%, es decir 36 y 44 investigaciones en los años 1986 y 1987 respectivamente). En el sector universitario estatal el número de investigaciones realizadas se mantiene comparativamente elevado ya que realiza el 63% (127) en 1985, el 58% (173) en 1986 y el 62% (197) en 1987. Pero en números absolutos este sector es el que menos ha contribuido en la investigación realizada y censada en la "Encuesta..." por Colciencias en el país durante el periodo en referencia. Del total de inves-

tigaciones realizadas en los tres años contemplados por la Encuesta el área de Ingeniería y tecnología sólo desarrolló 820, mientras que en las demás áreas se realizaron: 2171 en Ciencias exactas, físicas y naturales, 829 en Ciencias de la salud y 859 en Ciencias agropecuarias. Estos datos se ven corroborados por el documento sobre el estado y desarrollo de la Ingeniería química, en donde se muestra que en el área

Proyectos en ejecución en el área de Ingeniería y tecnología. Período de 1985 a 1987.					
Año	Total proyectos del área	Sector estatal	Sector privado	Porcentajes	
				Sector estatal	Sector privado
1985	202	127	19	63	9
1986	298	173	36	58	12
1987	320	197	44	82	14

Cuadro 2

Fuente: Encuesta nacional de investigaciones en progreso, listado de la base de datos, Colciencias.

de Ingeniería el número de proyectos de investigación es el más bajo en 1982 (200 de un total de 1771 en ese año, que corresponde al 11.3%) y que el número de investigadores es también el menor (10.8%). Este número de investigadores (513) está discriminado así: 43 de tiempo completo, 75 de

medio tiempo y 395 de tiempo parcial. Este alto número de docentes contratados en tiempo parcial ayuda a comprender el bajo número de investigaciones en esta área. En lo relacionado con el fomento de la capacidad tecnológica, al sector de Ingeniería le han sido financiados únicamente 86 proyectos a lo largo de 13 años (periodo 1969-1982)²⁷.

Los datos de la "Encuesta..." nos muestran otro aspecto interesante de la investigación en el país: la orientación de la investigación; la investigación fundamental o básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental son los tres criterios utilizados para ver este aspecto.

En general, estos datos muestran una gran concentración de la investigación en la investigación de tipo aplicado y alguna preocupación -de parte del área de Ciencias exactas, físicas y naturales- por la investigación fundamental; las demás áreas (Ciencias agropecuarias, de la salud e Ingeniería y tecnología) han dejado tan de lado el problema de la orientación fundamental que de un total de 2500 investigaciones en un periodo de 3 años sólo 55 han sido realizadas con una orientación básica.

Podría conjeturarse sobre este punto que los sectores dedicados a la investigación no ven en la investigación fundamental un elemento de avance para el conocimiento, o que hay una preocupación más fuerte por la resolución de un cierto tipo de problemas frente a los cuales no se requiere

país basada en poner énfasis en la comunicación de la producción y no sólo en la producción ha sido derivada de la sociología de Merton. Cf. allí mismo Polanco, X. y Latour, B.: "A propos de l'histoire sociale des sciences: quelques remarques. le modele de la rosace".

27. Cf. estos datos en los cuadros 1 a 3 del Estudio sobre el estado de desarrollo e inserción social de la Ingeniería

del concurso de este nivel del conocimiento, o, quizá, que no hay todavía un nivel de consolidación suficientemente fuerte de las comunidades disciplinarias y profesionales que pueda legitimar el trabajo en este tipo de investigación como un trabajo cuyos resultados y posibles aplicaciones son en el largo plazo.

A partir de la información extraída de la "Encuesta..." también es posible poner en evidencia la creciente participación en el sector estatal en el desarrollo de proyectos de investigación, de quienes han realizado estudios de postgrado, en tanto que la tendencia contraria se encuentra en el sector privado. La mayor actividad de los investigadores principales se evidencia en el área de las Ciencias exactas, físicas y naturales donde el número de los que tienen grado de magister pasa de 97 a 158 y de los que tienen grado de doctor pasa de 103 a 135. Una situación análoga se da en el área clasificada como Ingeniería y tecnología, aunque es, de todas formas, baja la presencia de doctores; en Ciencias agropecuarias y en Ciencias de la salud, aunque también se presenta crecimiento, los números absolutos son aún menores. El sector privado, por el contrario, muestra que la presencia de investigadores que han hecho estudios de postgrado disminuye en números absolutos en todas las áreas, exceptuando la Ingeniería y la tecnología, que sin embargo es baja si se compara con la actividad del sector estatal (Cf. Cuadros 3 y 4).

