ACOFI

ASOCIACION
COLOMBIANA
DE FACULTADES
DE INGENIERIA

XIV REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA

Educación para la ingeniería del siglo XXI

Universidad del Valle

Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

XIV REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA

Educación para la ingeniería del siglo XXI

ACOFI

ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA

M F N № - 0 0 3 5
PACOF 35
ACOFI 24 JUN. 1997
Centro de Documentación
Universidad del Valle

Santiago de Cali
Noviembre 23, 24 y 25 de 1994

PACOF 35-1997/Mayo.

© ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERIA - ACOFI
Carrera 50 No. 27-70 Bloque C Oficinas 7-301-303
Apartado Aéreo 59285
Teléfono: 2215438 Fax: 2218826
E-mail: acofi@unisis.campus.unal.edu.co
E-mail: acofi@hemeroteca.icfes.gov.co
Santafé de Bogotá, D.C.
Mayo 1996

JUNTA DIRECTIVA

Presidente:	Ing. Eduardo Silva Sánchez Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito"
Vicepresidente:	Ing. Silvio Delvasto Arjona - Universidad del Valle
	Ing. Pedro Gutíerrez Visbal - Universidad del Norte
	Ing. Daniel Vega Puentes - Corporación Universitaria Autónoma de Occidente
	Ing.Arnold Araujo Altamiranda - Universidad de Cartagena
	Ing. Jorge Ignacio Vélez Múnera - Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá
	Ing. Fabio Regueros Chosnek - Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
	Ing. José Tiberio Hernández - Universidad de los Andes
	Ing. Eugenio Betancurt Escobar - Universidad Pontificia Bolivariana
	Ing. Manuel Ricardo Ruiz Romero - Universidad La Gran Colombia
Director Ejecutivo:	Ing. Jaime Salazar Contreras

UNIVERSIDAD DEL VALLE

Decano:	Dr. Silvio Delvasto Arjon
Vicedecano curricular de la Facultad de Ingeniería:	Dr. Iván Ramos C.
Vicedecano de docencia U. del Valle	Dr. Guillermo Rodríguez
Educación Continuada	Comunicadora María del Rosario Cifuentes

Diagramación: SEFI - Servicios Editoriales Facultad de Ingeniería
Edición: Financiación por el ICFES
Impresión: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-
SEFI - Ciudad universitaria - Meléndez - Santiago de Cali, enero 1996
Edificio 341 - Facultad de Ingeniería - Vicedecanatura de Extensión y Desarrollo
Telefax: (92) 3315280 - 3315281 - 3315282

Las opiniones expresadas en esta publicación son independientes y no reflejan, necesariamente, las de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-. Se permite reproducir el material publicado siempre que se reconozca la fuente.

CONTENIDO

	Página
Presentación	i
Ideas sobre la enseñanza de la Ingeniería en el Siglo XXI ..... **Angel Zapata**	1
Seminario: Educación para la Ingeniería del Siglo XXI la formación y los componentes del currículo ..... **Mario Díaz Villa**	19
Las redes telemáticas ..... **María Fernanda Trujillo**	31
La estructura curricular de los planes de estudio de Ingeniería en la Universidad del Valle y una visión prospectiva del currículo ..... **Iván Enrique Ramos Calderón**	35

Escenario tecnológico del año 2020 57
Carlos E. Oliveros T.

Las relaciones entre la ciencia y las tecnologías aplicadas en el año 2020 ... 85
Eduardo Posada

Panel:
La Educación para la Ingeniería del Siglo XXI 105

Conclusiones de las comisiones
Comisión I
El currículo 137
Moderador: **Gianfranco Mazzanti**
Relator: **Oscar F. Agredo S.**

Comisión II
Vinculación Universidad - entorno 141
Moderador: **Gonzalo Duque Escobar**
Relator: **Gonzalo Pérez Buitrago**

Comisión III
La investigación en Ingeniería 147
Moderador y Relator: **Eugenio Betancourt E.**

Viernes 25 de noviembre

8:30 Demostración de sistemas multimedia

9:15 *Escenario tecnológico del año 2020*
DR. CARLOS OLIVEROS. Investigador Cenicafé

10:00 La relación entre la ciencia y las tecnologías aplicadas en el escenario del año 2020
DR. EDUARDO POSADA. Presidente de ACAC

10:45 Café

11:00 Trabajo por comisiones

12:00 Receso para almorzar

2:00 Preparación de informes por comisiones

2:45 Panel: *«La educación para la ingeniería del Siglo XXI»*
Panelistas:
Jaime E. Galarza S., Rector U. del Valle
Conferencistas
Empresario
Delegado ICFES

4:30 Café

4:45 Preparación de informes por comisiones y conclusiones. Cada comisión designará un representante, para que presente a la plenaria las conclusiones y recomenda ciones de la comisión.

5:30 Clausura

6:00 Copa de vino

CONFERENCISTAS

Nombre . ZAPATA ANGEL
Universidad . UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dirección . Cr. 25 #3 - 06
Teléfono : 5574321
Ciudad : CALI

Nombre . DIAZ VILLA MARIO
Universidad . UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dirección : A.A. 25360
Teléfono : 3398520
Ciudad : CALI

Nombre : TRUJILLO MARIA FERNANDA
Universidad : UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dirección . A.A.25360
Teléfono : 3301576
Ciudad : CALI

Nombre : BAÑON JOSE
Universidad : UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dirección : A.A. 25360
Teléfono : 3392355
Ciudad . CALI

Nombre . GAMESS ERICK
Universidad : UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dirección : A.A 25360
Teléfono : 3392355
Ciudad : CALI

Nombre . RAMOS CALDERON JVAN
Universidad : UNIV. DEL VALLE
Dirección : A.A. 25360
Teléfono . 3392460
Ciudad . CALI

Nombre DONNEYS CARLOS
Universidad : DEL VALLE
Dirección . A. 25360
Teléfono : 3308099
Ciudad CALI

B. Conocer los avances tecnológicos en materia de Redes Telemáticas y Multimedia y comprender sus posibilidades como instrumentos de información y como herramientas para el desarrollo profesional.

C. Derivar acciones para:

- El desarrolo curricular de los planes de estudio en el país teniendo en la cuenta las exigencias de acreditación.
- El establecimiento y potenciamiento de las relaciones Universidad-Empresa como uno de los factores determinantes de la universidad del futuro y por consiguiente de la formación de sus profesionales y particularmente de los ingenieros.
- El desarrollo profesional sobre la base de la investigación para lograr la formación de profesionales con pensamiento creativo y capaces de crear e impulsar empresas innovadoras.

d. Contribuir a la reflexión universitaria acerca de la ingeniería como profesión y como disciplina.

PROGRAMACION

Miércoles 23 de noviembre

8:30 Inscripciones

10:15 Instalación
DR. JAIME GALARZA S.
Rector Universidad del Valle
DR. JAIME NIÑO DÍAZ
Director ICFES

10:45 Café

11:00 *La Ingeniería del Siglo XXI, año 2020, desde una perspectiva histórica.*
DR. ANGEL ZAPATA.
Profesor Universidad del Valle

11:45 Organización de las comisiones de trabajo sobre la base de *La formación del ingeniero para el Siglo XXI*
Comisión I *El currículo*
Comisión II *La vinculación Universidad- Entorno*
Comisión III *La investigación*

12:00 Receso para almorzar

2:00 *La formación y los componentes del currículo*
Dr. Mario Díaz V.
Director Académico Curricular de la Universidad del Valle
2:45 Café

3:00 Trabajo por comisiones
3:45 *Las redes telemáticas*
Dra. María Fernanda Trujillo
Centro de Servicios de Información

Jueves 24 de noviembre

8:30 *La Multimedia: Hipertexto/hipermedia*
Dr. Josef Bañón
Dpto. de ciencias de la Computación

9:15 *Viaje a través de Internet*
Dr. Eric Gamess.
Dpto. de Ciencias de la Computación

10:00 *La estructura curricular de los Planes de Estudio de Ingeniería en la Universidad del Valle y una visión prospectiva del currículo*
Dr. Iván Ramos C.
Vicedecano Curricular de la F.de Ingeniería
10:45 Café

11:00 Trabajo por comisiones
12:15 Receso para almorzar

2:00 *El sistema de teleconferencia*
Dr. Carlos Donneys
Dpto. de Ciencias de la Computación
3:00 Asamblea de ACOFI
4:00 Café

Nombre	:	OLIVEROS CARLOS
Universidad	:	CENICAFE
Dirección	:	
Teléfono	:	(968)506630-505550 FAX 504723
Ciudad	:	CHINCHINA

Nombre	:	ARBOLEDA LUIS CARLOS
Universidad	:	UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dirección	:	A.A. 25360
Teléfono	:	3398534
Ciudad	:	CALI

COORDINADORES DEL EVENTO

Nombre	:	SILVIO DELVASTO ARJONA
Universidad	:	UNIVERSIDAD DEL VALLE
Dirección	:	A.A. 25360
Teléfono	:	3398534
Ciudad	:	CALI

Nombre	:	JAIME SALAZAR CONTRERAS
Universidad	:	ACOFI
Dirección	:	
Teléfono	:	912218826
Ciudad	:	BOGOTA

HOJAS DE VIDA

1. **Eduardo Posada**
   - Físico, doctor en Ciencias
   - Universidad de Lovaina, Suiza
   - Profesor Universidad Nacional
   - Director CIF (Centro Internacional de Física)
   - Presidente ACAC (Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia).
   - Uno de los 7 miembros de la Misión de Ciencias y Educación
   - Miembro de los Comités de Tecnología y de Recursos Humanos del Consejo Nacional de Competitividad.