Los datos acerca de los investigadores secundarios son en mucho similares a los correspondientes a los investigadores principales: una tendencia al aumento del número de investigadores en la Universidad pública, sobre todo en el área de las Ciencias exactas, físicas y naturales (pasan de 89 a 137 los investigadores con grado de magister, de 1985 a

	UNIVERSIDAD ESTATAL					
	1985		1986		1987	
	Mg.	Dr.	Mg.	Dr.	Mg.	Dr.
Ciencias exactas, físicas y naturales	97	10	135	147	150	135
Ciencias agropecuarias	30	1	43	21	55	24
Ciencias de la salud	35		37	9	37	7
Ingeniería y tecnología	60	1	82	16	105	18
TOTAL	222	35	297	193	355	184

Cuadro 3

Número de investigadores principales según área de la ciencia y nivel de estudios, en la universidad estatal. Período 1985-1987

	UNIVERSIDAD PRIVADA					
	1985		1986		1987	
	Mg.	Dr.	Mg.	Dr.	Mg.	Dr.
Ciencias exactas, físicas y naturales	20	34	10	17	9	6
Ciencias agropecuarias	2	1	3	1	2	1
Ciencias de la salud	2	3	2	0	5	1
Ingeniería y tecnología	6	5	7	8	10	7
TOTAL	30	43	22	24	26	15

Cuadro 4

Número de investigadores principales según área de la ciencia y nivel de estudios, en la universidad privada. Período 1985-1987

Convenciones: Mg.: Magister; Dr.: Doctor

Fuente: Estadística, Colciencias, Bogotá, 30 de Noviembre, 1989.

	UNIVERSIDAD ESTATAL					
	1985		1986		1987	
	Mg.	Dr.	Mg.	Dr.	Mg.	Dr.
Ciencias exactas, físicas y naturales	89	41	118	54	137	65
Ciencias agropecuarias	23	5	25	4	33	5
Ciencias de la salud	50	8	48	15	50	7
Ingeniería y tecnología	52	8	75	13	112	17
TOTAL	214	62	266	86	332	94

Cuadro 5
 Número de investigadores secundarios según área de la ciencia y nivel de estudios, en la universidad estatal. Período 1985-1987

	UNIVERSIDAD PRIVADA					
	1985		1986		1987	
	Mg.	Dr.	Mg.	Dr.	Mg.	Dr.
Ciencias exactas, físicas y naturales	26	8	14	3	11	3
Ciencias agropecuarias	1	0	1	0	1	0
Ciencias de la salud	6	1	2	3	4	3
Ingeniería y tecnología	9	1	12	3	6	4
TOTAL	42	10	29	9	22	10

Cuadro 6
 Número de investigadores secundarios según área de la ciencia y nivel de estudios, en la universidad privada. Período 1985-1987.

Convenciones: Mg.: Magister. Dr.: Doctor
 Fuente: Estadística, Colciencias, Bogotá, 30 de Noviembre, 1989.

Proyectos en ejecución en el área de Ciencias exactas físicas y naturales. Período de 1985 a 1987.					
Año	Total proyectos del área	Sector estatal	Sector privado	Porcentajes	
				Sector estatal	Sector privado
1985	618	321	81	52	13
1986	801	448	55	56	7
1987	755	443	37	59	5

Cuadro 7

Fuente: Encuesta nacional de investigaciones en progreso, listado de la base de datos, Colciencias.

Proyectos en ejecución en el área de Ciencias de la salud. Período de 1985 a 1987.					
Año	Total proyectos del área	Sector estatal	Sector privado	Porcentajes	
				Sector estatal	Sector privado
1985	221	138	8	62	4
1986	301	155	6	52	2
1987	307	152	13	50	4

Cuadro 8

Fuente: Encuesta nacional de investigaciones en progreso, listado de la base de datos, Colciencias.

1987); también en el área de la Ingeniería y tecnología hay aumento (pasan de 52 a 112 los graduados en algún magister); en las dos áreas restantes (Ciencias agropecuarias y de la salud) no hay un aumento significativo en el número de investigadores con grado de magister o de doctorado. La Universidad privada no muestra en ningún área un ritmo de crecimiento, por el contrario, en el área de Ciencias exactas, físicas y naturales se ve una disminución sensible de la participación en investigación de los investigadores con grado de magister (Cf. Cuadros 5 y 6).

Por otra parte, del total de investigadores (878, 1166 y 1168, para cada año) alrededor del 40% pertenece al sector universitario público (incluso, en el año 1987 este porcentaje se eleva al 46%).

Son necesarias, sin embargo, algunas observaciones que tienen que ver con las implicaciones de las definiciones de investigación y de sus clasificaciones. Ya se han señalado anteriormente (Cf. nota 22) algunas de las limitaciones que hacen que las investigaciones no sean seguidas de realización práctica. También, en el otro extremo, la pregunta por la utilidad de la investigación puede llevar a desalentar a quienes proviniendo de las ciencias exactas y naturales o que se interesan en la investigación por la fundamentación de las profesiones y tienen un interés más teórico, para buscar financiación a sus investigaciones. En efecto, muchas de las instituciones financiadoras introducen en sus formularios la necesidad de justificar explícitamente los resultados prácticos de la investigación. Esta pretensión de universalizar los criterios sobre el carácter de la investigación no toma en consideración la especificidad de las disciplinas y de los conceptos de investigación que les son propios.

Más importante que lo anterior es que ciertas definiciones pueden convertirse en factor inhibitor real. Es de común aceptación la definición de la investigación que aparece por ejemplo en "La investigación en la universidad colombiana" (Colciencias, 1978), como actividad creativa y sistemática encaminada a acrecentar el conocimiento científico o técnico, de carácter generalizable. La aplicación de esta definición lleva a la aceptación de proyectos de investigación "en biología, química o física" como los que aparecen reseñados en la misma publicación y que "se reducen a una aplicación de procedimientos más o menos rutinarios para obtener propiedades y clasificaciones. Es así como el término 'investigación' puede llegar a tener una connotación bastante laxa y poco exigente en el aspecto creativo y es bastante factible encontrar un panorama impesonante pero, que, ante una evaluación rigurosa, cambia completamente de proporciones"²⁰.