2. **Luis Edmundo Astorquiza**
   - Grupo de Investigación en Multimedios
   - Universidad Javeriana
   - Director Departamento Informática en Salud
   - Facultad de Salud
   - Universidad del Valle.

3. **José Bañón**
   - Universidad Complutense - Físico
   - Doctor Universidad París VI, Física
   - Profesor, Universidad de Stanford, USA
   - Consultor Internacional en Informática Educativa Fundación Omar Dengo de Costa Rica
   - Profesor, Departamento de Ciencias de la Computación (Robótica), Facultad Universidad del Valle.

4. **Eric Gamess**
   - Ingeniero en Informática y Automática de Insa Toulouse, Francia
   - Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas
   - Postgrado D.E.A. Insa Toulouse en Informática Industrial
   - Profesor, Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle.

5. **Iván Enrique Ramose Calderón**
   - Ingeniero Electricista
   - Universidad del Valle
   - Magister en Informática Técnica E.P.F.L.
   - Magister en Dirección Universitaria, Universidad de los Andes
   - Profesor Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería
   - Vicedecano Curricular, Facultad de Ingeniería
   - Director del Programa de Relaciones Universidad-Industria.

PROGRAMA XIV REUNION NACIONAL DE FACULTADES DE INGENIERIA

PRESENTACION

Nos encontramos a escasos cinco años de iniciar el Siglo XXI y el tercer milenio de la civilización actual lo cual significa, entre otros, que los bachilleres que ingresen en 1995 serán los primeros egresados del próximo siglo y veinte años más tarde, serán quienes tendrán la responsabilidad de dirigir el país.

Pensadores, entre quienes podemos nombrar a Paul Kennedy y Alvin Toffler, se han preocupado en anticipar cómo serán los escenarios dominantes del próximo siglo y ambos coinciden en que éstos estarán determinados por las tecnologías de la información y las ingenierías dominantes serán aquellas que hayan logrado incorporar mayor cantidad de estas tecnologías. Serán importantes por ejemplo: la Biotecnología, los Biosensores, la Automatización, el Procesamiento de la Imagen y la Robótica. La revolución informática cambiará para siempre la manera en que la gente

trabaja, compra y se relaciona, es la revolución digital a la cual hace referencia Toffler en su último libro, *Las guerras del futuro.*
Esta revolución, que marcara la vida del próximo Siglo o por lo menos su primer cuarto, conduce necesariamente a las denominadas «Infovías» o «Superautopistas de información» siendo Internet el paradigma. Son supercarreteras que trascienden las fronteras y permiten la comunicación en «tiempo real» entre varios puntos alejados no importa dónde en el planeta.

Otra característica de esta revolución digital dominante en este futuro próximo es la Multimedia, es decir, la integración de datos, voz, texto y gráficos. Hasta hace muy poco estas tres formas de información se procesaban separadamente pero en la medida en que fue posible su digitalización, se hizo factible su integración. Hoy dos profesionales, en diferentes puntos del planeta, pueden intercambiar a la velocidad de la luz documentos que contienen estas cuatro formas de información.

El profesional y el educador de la ingeniería no estarán ajenos a estos desarrollos y deberán desempeñarse en un ambiente dominado por las tecnologías de la información las cuales les serán completamente transparentes. La educación para la ingeniería del Siglo XXI tendrá que contemplar estos aspectos como determinantes en la forma de aprender del futuro profesional y también como herramientas fundamentales para el desempeño profesional.

OBJETIVOS

Los objetivos que la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI se ha fijado como resultado de la reflexión y trabajo de esta reunión anual son los siguientes:

A. Explorar los campos de desarrollo de la Ingeniería y los escenarios en que la profesión se debe desenvolver en el futuro, con el propósito de que esto contribuya a una mejor formación del ingeniero y por ende una mejor inserción de éste en la sociedad.

6. **Carlos Donney Tovar** .
   - Matemático
   - M.Sc. Informática Industrial y de Sistemas, Universidad del Valle
   - Profesor Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle
   - Director Especialización en Sistemas de Información
   - Director proyecto de Teleconferencia.

7. **Mario Díaz**
   - Licenciado en Educación
   - Magister en Linguística, Universidad del Valle
   - Ph. D. Sociología de la Educación
   - Profesor Universidad del Valle
   - Director Académico Curricular, Universidad del Valle.

8. **María Fernanda Trujillo**
   - Ingeniera Industrial, Universidad del Valle, 1989
   - M.Sc. Inteligencia Artificial, Universidad de Edimburgo (Escocia)
   - Directora del Centro de Servicios de Información, Universidad del Valle

ACOFI
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

ACOFI
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

IDEAS SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA EN EL SIGLO 21

Para JUAN CRISTÓBAL ROMERO R.
Ingeniero que conoce muy bien el tema de este artículo.
ANGEL ZAPATA C.

EL PUNTO DE PARTIDA

Cada siglo hereda de los siglos anteriores, conocimientos científicos, teorías filosóficas, aplicaciones técnicas y muchos problemas que fueron previstos pero no alcanzaron a ser solucionados. En esta carrera de relevos, cada campo va dejando una secuela de dudas, de posibilidades abiertas por los mismos progresos anteriores, de tesis no suficientemente probadas que, prontamente, se constituyen en los objetos de la nueva ciencia. El progreso continúa. La ciencia, la filosofía y la técnica ensanchan sus fronteras, y la Historia de la Cultura le agrega muchos volúmenes a su interminable colección en cada siglo.

Como esta exposición se ocupará propiamente de la ingeniería, es conveniente buscar sus puntos de origen. A partir de la Revolución científica del siglo XVII, la Revolución Newtoniana, la ciencia

y parcialmente la tecnología, aceleraron su desarrollo, hasta el punto que a fines del siglo XIX, la ciencia y la tecnología Newtoniana dominaban el mundo. Nos basta con observar el espectro de las ciencias fundamentales para la ingeniería por esas fechas: La Mecánica de Newton, había pasado por las manos de Euler, de Lagrange y de Hamilton, y se ofrecía a los científicos y a los ingenieros, como una ciencia acabada, y de esas fuentes, con mayor o menor intensidad, bebían los ingenieros. Hacia 1.895, por citar una fecha, la Electricidad, estaba sintetizado su inmenso campo en el desarrollo de la primera planta de generación de electricidad por método hidráulico, en el proyecto de Eddison. Además, Maxwell había producido su «Tratado de Electricidad y Magnetismo», síntesis de toda la electricidad del siglo XIX, etc. La Termodinámica, era por entonces una ciencia acabada, gracias a los geniales esfuerzos de S. Carnot, de Joule, de Clausius y W. Gibbs, La Transferencia de Calor, se fundamentaba por entonces, como hoy, en el trabajo de Fourier sobre conducción, y en la ley de J. Estefan sobre la radiación. La Hidráulica, venía desde el clásico estudio de Arquímedes, pasando por Pascal, J. Bernoulli, Euler, Lagrange, hasta Stokes, etc.

Los Filósofos de la ciencia, al analizar epistemológicamente los aportes y significados de todas estas ciencias, concluyen sin vacilación, que todos son ciencias Newtonianas. Porque todas sus variables tienen un origen en posición, fuerzas, momentos, energías y tiempo, que son las variables de Newton.

Ahora bien, todos los ingenieros formados en nuestro siglo XX, hasta tiempos muy recientes, fuimos formados en la ciencia clásica, es decir, la que acabamos de mencionar. Para nosotros no hubo la menor alusión a la existencia de la ciencia del siglo XX. Quiero decir que en la mayoría de las asignaturas de nuestra carrera, escuchamos hablar jamás, en forma didáctica y como una verdadera posibilidad, de Mecánica Cuántica, de Relatividad, de los avances sobre la estructura de la materia, etc. Reconozcamos que fuimos formados en la filosofía de Newton, sin comprender, con alguna claridad, un concepto como el de cuantificación de la energía.