En matemáticas la posibilidad de encontrar "nuevos conocimientos" según procedimientos rutinarios no corresponde a la concepción de investigación aceptada, que no tiene que ver con particularismos regionales o locales. Ella es creación intelectual universalmente reconocida y medida por los mismos cánones en todas partes. Las normas corrientes en instituciones que financian y apoyan la investigación, como Icfes y Colciencias, toman como punto de referencia a las ciencias naturales y su aplicación al caso de las matemáticas determina "exigencias desmesuradas en relación con otras áreas y fuera de las posibilidades reales de nuestro desarrollo matemático". Dos desviaciones pueden entonces darse: una explosión de trabajos sin mucho valor, presen-

química en Colombia, documento elaborado por Alvaro Ramírez y Clemente Retamoso para la Misión de ciencia y tecnología, Diciembre, 1987, pp. 37-40. Los datos que aparecen en este

tados como investigación, o una fuga hacia la docencia y las actividades complementarias, con resultados contrarios al fin buscado de fomentar la investigación. Lo afirmado anteriormente tiene también validez para otros campos en donde no hay aún procedimientos sistemáticos para obtener resultados y, entonces, el riesgo de no poder mostrar resultados concretos, riesgo que corre toda investigación que merezca este nombre, puede llegar a la abstención. Estas puntualizaciones con respecto a la investigación en una disciplina pueden (y deben) hacerse en forma analógica para las diferentes disciplinas y profesiones. En particular, la investigación más desarrollo tiene connotaciones específicas en cada rama de la ingeniería y es necesario dotar a los organismos financiadores de criterios fuertes que permitan hacer la separación entre lo que es investigación fundamental, la propia investigación más desarrollo y la asesoría.

Otra observación necesaria tiene que ver con que no es posible establecer, desde las bases de datos disponibles, los procesos de conformación de grupos y laboratorios de investigación que han llegado a formarse en el área. Los estudios presentados por la Misión de ciencia y tecnología se revelan entonces como elementos de base valiosos para comenzar a establecer el potencial investigativo presente en las diferentes ingenierías y una dedicación a la actividad que ha llegado a crear solidaridades con problemas que no sólo tienen que ver con la fundamentación científica de las profesiones sino la solución de problemas que comprometen a múltiples disciplinas y profesiones. Quizás una de las conclusiones de este Foro tenga que ver con la necesaria reflexión crítica, por parte de los propios miembros de las diferentes ingenierías, de los aportes que estos estudios presentan a la propia comunidad científica y de las políticas que de allí pueden derivarse.

Finalmente, podemos abordar la relación entre la formación en el conocimiento tecnológico propia de las ingenierías y el mundo de la producción. Ya se han señalado en otra parte²⁷ algunas de las relaciones posibles con los objetos tecnológicos (los que pueden ser considerados como cajas negras, como el resultado de una técnica racional o como productos que son "teorías materializadas" y frente a los cuales hay una vocación para explicitarlas³⁰) relaciones que se hacen posibles, en gran medida, por el nivel de consolidación de la comunidad disciplinaria o profesional respectiva.

El esquema que sigue permite esbozar las posibilidades que las unidades productivas tienen para avanzar en los procesos de modernización. En efecto, los procesos de modernización de las unidades productivas pueden realizarse a través de la compra de tecnología, para lo cual no se requiere del desarrollo de una capacidad (infraestructural y humana) para comprender, explicar y, eventualmente, crear nuevos objetos tecnológicos, o por una transferencia de tecnología en la que es imprescindible comprender los modos de funcionamiento, las razones de los procesos, la apropiación de las teorías que sustentan la construcción de los objetos

estudio están tomados de una encuesta realizada por Colciencias que cubre el periodo 1967-1982.

28. Takahashi, Alonso, *op. cit.* Las citas posteriores provienen también de ese documento.

29. Cf. "El conocimiento tecnológico y la formación", ponencia presentada para el Seminario Nacional "Educación, trabajo y transformaciones tecnológicas", Unesco, Convenio Sena-Men, Universidad del Valle, Cali, Mayo 1990.

30. Por supuesto que esta explicitación exige que haya una capacidad adquirida para hacerla posible. En los países con una baja capacidad científica esto puede llegar a ser un obstáculo insalvable en la medida en que no haya una fuerte

tecnológicos. En general, se trata de generar un saber colectivo, de múltiples niveles y especializaciones, único que permite responder a las competencias demandadas para operar equipos complejos. Un nivel de modernización más elaborado se exige cuando se hace investigación dentro de la industria.

El proceso de modernización de una unidad industrial podría caracterizarse por el avance en los procesos tanto en el sentido izquierda-derecha como desde la conformación a la consolidación³¹.

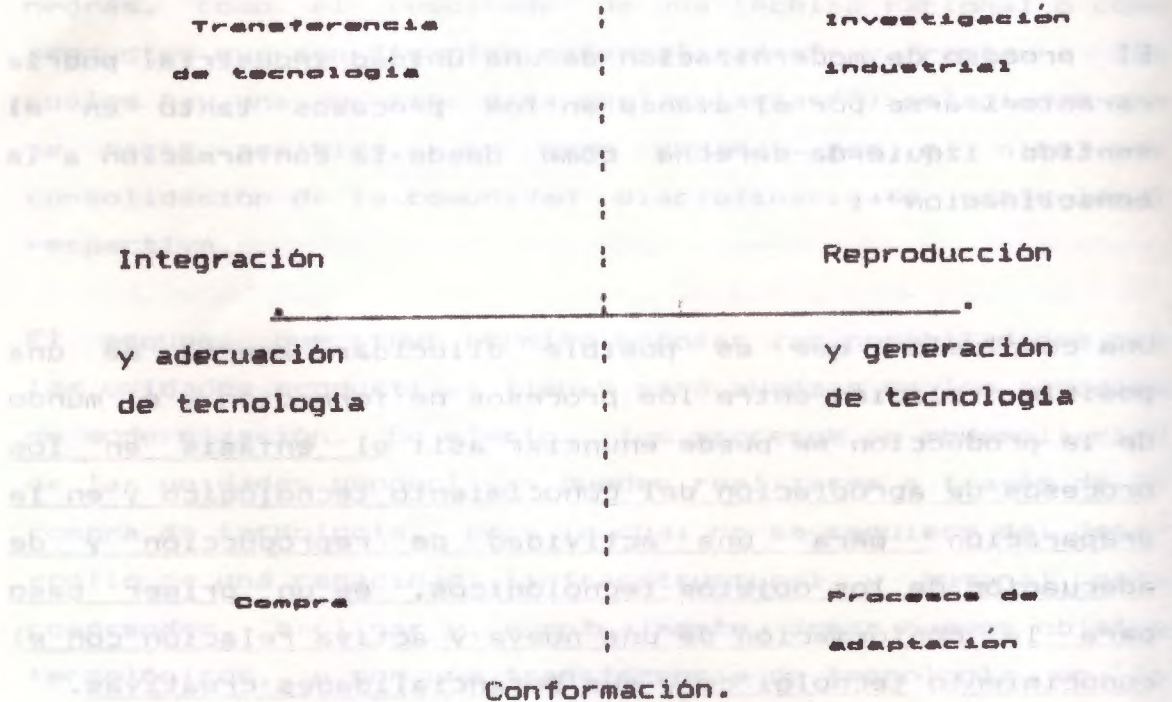
Una conclusión que es posible dilucidar acerca de una posible relación entre los procesos de formación y el mundo de la producción se puede enunciar así: el énfasis en los procesos de apropiación del conocimiento tecnológico y en la preparación para una actividad de reproducción y de adecuación de los objetos tecnológicos, es un primer paso para la conformación de una nueva y activa relación con el conocimiento tecnológico y sus potencialidades creativas.

decisión para construir la infraestructura y la acumulación de conocimientos que son base para la "transferencia de tecnología", la reproducción de objetos y procedimientos (lo que está ligado a la concepción de experimento controlado) y de la creación.

31. La investigación industrial sólo recientemente ha comenzado a ser estudiada por los sociólogos y los historiadores de la ciencia. Las analogías con la investigación más académica es posible de desarrollar si se considera que para ésta los resultados se concretan en artículos científicos en tanto que para la primera se trata de "construir" patentes.

UNIDADES PRODUCTIVAS Y/O DE SERVICIOS

Consolidación



Aún si la investigación es -en nuestro medio y en el momento actual- preponderantemente asunto de las universidades, es previsible que en los sectores productivos comiencen a abrirse perspectivas hacia la integración de nuevos procesos tecnológicos y que ellos demanden más exigentes conocimientos tecnológicos y la formación que le es homogénea, tanto para su operación y continua adecuación como para la creación de nuevas alternativas. Así, si bien es baja la probabilidad de que la investigación más desarrollo³² se realice en un porcentaje significativo dentro de

Véase, para una analogía sugestiva y que permitiría desar-

las unidades productivas o al menos que haya una opción claramente decidida por parte del sector empresarial y de servicios que conduzca a sostener centros de investigación, si es posible que los estudiantes, por su participación en grupos de investigación, por su relación continuada con quienes la realizan o que al menos tienen una actitud investigativa adquieran esta actitud y que, en su posterior práctica profesional, lleven a cabo una verdadera práctica pedagógica por la que esa actitud investigativa sea interiorizada como norma natural que alimente la práctica profesional en el interior de las unidades productivas o de servicios. Quizás, en las condiciones actuales de una relativamente escasa investigación, de contados grupos conformados con tradiciones investigativas y de problemas, con la carencia crónica de recursos -lo que se traduce, por un lado, en la limitada capacidad de negociación por parte de los grupos de investigación y los escasos resultados adoptados e integrados en el sector productivo y, por el otro, en la poca confianza en que realmente se consigan resultados a través de la investigación más desarrollo (círculo vicioso que es propio de los países que no han logrado conformar una

rollar investigaciones sobre la investigación industrial
Bowker, Geoff; "L'essor de la recherche industrielle" in
Serres, Michel (director de la edición), Elements
d'histoire des sciences, Bordas, Paris, 1967, pp. 469-491.