Miremos de cerca lo que fue nuestra formación: En los primeros años, todo fue un vórtice de problemas de Física y Matemática, de problemas cerrados, de respuesta única -como lo ha destacado nuestro colega Ph.D. Mario Llano Restrepo-. Eran problemas que enfatizaban la importancia de una respuesta numérica, cuya mayor exigencia estaba en la exactitud de las dimensiones físicas y su valor numérico hasta la tercera cifra decimal. Después venían las materias prácticas: problemas térmicos o termodinámicos, teóricos o prácticos, sin oportunidad de pensar un modelo, sino buscando en la memoria, la ecuación apropiada para darles solución. El ejercicio de pensar, el intento por inventar una generalización, estaban prohibidos ante la urgencia de hacer el mayor número de ejercicios. ¿Cuál fue nuestro grado de comprensión de los conceptos incorporados en las fórmulas usadas? ¿Por qué, después de 100 años de ingeniería en nuestro país, hemos resultado todos tan estériles para alcanzar su descubrimiento de valor, un pequeño principio nuevo y útil para la ciencia o la técnica? Da pena hablar así, pero ante la realidad, es más sabio reconocerlo que olvidarlo. La verdad es que así nos formamos. Así buscamos un campo de ejercicio profesional, muchas veces fatigoso, rutinario, sin saber nada sobre las rutas de la ciencia, ni hacia dónde iba la tecnología.

Pero, de pronto, más o menos hacia 1950, empezó a aparecer la revolución tecnológica de nuestro siglo. Primero fue la gran revolución instrumental en todos los campos, tal vez como una consecuencia de los esfuerzos bélicos al terminar la segunda guerra mundial: aparecieron los detectores de ondas electromagnéticas, detectores perfeccionados de impulsos eléctricos; detectores de minerales desde el espacio, los instrumentos eléctricos de control de proceso, la reducción de los tamaños de los equipos de producción industrial, y, de pronto, nos invadió la electrónica, la microelectrónica, los transistores, rápidamente los computadores, las técnicas de simulación, etc. Hoy a cinco años de concluir el siglo XX, estamos sumergidos en la automatización y en la robótica, en los métodos más sofisticados de las comunicaciones, con cámaras

de luz infrarroja minúsculas, espectrofotometría molecular, rayos Láser para medir distancias interplanetarias, rayos Láser para operaciones quirúrgicas, espectroscopía de resonancia magnética nuclear, para diagnósticos de enfermedades, luz homogénea para trasportar imágenes... y el mundo se nos cambió en 40 años, con el pesar y la nostalgia de los ingenieros, que ni siquiera alcanzamos a comprender tantos progresos.

Hagamos un alto en este momento, y pensemos un poco en las consecuencias de estos desarrollos, para un país subdesarrollado.

El primer efecto es de deslumbramiento. Es una admiración primitiva. Algo que se ubica en la franja de lo milagroso. Para el hombre común, todo es ciencia. Nadie quiere entender que solamente se trata de aplicaciones, muchas veces elementales, de principios, leyes o teorías científicas, que fueron enunciadas desde época newtoniana, o son leyes enunciadas en la ciencia del siglo XX.

Pero para el hombre común, ese que camina con un radio transistor pegado al oído, escuchando salsa, un cohete de los que transportan hombres al espacio, se le convierte en ciencia. Esto no es asunto grave, si no es el ingeniero el que lo acepta también. Sin embargo, las consecuencias pueden ser graves, porque pueden significar: (a) que no hay diferencia entre la ciencia y la tecnología; (b) que el concepto de interfase entre las dos actividades no existe; (c) que es indiferente que los ingenieros olviden o desconozcan los primeros de las ciencias, si conservan unos saberes mecánicos que les proveyó su formación profesional; (d) que siempre estaremos dispuestos a pagar altas regalías por un artefacto o un instrumento, porque no podemos descubrir la diferencia entre un principio científico y cualquier envase que lo oculte; (e) que nuestro subdesarrollo reside en otra parte, y no en nuestra incapacidad para distinguir la interfase, etc. A estas situaciones nos conduce el actuar como «el hombre del transistor».

Permítaseme insistir un poco más en este asunto. Cuando se habla de ciencia, se piensa en principios, en leyes y en teorías que sintetizan investigaciones profundas sobre la forma más probable

como se comporta el mundo físico. Se trata de un conocimiento lógico y racional, verificado por el sólo pensamiento lógico, o mediante unos experimentos verificados, contrastados muchas veces y ajustados a una realidad que siempre los verifica. La ciencia es la más alta expresión inteligencia humana, y su progreso señala el nivel de nuestra propia evolución.

La tecnología es otra cosa. Esencialmente es una aplicación de uno o varios principios o leyes científicas, en la construcción de algún aparato, con fines de utilidad. Es una aplicación, y hablando en terminología de ingenieros, es como la primera derivada de la ciencia. Pero, en ningún caso, una «imagen especular de la ciencia», como afirman algunos epistemólogos de la tecnología. ¿Por qué? Veamos esto: (a) La tecnología nace de una curiosidad científica sino, casi siempre, de una necesidad inmediata. (b) El producto de la tecnología puede ser, y a menudo lo es, transitorio. Puede llegar a ser hábil y perfeccionable y también puede «pasar», como una moda. (c) Ninguna ley científica se agota en su aplica-ción. Esta puede desaparecer, mientras la ley perdura para nuevas aplicaciones. Es verdad, por supuesto, que muchas teorías científicas han sido desplazadas por nuevas teorías, pero esto no significa lo mismo, porque de una teoría desplazada en le campo científico, siempre permanece la naturaleza de su primera inspira-ción.

La relación que tienen las ideas anteriores con el tema de esta conferencia, espero que sea obvia: Quiero decir que la formación de un ingeniero en el futuro, debe estar más cerca de la ciencia que de la tecnología.

LA CIENCIA, COMO CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Todo parece indicar que nuestra propia incapacidad de crear ciencia y ser originales, tanto en el campo de la ciencia como el de la tecnología, radica en el nivel de comprensión de las leyes y teorías científicas. El grado de comprensión de un concepto

científico, no depende del número de veces que lo repitamos. Más bien, parece depender de la fortaleza con que el nuevo concepto entre a formar parte de nuestra conciencia cognitiva. Un concepto que no se afianza en nuestra conciencia. Que no encuentra otros conceptos similares con los que se pueda relacionar, es decir, nociones ya acomodadas en nuestro substrato cognitivo, no puede hacer parte activa y útil en nuestra inteligencia. Nuestros bachilleres repiten que el átomo, en el modelo de N. Bohr, por ejemplo, está formado por electrones, protones y neutrones; esto le repiten como loros, ¿pero se hacen preguntas inteligentes acerca de este modelo? En algún momento quieren saber cosas como: ¿Cuáles fuerzas mantienen en equilibrio esas partículas? ¿Cuál es la verdadera diferencia entre ellas? ¿Piensan en la existencia de fuerzas repulsivas o atractivas en su interior? ¿Piensan en la magnitud de tales fuerzas?, etc. Sucede que ningún concepto científico es una noción aislada, que se recuerda como las palabras de un diccionario. Todo concepto científico trabaja encadenado a otros, y mientras mayores relaciones podamos establecer con él, mayor es su arraigo y mayor nuestra comprensión de él. La comprensión es un proceso de asimilación. Esto no los vienen repitiendo los psicólogos del conocimiento, pero por un oído nos entra y por el otro nos sale. Sucede, hablando desde el punto de vista psicológico, que la conciencia de un alumno de primer año de ingeniería,por ejemplo, es un campo muy rico en conceptos, en nociones, en experiencias, en imágenes y que es muy posible que cualquier nuevo concepto científico que queramos fijar en esa conciencia, puede encontrar mucha compañía. Las nociones de relación, semejanza, contraposición, identidad y tantas más, no parece tan difícil de despertarlas. Pero si el profesor no es capaz de despertarlas, si las exposiciones son formas más o menos veladas de repeticiones nemotécnicas, parece imposible reconocer este recurso.

La ciencia no es un catálogo infinitos de principios. Recordemos: Hay una ley de la conservación de la masa, que después del aporte de Einstein, es la misma ley de la conservación de la energía. Hay una sola ley de la entropía, que después de la interpretación de

L. Boltzmann, es la misma ley del orden y del desorden en la naturaleza. Hay una ley de atracción universal de Newton,que después de la teoría general de la relatividad, es una singularidad de la geometría de cuatro dimensiones. Hay una ley de transferencia genética, que después del descubrimiento del DNA, se redujo al comportamiento de una sola molécula, etc.

Las leyes científicas son relaciones entre conceptos, establecidos por la investigación. Todo lo que hacemos es parafrasear tales conceptos. Por lo tanto, si somos capases de comprender los conceptos, entonces estamos en la vía de comprender y servirnos de la ciencia.