32. La investigación más desarrollo tiene como criterios para su realización su adecuación a los programas sectoriales y la capacidad para responder a los problemas que se revelen como prioritarios en sectores de la producción y de los servicios en un momento y en circunstancias dadas; tiene como finalidad el crecimiento de la productividad, y como metas la creación de nuevos procesos y procedimientos en la producción de bienes y servicios y el mejoramiento de los actuales, la apropiación (uno de cuyos momentos importantes lo constituye la posibilidad de rehacer las experiencias, de reconstituir los procesos, de reproducir en condiciones de laboratorio los resultados afirmados por otros) de los conocimientos tecnológicos relevantes y su necesaria adaptación a nuevas condiciones. Son características esen-

mínima base científica) - deba optarse por enfatizar los procesos de apropiación del conocimiento tecnológico y de preparación para una actividad de reproducción y de adecuación de los objetos tecnológicos, como un primer paso para la conformación de una nueva, activa y creativa relación con el conocimiento tecnológico y sus potencialidades creativas.

Por otra parte, es posible que comiencen a darse procesos investigativos en el interior de las unidades productivas³³. En este caso se trata de la llamada investigación industrial. Aunque no ha sido objeto de trabajos de la historia de las ciencias, como sí lo han sido la investigación más desarrollo y la investigación fundamental, las innovaciones en los procesos productivos han sido más resultado de la investigación industrial que de las otras orientaciones de la investigación. En cualquier caso, la existencia de ella sólo es posible si la formación en el conocimiento tecnológico, la actitud teórica y la capacidad para trabajar en problemas en forma cooperativa es potenciada a través de la formación en el sistema educativo.

Jorge Charum
Agosto 1990

ciales de este tipo de investigación el acceso a la comprensión de las formas de actividad en el campo de la tecnología, la explicación fundamentada de sus procesos; es a partir de la comprensión de estas formas de la actividad como se logra la reproducción, la adaptación e incluso la creación de nuevos resultados tecnológicos y de las innovaciones.

Indice

- A**
Acumulación de saberes,
Agremiación, 4
Apropiación, 14
 dimensión social de la, 14
- B**
Bases de datos
 criterios para la construcción de, 60
- C**
Calidad
 democracia de la, 2
 necesidad de la, 2
Ciencia moderna, 10
Comunidad
 científica, 4
 disciplinaria y cuasi-disciplinaria, 4
Conformación de una comunidad científica, 20
Conocimiento
 técnico, 11
 tecnológico, 12
Consolidación de una comunidad científica, 20
 e infraestructura básica, 21
 e investigación en problemas, 22
 y vida comunitaria, 21
- D**
Democratización, 1
Diálogo y traducción de intereses, 46
Diferenciación en el campo de la ciencia o de la tecnología, 7
Diversificación de programas, 7
 del número de programas, 4
 determinada por el mercado de trabajo, 7
Documentación
 la lectura y la escritura y la, 32
- E**
Evaluación crítica
 capacidad de, 7
- F**
Formación en el conocimiento tecnológico, 13
 y ciencias básicas, 13
 y la relación teoría-práctica, 13
Fundamentación principio de, 12
- H**
Hecho científico
 definición, 29
- I**
Identidad disciplinaria o profesional, 4
Indicadores estadísticos, 2
 exteriores, 2
 productividad de artículos como, 38
Institucionalización de la investigación en la universidad, 42
Institute for Scientific information, 48
Instrumento como construcción, 37
 equipos y teorías como, 31
Investigación formas específicas según el dominio, 59
 industrial, 62
 institucionalización de la, 37
 más desarrollo, 63
 y su utilidad, 58
Investigadores principales y secundarios, 54

- L**
 Laboratorio de investigación
 ampliado, 27, 35
 personal del, 30
 y medios financieros, 33
 restringido, 33
- M**
 Mainstream science, 50
 Modernización
 de un programa de estudios
 por extensión, 18
 de un programa de estudios
 por intensión,
- N**
 Normas comunicativas, 6
 Núcleo fundamental, 4
- O**
 Objeto tecnológico
 artefacto, 13
 relación de conocimiento con
 los, 61
 Orientaciones
 de la investigación, 44
- P**
 Política
 institucional,, 43
 Política
 pública,, 43
 Procesos de modernización
 en la industria, 61
 Programa de estudios, 6
 Proyectos
 elaboración de, 13
- R**
 Reconocimiento
 y aparición de jerarquías, 20
- S**
 Saberes
 complementariedad de, 29
 Science Citation Index, 48
- T**
 Técnica moderna
 tecnológica, 10
- Tecnología**
 concepto de, 9
 Transformaciones
 en la enseñanza y en la
 investigación, 3
- V**
 Visibilidad
 de la producción científica,,
 50

Bibliografía.

- Bernal, Hernando; "Metas cuantitativas de la educación superior", in Crisis de la educación superior, Fes-Icfes, Bogotá, 1986.
- Bowker, Geof; "L'essor de la recherche industrielle" in Serres, Michel (director de la edición), Eléments d'histoire des sciences, Bordas, Paris, 1989, pp. 469-491.
- Callon, Michel (bajo la dirección de); La science et ses réseaux, La découverte\conseil de l'Europe\Unesco, Paris, 1989.
- Charum, Jorge et al.; "Estructura y transformaciones de la enseñanza superior", Misión de Ciencia y tecnología-Universidad nacional, de próxima publicación.
- Charum, Jorge; "Sobre la tecnología y las exigencias para su desarrollo", Icfes, 1990, de próxima publicación.
- Charum, Jorge; "El conocimiento tecnológico y la formación", Universidad del Valle, 1990, de próxima publicación.
- Encuesta nacional de investigaciones en progreso, 1985-1987, Colciencias, 1990.
- Gaillard, Jacques; "La science du tiers monde est-elle visible?" in La recherche, No. 210, mayo 1989
- Koyré, Alexander; "Del mundo del 'más o menos' al universo de la precisión", Naturaleza, No. 4, 1986
- Latour, Bruno y Woolgar, Steve; La vie de laboratoire, La découverte\conseil de l'Europe\Unesco, Paris, 1988.
- Mayor, Alberto; "La industrialización colombiana y surgimiento de las profesiones", Universidad Nacional, mimeo, 1989.
- McLauchlan, Patricia; Indicadores comparativos de los resultados de la investigación científica y tecnológica en América latina, Documento de trabajo No. 2, Grade, Lima, 1988.
- Polanco, Xavier; "Une science-monde: la mondialisation de la science européenne et la création de traditions scientifiques locales" presentación a Naissance et développement de la science-monde, La découverte/conseil de l'europe/unesco, Varios autores, Paris, 1990.

Polanco, X. y Latour, B.; "A propos de l'histoire sociale des sciences: quelques remarques, le modèle de la rosace", in, Naissance et développement de la science-monde, La découverte/conseil de l'europe/unesco, Varios autores, Paris, 1990.

Ramírez, Alvaro y Retamoso, Clemente; Estudio sobre el estado de desarrollo e inserción social de la Ingeniería química en Colombia, documento elaborado para la Misión de ciencia y tecnología, Diciembre, 1989.

Ropohl, Günther; "La signification des concepts de 'technique' et 'technologie' dans la langue allemande", in De la technique a la technologie, Ediciones del CNRS, Paris, 1984.

Takahashi, Alonso; Estudios sobre el estado de desarrollo y de inserción social de las disciplinas y áreas del conocimiento. Matemáticas; documento para la Misión de ciencia y tecnología, Noviembre de 1989.

Viviescas, F.; "La arquitectura en Colombia: la profesión contra la disciplina", documento preparado para la Misión de ciencia y tecnología, de próxima publicación.

Velho, L. M.; Estudio inédito sobre indicadores.

Vessuri, H.; "La evaluación de la capacidad científica de América Latina ante el desafío de las nuevas tecnologías" in Acta Científica venezolana 37, 351-359, 1986.

PANEL SOBRE

"ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2.000"

9. PANEL SOBRE ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2.000

con este propósito fueron invitados los ingenieros Ernesto Guhl, Carlos Padada, Eugenio Torres, Francisco Javier Daza Lora y Jorge Sáez Inguera, a cargo del análisis en el momento como moderador el ingeniero Pedro Gutiérrez, Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Norte.

Ernesto Guhl (Barranquilla)

Ingeniero Civil de la Universidad de los Andes. Especializado en Transportes en la Universidad del Norte. Fue asimismo decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Norte. También fue decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes y consultor y

PANEL SOBRE

"ESTRATEGIAS EDUCATIVAS PARA LA INGENIERIA DEL AÑO 2.000"

En el desarrollo del II Foro de 1991, realizado en la Universidad del Norte-Barranquilla sobre "Estrategias Educativas para la Ingeniería del año 2000", se pretendió analizar y proponer las estrategias educativas para organizar los programas académicos de ingeniería del año 2000, con este propósito fueron invitados los ingenieros: Ernesto Guhl, Carlos Rodado,

Ernesto Lleras, Francisco Javier Daza Tovar y Jorge Báez Noguera, a

participar en un panel en el cual actuó como moderador el ingeniero Pedro Gutiérrez, Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Norte.

Ernesto Guhl Nannetti

Ingeniero Civil de la Universidad de Los Andes. Especializado en Transportes en la Universidad de Notre Dame. Actualmente se desempeña como Vicerrector de la Universidad de los Andes. También fue decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes y consultor y

profesor de la misma. Ejerció la presidencia de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, por varios años.

Carlos Rodado Noriega

Ingeniero Civil- Economista. Especializado en Economía en la Universidad de Chicago. Actual Gerente de Construcciones y Asesores Rodado y Quijano. Ha sido Ministro de Minas y Energía, Presidente de la Corporación de Ahorro y Vivienda Colpatría, Gerente del Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, Profesor de la Facultad de Economía de la Universidad en Los Andes y Profesor de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional.

Ernesto Lleras

Ingeniero Eléctrico de la Universidad de Los Andes, con Postgrado de la Universidad de Pensilvania. Actual profesor e investigador en la Universidad de Los Andes y Presidente de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas - ASIS.

Francisco Javier Doza Tovor

Ingeniero Civil de la Universidad Javeriana. Con especialización en Planeación y Desarrollo regional en Brasilia. Actualmente se desempeña como gobernador del Departamento de la Guajira. Ha ocupado los cargos de Director General en la Corporación de Desarrollo de la Guajira, Subdirector Técnico del Insfopal y Gerente de la Electrificadora de la Guajira.