Las mismas grandes teorías científicas pueden ser sintetizadas en sus leyes fundamentales; lo que nos resta es comprender los conceptos enunciados en tales leyes .
Veamos tres ejemplos:

Ejemplo No.1. Las leyes de la dinámica de Newton

A_1 «Todos los cuerpos preservan en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, salvo que se vean forzados a cambiar ese estado por fuerzas impresas».

B_1 «El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y se hace en la dirección de la línea recta en la que se imprime esa fuerza».

C_1 «Para toda acción hay siempre una reacción opuesta o igual. Las acciones recíprocas de dos cuerpos entre sí son siempre iguales y dirigidas hacia partes contrarias». (I. Newton. Principia).

Ejemplo No. 2. Las leyes de la termodinámica

A_2 «El cambio de energía de un sistema durante cualquier transformación, es igual a la cantidad de energía que el sistema recibe desde sus alrededores». (E. Fermi, Thermodynamics).

B_2 «Una transformación cuyo único resultado final es transformar en trabajo el calor extraído de una fuente que está a la misma temperatura uniforme, es imposible». (Lord Kelvin, citado por Max Planck en Thermodynamics).

Ejemplo No. 3. Las leyes de la mecánica cuántica

A_3 «Las posibles funciones de estado,*** , de un sistema, están dadas por las soluciones de la ecuación diferencial,donde H es el operador Hamiltoniano de energía del sistema».

B_3 «Los únicos posibles valores que se pueden observar para una variable dinámica en un ensamble de sistemas son los valores propios, G , en la ecuación donde a es el operador de la variable y ø es cualquier función propia bien comparada de a».

C_3 «Cuando se obtiene un gran número de mediciones de cualquier variable dinámica en un ensamble de sistemas cuya función de estado es , el resultado promedio es, donde a es el operador para la variable dinámica medida, *,es la conjugada compleja de la; y t es el espacio de configuración». (Walter Kauzmann, Quantum Chemistry).

Cuando decimos que nuestro trabajo es el de parafrasear los conceptos de la ciencia, nos estamos refiriendo, al más profundo significado de tales conceptos. No se trata de parafrasear los mismos axiomas, sino profundizar y alcanzar conclusiones de los hechos que la ley expone. Newton, por ejemplo, fue capaz de aclarar sus leyes, en una instancia, con ejemplos sencillos, como aquél con el que explica su tercera ley, con el caso del caballo que hala una piedra mediante una cuerda, pero no todas las leyes son así de fáciles de explicar. Las leyes de la mecánica Cuántica son más profundas y elaboradas. Veámoslo:

La tercera ley, por ejemplo, lo que dice es que si nosotros hemos obtenido un gran número de mediciones de cualquier variable

dinámica, entonces, el valor utilizable de tales medidas, es el promedio estadístico de las mediciones de la variable dinámica en cuestión. Pero preguntémonos: ¿Cuales son las variables dinámicas de la mecánica Cuántica? Esta pregunta nos plantea el problema de conocer cuáles son las incógnitas, por así decirlo, en la nueva mecánica... Si se trata de «una mecánica», ¿sus variables serán muy diferentes de las variables ya conocidas de la mecánica de Newton? Digamos que la ciencia en general, aprovecha las estructuras verbales creadas en los dominios similares, y estos patrones de lenguaje, se repiten en muchos campos. Ahora bien, si el lenguaje de la cuántica fuera igual al de la clásica, los problemas serían los mismos y se establecerían una tautología. Por lo tanto deben existir diferencias profundas entre una y otra mecánica. Las variables de la mecánica Cuántica son: tiempo, posición, velocidad, masa, momento lineal, momento angular, energía,etc. Estas son, en principio, las mismas variables de la mecánica de Newton. Sin embargo, la masa es relativista, la energía está cuantificada, como los momentos; y se dan otras variables que no se dan en la Mecánica Clásica: Spin, electrónico y nuclear, paridad, etc. En general, la Mecánica Cuántica opera principalmente sobre sistemas de múltiples partículas: electrones, neutrones, átomos, moléculas, iones, etc., y por eso la tercera ley se calcula por la fórmula del valor promedio estadístico.

Lo que nos permite conocer la nueva mecánica, es un conjunto muy grande de propiedades físicas y químicas de la materia, como:

1. Estructura electrónica y nuclear de los átomos.
2. La razón de la estabilidad de los átomos estables.
3. La razón de la inestabilidad de los átomos inestables.
4. La manera como están distribuidos los electrones en los átomos.
5. La manera como se forman los compuestos moleculares.
6. La fuerza, orientación y naturaleza de los enlaces químicos.
7. La estructura de los núcleos atómicos.

8. Las propiedades eléctricas de las moléculas.
9. La enérgica de los átomos y las moléculas.
10. La causa de los espectros atómicos y moleculares.
11. La naturaleza de la radiación electromagnética.
12. El origen de los elementos químicos en le Universo.
13. La razón de que sucedan las reacciones químicas.
14. Las propiedades de la materia en cada de sus estados...etc.

Es apenas natural, que una ciencia con tan inmenso poder de predicción, este ocupando un lugar tan destacado en la ciencia contemporánea, y se oriente como la ciencia mas importante del futuro. Recordando una vieja frase del sabio Louis De Broglie: «nada de lo que ha sido hecho se hizo sin los cuantos».

El propósito de las ideas anteriores, fue el de mostrar a cuánta distancia estamos de la ciencia de nuestro tiempo, y sobre todo, planear la cuestión de si nuestra juventud universitaria está en capacidad de comprender o no los conceptos de la ciencia contemporánea.

DISCUSIÓN SOBRE METODOLOGÍA, CURRICULO Y LOS GRANDES TEMORES.

La Universidad del Valle, como varias otras universidades colombianas, está propiciando cambios, lo más profundos posible, sobre el arte de enseñar. Es una necesidad imperiosa que los cinco años de permanencia de un alumno en una facultad de ingeniería, no se malogren en un enseñanza anticuada, obsoleta, y de temas en desuso.

Digámoslo de una vez. La enseñanza moderna es *inductiva, creativa y motivante*. Se tiene que acabar los profesores dueños únicos de toda la sabiduría, y cambiarlos por expositores que luchan con los alumnos por construir los conocimientos. Los grandes educadores modernos tienen en cuenta elementos psicológicos,

herramientas eurísticas y motivaciones sentimentales a fin de sembrar en la conciencia del alumno, un interés propio por los conceptos científicos. Nuestro arte de enseñar no puede seguir siendo un discurso mal logrado, orgulloso, ni de simple satisfacción para el profesor envanecido. La verdadera enseñanza moderna es globalizante, capaz de crear imágenes nuevas, formas críticas, apoyadas en muchos campos, y capaz de liberar la imaginación del alumno para que cree sus propios modelos, los discuta y los contraste y matematice hasta donde ello sea posible. Solamente así el alumno se libera de las rutinas que tuvo que soportar en las formas antiguas de aprendizaje. Aprender es un placer muy grande, pero comprender es el máximo placer. Cuando profesores como J. Novak, y el psicólogo Ausubel, recomiendan darle al alumno confianza en sí mismo, están liberándolos de las ataduras impuestas por los métodos repetitivos y mecánicos de la enseñanza. Todo se puede comprender, si existe la disposición del ánimo, etc.

Una pregunta que se plantea a menudo en las facultades de ingeniería, es la de si lo que más nos conviene en una carrera introductora, como el pregrado, es el énfasis en lo teórico o en lo práctico; en lo analítico o en lo operativo. Hay profesores, respetables, que aducen en defensa de lo práctico, nuestro estado nacional.

Es decir, que los alumnos de ingeniería del pregrado están «obligados» a dar la respuesta rápida a nuestras carencias: de agua potable, de energía eléctrica, de comunicaciones, etc, como si ellos los verdaderos responsables de tales falencias. Mi concepto personal es que esta exigencia anula el esfuerzo de aprender, y de proyectar la personalidad del alumno. Produciendo expertos en artes mecánicas jamás despegaremos hacia un país libre. Por muchas razones, que no es posible mencionar aquí, un alumno de pregrado, en cinco años de formación básica como ingeniero, lo que debe aspirar a tener es una visión actualizada del mundo de la ciencia y de la tecnología moderna. Distinguir claramente esa «interfase» de que se habló antes. Poseer una formación matemá-

tica moderna y suficiente para poder leer y conocer las rutas actuales de la ciencia; comprender la física y la química modernas; tener información suficientemente fundamentada sobre lo que son la investigación científica y tecnológica. Poseer una cultura científica e histórica sobre la evolución del mundo, y una fé profunda en le valor de la ciencia.

Digamos, con mucha franqueza, que estos fundamentos le son suficientes, inclusive, para acceder a un empleo práctico. Lo que se aprecia en un ingeniero joven no son sus profundos conocimientos prácticos sobre electricidad, diseño de maquinaria eléctrica; ni sobre la soldadura, ni sobre el diseño y construcción de evaporadores de múltiple efecto, ni sobre columnas de destilación, etc. Pienso que lo que más se aprecia en él aún en situaciones prácticas, en su capacidad de análisis, identificación de variables y formulación de hipótesis. Es decir, su cultura científica.

Por estas razones, pienso que un ingeniero de pregrado no es un experto en nada.

Pero tiene la formación, la educación y la capacidad para ser lo que se desee. Cuando el gran Limus Pauling terminó su Bachellor en Ingeniería, era alguien con estas características. Tuvo tiempo de obtener su Ph.D., posdoctorarse en Europa, dedicarse a la química, ganar dos veces el premio Nobel y ser reconocido como un creador universal de la ciencia. Lo que defiendo en este momento es que nada se puede comparar a una formación científica bien fundamentada.

Hablemos ahora un poco sobre currículo de Ingeniería.

Todo currículo académico es una idealización, haya sido o no diseñado por expertos. las diferencias psicológicas de alumno a alumno, son , en general, muy grandes. Es preciso siempre pensar en qué es lo más importante de un tema, que puede ser asimilado por el mayor número de alumnos, y por qué no hay que tenerle tanto temor a las reiteraciones sobre asuntos esenciales. Pero un currículo

es tan importante como la metodología de su enseñanza, y por estar tan relacionados, es por lo que estos dos problemas deben ser analizados casi conjuntamente... Lo que más importa de un currículo es su contenido de temas proyectables, es decir, aquellos temas que contribuyan de algún modo a darle unidad a la formación científica y tecnológica del alumno. Aquellos temas con porvenir y perspectivas, que sean difíciles y formativos y, de ningún modo, lo que pueda ser aprendido y captado de inmediato. hay que rendirle siempre tributo a la dificultad. Porque solamente lo que no es obvio, forma disciplina. El error mayor que puede comenterse es el de aceptar, sin crítica ni análisis, un currículo extranjero porque se viene usando aquí o allá. El currículo es la base de la formación, y si no se sabe exactamente hacia dónde queremos llevar a los estudiantes, es difícil que cualquier vestido le sirva. No vale tanto la experiencia de los profesores, porque está puede ser mayor obstáculo. Puede tratarse de una estadística de errores. El diseño de la formación de un ingeniero debe ser un asunto integral, con la mirada puesta más en el futuro que en el pasado. Precisamente, por alterar este pensamiento, es porque el conservadurismo de muchos programas, en lugar de proyectarnos al futuro, nos retrasa más cada día. Hay planes de estudio de ingeniería en Colombia que fueron copiados de alguna parte, hace veinte o treinta años, y se siguen ofreciendo, haciendo cada día más al alumno en la desorientación y desinformación. Anecdóticamente puedo referir la historia de un texto de álgebra adoptado por una facultad de ingeniería y editando por primera vez en la década del 20.

Este libro se volvió tan indispensable para los estudiantes de esa facultad, que treinta años más tarde, los alumnos sacaban copias a mano del libro, cuando ni siquiera se editaba ya el texto... La ciencia y la tecnología cambian. Los textos se envejecen en cinco años, las revistas son más ricas y profundas cada día, y lo que ayer fue novedad hoy está obsoleto.

SOBRE LA NOCION DE CIENCIA INTEGRADA: PERSPECTIVA HACIA EL FUTURO.

Si la formación de un ingeniero de cualquier denominación, ha de ser la de un joven formando principalmente en matemáticas-física-química-metodología de la investigación y una muy buen desarrollada capacidad para modelar problemas, con autonomía creativa, de donde puede partir, sin dificultad, hacia las áreas de la especialización, es importante pensar también los materiales de lectura, donde beberá sus ideas. Desde fines del siglo XIX, hubo ya personas que vieron la necesidad de crear textos, síntesis, orientados a producir unas obras resúmenes de principios y leyes fundamentales, que expusieran, con alto nivel científico, las producciones más destacadas de grandes investigadores en campos de la ciencia relacionados. La necesidad actual de tales textos es hoy mayor que lo fue en 1887, cuando el científico alemán Guillermo Ostwald, reunió en el primer número de la revista *Zeitschrift Fur Physikalische Chemie*, las más destacadas teorías sobre los problemas que hoy estudia la *Fisicoquímica*, dando lugar al nacimiento de esta ciencia. Cosa similar sucedió con el nacimiento de la *Bioquímica*, y hoy son famosos los textos de *Biología Molecular*, con similares diseños.

La noción de *Ciencia Integrada*, en el fondo, tiene mucho que ver con la cultura científica general: Rigurosa. Sucinta. Comprensiva, pero también inductiva. Esta noción de ciencias integrada es globalizante. Nadie alcanza un nivel de especialista sin haber mirado panoramicamente la ciencia. En 1940, por ejemplo, Henry Margenau y George M. Murphy, produjeron un texto de matemáticas titulado, *The mathematics of Physics and chemistry*, en el que estos dos eminentes profesores de las Universidades de Yale y new York, respectivamente, reunieron,en un volumen, toda la matemática moderna necesaria para comprender desde la termodinámica hasta la Mecánica Cuántica. Textos así, podrían ser la ayuda más esencial para la formación de un moderno ingeniero, mutatis mutandis,por supuesto.

Cuando se empieza en la noción de Ciencias integradas, dos acepciones acuden a la mente: la más común es la de pensar en la unidad de la ciencia, y creer que en un problema biológico, por ejemplo, caben la física, la química, la biología estructural, la bioquímica, la fisiología y aún la matemática. Por supuesto, es ésta una visión válida para la integración; pero el concepto que estoy intentando describir, es menos ambicioso y busca ligar la ciencia mediante líneas continuas pertenecientes a un mismo campo. Estas son las visiones más comprensivas y también las más útiles que pueden diseñarse para la enseñanza de un tema.

Pensemos, por ejemplo, en la noción de partícula. Es éste un concepto que, si no quiere, puede ubicar su origen en la concepción atómica de la materia, de Leucipo y Demócrito, entre los griegos. Pasar por el poema de Lucrecio «De la naturaleza de las cosas». Saltar al siglo XVII y recoger la noción de partículas de Boyle y Newton. Descubrir el concepto de «gas» en Van Helmont; conocer el magistral trabajo físico-matemático de Daniel Bernoulli, en el siglo XVIII para deducir la presión de un gas. Empezar a manejar las variedades de estado (presión-volumen-temperatura) con los químicos del grupo de Gay Lussac, a principios del siglo XIX; llegar a la axiomática de la teoría cinética de J.C. Maxwell, a su ley probabilista de la distribución de las velocidades en un caos molecular.

Empezar a mirar los trabajos de Willard Gilbbs y de Boltzmann que harán de conducir al desarrollo de la Mecánica estadística de nuestro siglo, para terminar con la estadística cuanto mecánica del siglo XX. ¡Dios mio!, podrá exclamar muchos, ¡pero ese es un programa para varios años! ¿Quién dijo eso? Lo que se está mostrando es una línea. Una especie de cuerda que se puede adelgazar en varios puntos y engrosar en otros. Lo que importa y sirve es la visión. Muchos textos de Mecánica estadística toman el problema en las leyes de distribución de Maxwell. Otros textos empiezan con Gibbs y Boltzmann, y los hay exclusivamente sobre estadística cuántica. Pero desde el punto de vista didáctico, lo que más importa es conocer el origen y flujo de las grandes líneas del

pensamiento. Hay que enriquecer la imaginación y el lenguaje de los ingenieros. Hay que sacaros de la inercia de las tuercas y tornillos. Un ingeniero joven puede y debe pensar con mayor imaginación. pensar en líneas de pensamiento científico. De la mecánica de Arquímedes, a la Mecánica Newtoniana y de ésta a la Mecánica relativista. De la Electricidad de Franklyn, a las ondas electromagnéticas producidas por Hertz. Del átomo de Dalton a la cuántica de Schödinger.

Nuestro mundo está cruzado de líneas de conocimiento, y un ingeniero joven, de 23 0 25 años, debería llevar en su mente esa estructura del mundo. Después de esto, y sólo después, podrá buscar el campo de su especialización.

Creo, finalmente, haber dado mi idea personal de lo que pienso podría ser el ingeniero no especialista del futuro. Todos los días será mayor la separación entre un técnico y un científico. Pero el esfuerzo por aproximar la ciencia a los ingenieros, se verá compensado por un progreso real en nuestra formación tecnológica.