Jorge Báez Noguera

Ingeniero Civil de la Universidad de Cartagena. Especializado en Ingeniería Sanitaria en el Instituto Tecnológico de Monterey de México. Actualmente se desempeña como Ingeniero Consultor, como Socio de la firma Ingeniería de Proyectos del Moro Ltda. y como Profesor catedrático Universitario. Entre sus cargos anteriores se destacan el de Gerente General de las Empresas Públicas Municipales de Barranquilla y el de Decano de la Facultad de Ingenierías en la Universidad del Norte.

REFLEXIONES Y RECOMENDACIONES DEL PANEL

De las intervenciones de los panelistas se destacan algunos aspectos generales sobre los cuales se basaron las reflexiones, que concluyeron en el planteamiento de algunas recomendaciones con miras a la definición de las estrategias educativas para la formación de los ingenieros del año 2.000.

Reflexiones Generales

Se consideraron vitales para el desarrollo de los programas de ingeniería los cuestionamientos acerca del tipo de profesionales, y de los áreas de la ingeniería que el país requiere, así como de las posibilidades de actualización que se pueden ofrecer para los profesionales del año 2.000. Existe una coincidencia en los planteamientos de los panelistas acerca de la estructura que deberían tener los planes de estudios de los programas, en el sentido de dar mayor importancia a las asignaturas de formación

básica, incluyendo a las matemáticas, la física y la química. El dominio de un segundo idioma (preferiblemente el inglés) y una mayor atención al área de la informática y al manejo de redes como BIG, NESET, ECO NEXT se consideró fundamental. De otra parte fué generalizada la opinión de que en los currículos se presenta escasa atención al área humanística y que hasta cierto punto los educandos desconocen el entorno social en el cual deben desempeñar su vida profesional.

Acerca de la investigación que se desarrolla en las instituciones oferentes de programas de ingeniería se opinó que era atomizada, que no responde a un ordenamiento de planes nacionales, y muchas veces sus resultados se pierden por no encontrar caminos de acción que permitan convertirlos en aportes sólidos al desarrollo de esta área del conocimiento.

También se vieron las necesidades de diferenciar los tipos de investigación que se están adelantando en el país y de tener en cuenta las vocaciones y posibilidades institucionales para señalar campos de acción, que permitieran una organización nacional al respecto.

De otra parte, entendiendo la investigación como actividad relacionada con

generación de conocimientos, por lograr especialmente mediante los estudios de postgrado y en particular de doctorados que no hay en el país, para ingenierías; se advirtió la urgencia de establecerlos pero con altos niveles de calidad, que además de lo estrictamente técnico incluyeran aspectos como la pedagogía, la sensibilidad social y la responsabilidad ambiental.

El por qué de la mortalidad académica y la alta deserción que es del orden del 50%, lo que se considera un desperdicio social alarmante de los programas de ingeniería, es otro punto indispensable para analizar, y lo que es más importante aún, se debe subsanar esta situación por que el país requiere de estos profesionales, que se quedan en el proceso de formación sin lograr alcanzar la meta.

Se reflexionó también sobre la formación de los futuros ingenieros como empleados o como empleadores, recordando que el ser humano fué primero trabajador independiente y después se convirtió en asalariado en la revolución industrial cuando se crearon las fabricas con usufructo de bienes y capital para algunas personas. Se consideró la falta de una formación empresarial un factor limitante del desarrollo nacional y de los mismos ingresos individuales del ingeniero empleado.

Los **estrategias para reducir la mortalidad y la deserción no se deben manejar en términos de desmejorar la calidad, sino entre otros a través de cursos de nivelación y de fomento de un cambio de actitud tanto en los profesores como en los estudiantes para estimular la excelencia y la creatividad.**

La **investigación se debe coordinar entre las diferentes facultades, a partir de las ventajas comparativas que tienen. También es indispensable jalonar la producción de conocimientos mediante la creación de doctorado de alto nivel de calidad y con atención a la pedagogía, a la sensibilidad social y a la responsabilidad ambiental.**

Se **recomienda también replantear el matiz caritativo que se le ha dado a la financiación de la investigación, teniendo en cuenta que la investigación debe ser competitiva, ya que así le permite a la empresa renovarse tecnológicamente.**



Recomendaciones

Tomando como referencia los aspectos identificados sobre los que se realizaron las reflexiones de las diferentes intervenciones, en éste aparte se enunciarán las sugerencias o recomendaciones presentadas por los panelistas.

En relación con los planes de estudios se requiere buscar mayor profundización en las asignaturas básicas, las cuales deberían formar parte de los contenidos generales de las ingenierías en sus diferentes especialidades; de tal manera que permitan a los estudiantes estar formados para la solución de los problemas que les planteen los rápidos cambios del medio social y tecnológico, en el futuro desempeño laboral.

Los contenidos de las áreas socio-humanísticas deben ser incrementados, e inclusive se propone incluir una práctica social como prerrequisito de graduación para el ingeniero. También se recomienda dar mucho más importancia en los currículos al manejo del inglés y de la informática.

Se propone generar una revolución del sistema educativo y en particular de las facultades de ingeniería en términos de reorientar los currículos para generar en los estudiantes una mentalidad empresarial que en lugar de plantear sus metas laborales como asalariados perpetuos, se conviertan en un aporte al desarrollo nacional, a través del establecimiento de sus propias empresas.

También se requiere buscar estrategias que permitan aunar esfuerzos interinstitucionales encaminados a la capacitación y a la actualización de los docentes de la ingeniería, lo cual permitiría grandes logros en este campo y es otra de las acciones prioritarias que se debe emprender.