BIBLIOGRAFIA

1. NEWTON. *Principios matemáticos de la filosofía natural y su sistema del mundo.* Editorial Nacional, 1982. Madrid.
2. W. KAUZMANN. *Quantum Chemistry.* Academic Press, 1957.
3. E.U CONDON, P.M.MORSE. *Quantum Mechanics.* McGraw-Hill, 1929.
4. H. EYRING, J WALTER, G.E. KIMBALL. *Quantum Chemistry.* Jhon wiley and Sons, 1944.
5. E. FERMI. *Themodynamics.* Dover.
6. M. PLANCK. *Treatise on Thermodynamics.* Dover.
7. F. WSCHUELER. *Chemobiodynamics and Druy Design.* McGraw-Hill, 1960.
8. H. MARGENAU, G.M. MURPHY *the mathematics of Physics and Chemistry.* D. Van Nostrand, 1943.
9. J. NOVAK. A. *Theory of Education.* 1977. Cornell University Press.
10. J. BONNER, J.E. VERNER (Editors). *Plant Biochemistry.* Academic Press, 1985.
11. F.C. ANDREWS. *Equilibrium Statistical Mechanics.* Jhon Wiley, 1963.
12. P. FORCHHIMER. *Tratado de Hidrdulica.* Editorial Labor S.A, 1950.
13. J.C. SALATER, N.H. FRANK. *Introducción a la física Teórica.* Espasa Galpe, 1951.

ACOFI
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

SEMINARIO: EDUCACION PARA LA INGENIERIA DEL SIGLO XXI
LA FORMACION Y LOS COMPONENTES DEL CURRICULO

MARIO DIAZ VILLA
DIRECTOR ACADEMICO CURRICULAR

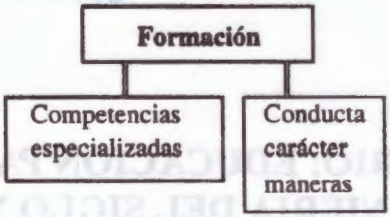
0. INTRODUCCION

En esta conferencia intentaré compartir con ustedes algunos planteamientos sobre un tema que hoy, más que nunca, es objeto de interés en el contexto de las disciplinas y profesiones: la relación formación-currículo. Esta relación presupone, en primer lugar, la conceptualización de los términos y, en segundo lugar, la construcción de un modelo pedagógico que articule dicha relación.

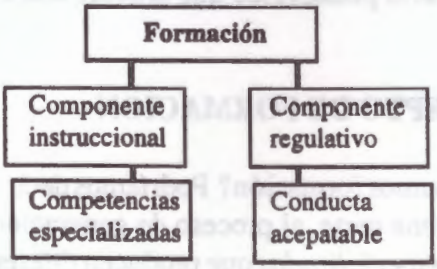
1. EL CONCEPTO DE FORMACION

¿A que llamamos formación? Podríamos decir que la *formación* se refiere, por una parte, al proceso de generacion y desarrollo de *competencias especializadas* que producen diferencias de especia-

lización entre los individuos. Por otra parte, se refiere a la inserción del estudiante en formas legítimas de *conducta, carácter y maneras*, a través de la legitimación de ciertas prácticas, procedimientos y juicios, que intentan producir un orden interno o subjetivo. En este caso, podemos considerar que la formación está cruzada por una dimensión ético-político.



Estos dos macrocomponentes de la formación están interrelacionados, son interdependientes, auncuando presentan ciertas características diferentes. Así, el desarrollo de competencias especializadas en la escuela, -o *componente instruccional*- está más directamente relacionado con el aprendizaje formal de conocimientos, procedimientos y habilidades e implica una clasificación permanente en la tanto del "qué" como de las condiciones de dicho aprendizaje formal. El componente instruccional implica una organización de tiempo, una organización de espacio, una organización de los discursos de la disciplina o profesión. El *componente regulativo* de la formación, esto es, aquel que legitima nociones aceptables de conducta, carácter, etc, cumple una función simbólica en la escuela pues es fuente de valores, que expresan un determinado orden social.

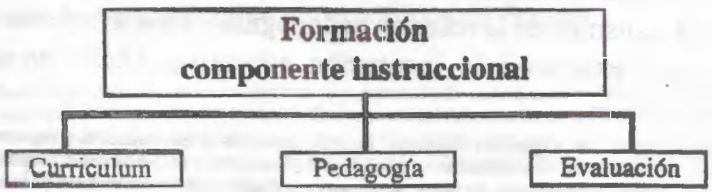


2. EL COMPONENTE INSTRUCCIONAL DE LA FORMACION

Hemos dicho hasta aquí que todo proceso de formación (desde la más temprana edad) implica la articulación de dos componentes: el *instruccional* y el *regulativo*. En todo proceso de formación se reproducen tanto las competencias específicas como las disposiciones relevantes (orden, relación e identidad). En la historia de la educación ambos componentes han estado directamente relacionados con la organización y distribución del conocimiento y con lo que podríamos denominar la "organización de la persona". Desde este punto de vista resulta muy importante analizar todo proceso de formación de cara a los cambios que se operan en ambos componentes. Aquí es conveniente advertir que los cambios o transformaciones de los dos componentes son relativamente desiguales y pueden ser fuente de situaciones complejas en la sociedad.

Quizás estos cambios desiguales nos permiten comprender por qué el énfasis otorgado al orden instruccional, expresado en las formas de reorganización del conocimiento escolar ha dejado de lado el interés en los valores sociales y en el desarrollo de un clima moral en la escuela centrado en principios éticos y estéticos. Es como si este orden o componente ya no hiciera parte de la formación del individuo, especialmente en una época en la cual el conocimento ha sido deshumanizado y circula como el dinero que produce ganancias y beneficios.

En esta sección nos referiremos de manera específica al *componente instruccional* de la formación. Para comenzar, diremos que la dimensión instruccional se estructura como un sistema de mensajes: el *curriculum*, la *pedagogía y la evaluación*.



Definiremos de manera inicial el *curriculum* como lo que cuenta como conocimiento legítimo en la escuela. Consideremos, ahora, algunos aspectos que nos pueden introducir a una mejor comprensión del *curriculum.* Primero, todos sabemos que en toda institución educativa existe una organización de los contenidos instruccionales (los conocimientos o prácticas) en términos de *unidades de tiempo* y que la relación entre dichos contenidos se analiza en términos del tiempo acordado para cada conjunto. Segundo, también podemos analizar dichos contenidos en términos de su carácter *obligatorio* u *opcional.* Existen unos contenidos que son obligatorios y otros que son opcionales. Tercero, podemos analizar finalmente los contenidos en términos de sus relaciones *abiertas* o *cerradas*, esto es, si Estos tres tipos de rasgos, [más tiempo / menos tiempo][obligatorio/ opcional][abierto / cerrado] tiene una relación intrínseca con lo que podemos llamar el tipo de formación.[1] Podríamos decir que *más tiempo, obligatorio* y *cerrado* son las características básicas dominantes que definen lo que debe ser enseñado en nuestras escuelas.

3. EL CURRICULUM AGREGADO

Un asunto que nos interesa en este caso es el análisis de las relaciones *abiertas* o *cerradas* entre los conocimientos que se seleccionan. Cuando las relaciones entre los contenidos son *cerradas* los contenidos que se seleccionan en el curriculum están de manera explícita separados los unos de los otros. Esta separación o aislamiento entre los contenidos se extiende hasta la separación entre aquellos conocimientos que llamaremos educativos -esto es lo que se transmite en la relación pedagógica y aquel *conocimiento no escolar*, externo a la institución educativa. Dicho en otros

---

[1] Es común asumir que la oposición obligatorio- opcional siempre se ve en términos de [importante/ no importante] [básico / no básico][necesario / no necesario] [fundamental / no fundamental] [explícito / no explícito] donde lo no importante, no básico, no necesario, no fundamental se inscribe dentro de lo opcional se asume como un segmento del conocimiento que poco o nada afecta o interviene en la formación.

términos, más comunes para este grupo, los contenidos de la formación están aislados del mundo del trabajo, o del campo de la producción.[2] Denominaremos *curriculum agregado* al tipo de curriculum donde los contenidos se encuentran organizados en una relación cerrada.

Me quiero detener en este punto que nos debe interesar por ser el currículo dominante en la formación de ingeniero. Si uno analiza cualquier Plan de Estudios de Ingeniería encuentra que los contenidos que se organizan en materias se encuentran de manera explícita y rígida separados los unos de los otros. Estas *materias* se han mantenido y aun se mantienen aisladas las unas de las otras y han adquirido jerarquías diferentes (jerarquías que son promovidas por sus profesores). Su relación ha sido y es de agregación dentro de un campo de conocimiento (física, química, matemáticas) o entre campos diferentes (física, economía, ética). La materia está en manos de un profesor quien es el que la enseña y la evalúa. De esto se derivan diferentes formas de práctica pedagógica de los profesores y diferentes formas de *evaluación*. Estas últimas hacen énfasis en la adquisición de *resultados* y no en el establecimiento de *formas de conocimiento*.