Se debe incluir, en la formación del ingeniero del futuro, capacitación para el manejo industrial de los recursos naturales que se puedan extraer, acompañando esta formación de conocimientos de mercadeo que permitan la consecución de valores agregados, de acuerdo con los requisitos internacionales y con la debida ética social y ambiental.

Se propone generar una revolución del sistema educativo y en particular de las facultades de ingeniería en términos de reorientar los currículos para generar en los estudiantes una mentalidad empresarial que en lugar de plantear sus metas laborales como asalariados perpetuos, se conviertan en un aporte al desarrollo nacional, a través del establecimiento de sus propias empresas.

También se requiere buscar estrategias que permitan aunar esfuerzos interinstitucionales encaminados a la capacitación y a la actualización de los docentes de la ingeniería, lo cual permitiría grandes logros en este campo y es otra de las acciones prioritarias que se debe emprender.

Se debe incluir, en la formación del ingeniero del futuro, capacitación para el manejo industrial de los recursos naturales que se puedan extraer, acompañando esta formación de conocimientos de mercadeo que permitan la consecución de valores agregados, de acuerdo con los requisitos internacionales y con la debida ética social y ambiental.

Los programas de educación continuada deben ser acciones institucionalizadas y permanentes en las facultades de ingeniería y deben tener en cuenta los desafíos que plantea el desarrollo nacional y el regional.

Teniendo en cuenta la política de descentralización que el gobierno viene implementando, se le impone a la ingeniería la responsabilidad de participar más activamente en el cambio socio-económico del país.



LISTA DE ASISTENTES

ESCUELA REAL DE CADETES

CORPORACION TECNOLÓGICA DE BOGOTÁ

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
Director Académico
Director Programas de Ingeniería

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
Decano Facultad Ingeniería Civil
David Arias
Enrique Parra

ANEXO : LISTA DE ASISTENTES

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

Decano Facultad de Ingeniería

CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA - EUC

Decano Facultad Ingeniería Civil

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE

Decano División Ingeniería

UNIVERSIDAD CATOLICA DE BOGOTÁ

Decano Facultad Ingeniería Civil

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Decano Academia Facultad de Ingeniería

LISTA DE ASISTENTES

CORPORACION TECNOLOGICA DE BOLIVAR

Oscar Cortés	Profesor
Luis Majana	Director Académico
Luis E. Rueda R.	Director Programa Ing. Eléctrica

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

John Elkin Geithener	Decano Facultad Ingeniería Civil
----------------------	----------------------------------

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

Eduardo Triana	Decano Facultad Ingeniería Sistemas
----------------	-------------------------------------

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

Gustavo Granados	Decano Facultad de Ingeniería
------------------	-------------------------------

CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA - CUC

Manuel Alarcón Badillo	Decano Facultad Ingeniería Civil
------------------------	----------------------------------

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE

Sigifredo Satizabal	Decano División Ingeniería
---------------------	----------------------------

UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA

Aurelio Manotas Morales	Decano Facultad Ing. Industrial
-------------------------	---------------------------------

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

Alvaro González	S.J. Decano del Medio Universitario
Jaime Bateman	Decano Académico Facultad de Ing.

ESCUELA NAVAL DE CADETES

Cap. Manuel Guillermo Rincón

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

José del Carmen Suárez

UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO

Roberto Chalita

Juan Santos Charris

David Iriarte

Graciela Parra

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

Rafael Madrid

Arnaldo Araujo

UNIVERSIDAD DEL VALLE

Ivan Ramos

Guillermo Rodriguez

UNIVERSIDAD DEL QUINDIO

Alfredo Murillo

MEMBROS CONSEJO DIRECTIVO

Decano Facultad Ing. Naval

Decano Facultad de Ingeniería

Decano Facultad de Ingenierías

Profesor

Profesor

Profesor



MANOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A.

Alberto Guzmán Sepulveda

Alvaro Mendoza

Decano Facultad Ingeniería Civil

LISTA DE ASISTENTES

MIEMBROS CONSEJO DIRECTIVO

- Ing. Guillermo Sánchez Bolívar Universidad Nacional de Colombia
- Ing. Pedro Gutierrez Visbal Fundación Universidad del Norte
- Ing. Ernesto Guhl Nannetti Universidad de Los Andes
- Ing. Jaime Bateman Durán Pontificia Universidad Javeriana
- Ing. Manuel Eljaiek Garcia Universidad de Cartagena
- Ing. silvio Delvasto Arjona Universidad del Valle
- Ing. Javier Santacruz Guzmán Fundación Universidad de América
- Ing. Miguel Mejia Sastoque Universidad de La Salle

Edoardo Triana UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

UNIVERSIDAD NIEVA GRANADA Rafael Madrid

Gustavo Granados Amalio Acuña

CORPORACION UNIVERSITARIA DE LA COSTA - CUC UNIVERSIDAD DEL VALLE

Humberto Alvarado Decano Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE UNIVERSIDAD DEL QUINDIO

Alfredo Martínez Decano Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA MANDEROS COLOMBO VENTURA

Alvaro Gómez Decano Facultad de Ingeniería

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA Alvaro Rendón

Alvaro González Decano Facultad de Ingeniería

Jaime Bateman Decano Académico Facultad de Ing.