4. CONSECUENCIAS DEL MODELO DE FORMACION AGREGADO

Cuando las materias del curriculum se organizan en términos de agregación, de yuxtaposición, cuando ellas no están relacionadas entre si, no se pueden pensar subordinadas a una idea, a un problema, a un proyecto que permita borrar o por lo menos disminuir sus aislamientos y fomentar mínimamente la investigación o el trabajo colectivo entre equipos de docentes.

---

[2] No quiero decir con esto que en los objetivos o propósitos de la formación no se invoque alguna relación con la sociedad, sus necesidades, sus demandas. El que se invoque esta relación no significa integración entre la formación (profesional o académica y la sociedad), significa más bien una relación sistémica que puede variar de cuando en cuando. tampoco significa mayor integración el que se desarrollen ciertos ejercicios pedagógicos de la formación en el campo del trabajo.

Ese tipo de organización del componente instruccional en materias aisladas ha tenido y tiene serias implicaciones. Para el profesor, al crear el sentido de propiedad privada de la materia. Para los profesores al producir relaciones jerárquicas (de status) que se alimentan con los aislamientos y la competitividad dentro de los departamentos y entre los departamentos y Facultades.

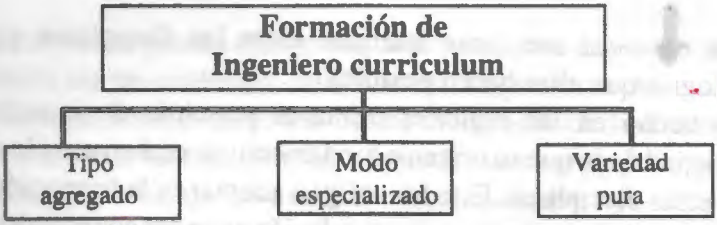
Para el estudiante implica una lealtad obligada a la materia y un aprendizaje aislado, privatizado y competitivo carente de toda disposición hacia la investigación o hacia la *práctica*[3] pues, como observamos atrás, el énfasis del aprendizaje se hace en los resultados y no en los procesos o formas de aprender. Con esto se crea una especie de"proteccionismo profesional"que sostiene las fomas establecidas de formación o profesionalización por tiempo indefinido.

Desde el punto de vista de la relación del estudiante con su futuro profesional, el modelo de formación agregado no establece una relación de articulación con el ingreso en el mundo profesional y lo que se denomina *formación profesional* se da como una socialización descontextualizada ajena, en muchos casos, a las competencias que demanda el mercado laboral. El mundo del trabajo aparece como un universo totalmente desconocido. Esto significa que las experiencias escolares tienen poca relación con el universo profesional. Las disposiciones o competencias profesionales poco tienen que ver -en la mayoría delos casos- con las disposiciones que demanda el campo laboral.

Para concluir esta sección, es conveniente agregar, de manera muy general, que el *tipo de formación* basada en un *currículo agregado* se fundamenta en un *modo especializado* de *variedad pura* que descansa en la selección, desde muy temprano, de asignaturas del mismo universo que no admiten ninguna combinación con asignaturas de otros universos de conocimiento. Si se da

---

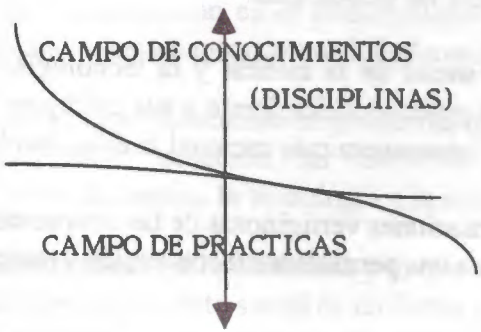
[3] Otro rasgo fundamental de los fuertes aislamientos que se privilegian o priman en la formación dentro de un currículo agregado es la separación entre teoría y práctica. En este modelo ni la teoría es práctica, ni la práctica es teoría. Simplemente, la práctica está aislada de la teoría como una aplicación de ésta.



alguna participación de éstos últimos es minoritaria y marcada por su estratificación en un nivel de menos importancia.

5. COMPONENTES DE CURRICULO Y NUEVO TIPO DE FORMACION

La Ingeniería se diferencia de las disciplinas en que no es como éstas una unidad discursiva discreta y especializada con su propio campo intelectual. Mientras las disciplinas se orientan hacia su propio desarrollo, la Ingeniería se orienta hacia la aplicación fuera de si misma. Dentro de la organización moderna de conocimiento la ingeniería pertenece a lo que se ha denominado como *región.* "Las *regiones*[4] constituyen una recontextualización de las disciplinas que operan tanto en el campo de las disciplinas como en el campo de las prácticas.



[4] Las regiones corresponden a lo que hoy se conoce como profesiones.

Las *regiones* son una interfase entre las disciplinas y las tecnologías que ellas hacen posibles.

De hecho en las *regiones* prima el principio de interdisciplinariedad dado que su origen o fundamento no está en un sola sino en diversas disciplinas. Esto las obliga a adoptar en la formación un significado de integración o de articulación entre los conocimientos que las fundamentan.

La ingeniería como un cuerpo especializado de conocimientos y de prácticas es una *región* que puede ser analizada por referencia a sus fundamentos disciplinarios y por referencia al campo de las prácticas tecnológicas en el cual debe intervenir. Desde este punto de vista, son diversos los aspectos que demandan una transformación en el curriculum de la formación del ingeniero.

1. El vertiginoso desarrollo de la ciencia.

2. La rápida transformación de las tecnologías

3. El desarrollo de la cultura moderna en sus dimensiones ética, estética, humanística y política.

4. Las transformaciones económicas que demandan la generación y transferencia de tecnologías.

5. El carácter social de la ciencia y la tecnología que obliga a adoptar una postura crítica frente a sus múltiples impactos y a articular de unamanera más racional la ética con la técnica.

6. La transformaciones vertiginosas de las ocupaciones modernas que obligan a una permanente reconversión y reciclaje profesional.

7. Las innumerables demandas nacionales.

Estos y otros puntos obligan a que la formación del ingeniero se convierta en un auténtico campo interdisciplinar en el cual sea posible replantear la selección de los contenidos de la formación desde otras relevancias, intereses y motivaciones, y a generar una apertura al estudio de sus diferentes implicaciones.

En otros términos, una reestructuración de la formación de los ingenieros debe partir de la adopción de un curriculum menos agregado y más orientado hacia la *integración y el fomento del trabajo interdisciplinario,* Bajo estos nuevos principios la selección organización y distribución de los conocimientos debe fundamentarse en principios flexibles que:

a. Reduzcan los aislamientos entre los contenidos para evitar una formación enciclopédica y descontextualizada.

b. Fomenten el desarrollo de cursos interdisciplinares que integren las ciencias sociales, las ciencias naturales y las tecnologías.

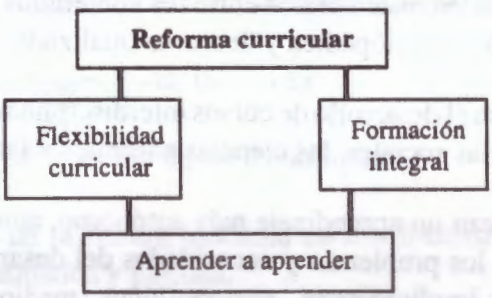
c. Favorezcan un aprendizaje más autónomo, autorreflexivo que articule los problemas y necesidades del desarrollo pero también sus implicaciones sociopolíticos, medio ambientales y éticas.

d. Permitan que la formacion en el conocimiento esté unida al futuro papel de los estudiantes como ciudadanos participativos.

e. Induzcan una pedagogía centrada en problemas que permitan en su construcción o solución, dar cuenta de las profundas relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

f. Permitan interrrelacionar lo científico y lo tecnológico, ubicar estos aspectos en el contexto social de tal forma que sea posible definir sus impactos, usos sociales, infuencias problemas, etc.

Una reforma de esta tipo como es la que acontece actualmente en la unversidad, la cual se conoce como *Reforma Curricular*, y cuyos principios básicos son la *flexibilidad curricular* y la *formación integral* requiere considerables cambios en todos los órdenes: tiempo, espacio, discursos (contenidos), además de un cambio fundamental sin el cual es casi que imposible plantear cualquier transformación: me refiero aquí a un cambio considerable en la formación de profesorado. Aqui es conveniente romper con el tratamiento de las disciplinas aisladas en la formación y con la enseñanza o instrucción mediante clases magistrales y demostraciones con métodos de laboratorio.



El curriculum integrado en la formación de los ingenieros debe combinar los esfuerzos, óigase bien, interdependientes y cooperativos, de los profesores de ciencias, matemáticas y tecnologías, debe combinar estudios sociales y tecnológicos, requiere nuevos procedimientos administrativos y operativos.

6. A MANERA DE CONCLUSION

Quiero, a manera de conclusión plantear algunos puntos que coinciden, en cierta forma, con los aquí planteados y con las recomendaciones de la Misión de ciencia y Tecnología y de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo: Se trata de las recomendaciones presentadas por el asesor para la Misión Nacional para

la Modernización de la Universidad Pública, Doctor Peter Bullen. El Doctor Bullen después de su visita los programas de Ingeniería de cuatro universidades públicas del país considera que en la formación del ingeniero se pierden oportunidades para:

a. Ubicar la ingeniería en un contexto empresarial y ambiental.

b. Desarrollar las habilidades personales del estudiante.

c. Integrar las asignaturas para proporcionar una real experiencia de la ingeniería.

Y recomienda entre otros aspectos, que:

a. El curriculum nuclear (core studies) -lo que aquí llamamos fundamentación o formación básica debiera ser más orientado a la Ingeniería-. Por ejemplo, las matemáticas y la física debieran centrarse más en la formación matemática o física de ingeniero y no en las matemáticas puras. Desde este punto de vista se hace necesario desbrozar el curriculum en sus aspectos básicos o fundamentales.

b. Debe introducirse un sistema de ciclos, uno con un grado general en ingeniería y otro profesional relevante para una disciplina específica.

c. Debe introducirse un sistema de créditos que permita una real flexibilidad en el aprendizaje para aquellos estudiantes que por alguna circunstancia no pueden mantener un ritmo explícito.

d. Las aplicaciones de la Ingeniería deben realizarse en el contexto empresarial y en el contexto ambiental.

e. Debe favorecerse el desarrollo de habilidades interpersonales para fomentar el liderazgo, el trabajo en equipo, etc.

f. Debe fortalecerse la integración de los cursos,

g. Deben revisarse los métodos de enseñanza y hacer énfasis en el trabajo independiente y no en la instrucción del profesor. En este sentido, el aprendizaje debe descansar en el trabajo tutorial.

Estas recomendaciones y otras, en cierta forma, coinciden con las transformaciones curriculares que adelanta la Universidad del Valle. Sin embargo este esfuerzo requiere mayor interés de quienes estamos comprometidos en generar una nueva cultura académica en la Universidad y una nueva cultura científica en el país.

LAS REDES TELEMATICAS

Maria Fernanda Trujillo

Directora Centro de Servicios de Información

LA BIBLIOTECA...ORACLE LIBRARIES

Implementación

En 1992, la Universidad del Valle fue la primera institución en Norte y Sur América en adquirir el producto Oracle Libraries. Este producto permite sistematizar bibliotecas grandes en todas sus áreas: búsquedas y recuperación (opac), circulación, publicaciones seriadas, adquisiciones, administración de fondos y reportes e información administrativa.

Por primera vez en la historia de la Universidad, cualquier usuario puede consultar 24/24 horas a nivel local (utilizando la red interna) y remoto (vía modem), la Base de Datos de la Universidad del Valle con más de 270,000 registrados que equivalen al 80 % de toda la colección en los diferentes bibliotecas en Meléndez, San Fernando y las sedes regionales.

Como si esto fuera poco, también se puede consultar la base de Datos de la Biblioteca Departamental con la cual se suscribió un convenio de cooperación interbibliotecaria.

Traducción

Paralelamente al proyecto de inversión, se realizó un proyecto de desarrollo que establece un acuerdo de traducción del producto del inglés al español, único tipo de contrato de esta naturaleza en el mundo llevado a cabo fuera de Holanda, donde existe el Centro de Traducción de Oracle Corporation. La presentación del producto traducido se hizo el pasado 3 de Octubre.

Comisión de venta

La Universidad del Valle recibe un porcentaje de comisión por cada venta del producto Oracle Libraries a otras universidades del país. De esta manera, esperamos recuperar la inversión realizada en el proyecto de sistematización. Otras Universidades del país como: Universidad Nacional de Medellín, Universidad de Antioquia, Universidad Javeriana de Cali, Universidad San Buenaventura, entre otras han adquirido, o están en proceso de adquirir el producto.

Soporte y capacitación

Dado el grado de conocimiento del producto, la Universidad está ofreciendo cursos de capacitación en el producto, así como servicios de soporte técnico.

En resumen, la Biblioteca de la Universidad del Valle hoy se encuentra a la vanguardia de proyectos de sistematización de grandes bibliotecas.

RED FARALLONES

La Red «Farallones» es la Red de Transmisión de Datos universitaria más grande del país. Con más de 3 Km. de fibra óptica, 45 Km. de cable UTP Nivel V en cableado estructurado y más de 500 tomas de voz y datos, ofrece sus servicios locales y remotos a más de 1,000 usuarios internos y externos. Estos usuarios utilizan los servicios de 15 servidores UNIX multiusuarios que trabajan las 24/24 horas. Así por ejemplo, un estudiante o un docente puede utilizar el servidor de su Unidad Académica desde su casa o desde cualquier punto de la red.

Mediante el sistema de «cursos de multiplicadores» se han capacitado más de 400 personas en el uso de los servicios de información nacionales e internacionales. Este sistema consiste en que un estudiante recibe un curso, de manera gratuita, de 8 horas donde se explican los conceptos básicos para el uso de la red. Al finalizar el curso y aprobar su examen, inmediatamente se convierte en «multiplicador» y adquiere el compromiso de dictar 8 horas a otros 8 estudiantes, y así sucesivamente. El centro de Servicios de Información le provee de la infraestructura para dictar cursos a los multiplicadores en los horarios más convenientes.

La Red «farallones» está ahora en construcción en la sede de San Fernando. En los planes de desarrollo del Comité de la red, conformado por Gonzalo Ulloa, María Fernanda Trujillo, Rolf Grau, Carlos Trujillo y Luis Alberto Murcia, se encuentran realizando el tendido de la red en las Facultades de Economía, Educación y Humanidades, así como en el resto de la sede de San Fernando, y en un futuro en las sedes regionales.

A la fecha, aún nos encontramos en una fase de pruebas de diferentes tecnologías que nos permitirán comunicar la sede Meléndez con la de San Fernando. Esperamos resolver la conexión de manera definitiva en el primer semestre del próximo año.

Centro de gestión CETCOL

La Universidad del Valle, a través del Centro de Servicios de Información, es nodo y Centro de gestión de la corporación de Ciencia y Tecnología -CETCOL- para el Sur Occidente. Esta corporación administra la conexión de universidades y centros de investigación a la red Internet, que en Colombia se denomina -InterRed-. Internet es la red de intercambio científico-académico más importante del mundo. Actualmente, la Universidad tiene asiento en la Junta Directiva a nivel nacional de CETCOL, así como en el Comité Técnico Nacional.

••• En resumen

A lo largo de estos últimos dos años, se ha sistematizado una de las fuentes de información más importantes de la Universidad: su Biblioteca. Se ha garantizado la distribución interna de información a través de la red Farallones y su conexión externa e internacional a Internet a través de CETCOL. De esta manera se han articulado los proyectos de sistematización más estratégicos de la institución, fortaleciéndose entre sí.

Como legado, se ha formado un grupo de 400 usuarios capacitados en el manejo de los servicios, así como un grupo de 30 estudiantes altamente capacitados como administradores de servicios. Y quizás lo más importante: somos líderes de nuevo.

ACOFI
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

LA ESTRUCTURA CURRICULAR DE LOS PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERIA EN LA UNIVERSIDAD DEL VALLE Y UNA VISION PROSPECTIVA DEL CURRICULO

Iván E. Ramos C.
Vicedecano Curricular
Facultad de Ingeniería
Universidad del Valle

El próximo siglo será el siglo del conocimiento. Esta es una afirmación de muchos autores dedicados a ojear el futuro con fines de planificación es decir, a la prospectiva. La formación de profesionales y en este caso de ingenieros, es un tarea que requiere de capacidad de anticipación puesto que, por ejemplo, los bachilleres que ingresan a las Facultades de Ingeniería el próximo año serán los primeros ingenieros del siglo XXI. Me surgen las siguientes preguntas: ¿Cómo será el año 2001 y más propiamente el 2020, cuando estos ingenieros estén en la plenitud de su desempeño profesional?. ¿Qué es el Currículo en una sociedad caracterizada por el rápido cambio?, ¿Cuáles son entonces las tareas de un Director de Programa Académico de Formación?. Los objetivos de esta «XIV Reunión de Facultades de Ingeniería» es precisamente

plantear respuestas a estas preguntas y derivar acciones hacia el mejoramiento de la formación para el desempeño del futuro profesional de la Ingeniería en el marco de Educación para la Ingeniería del Siglo XXI.

Este trabajo está dividido en tres (3) partes: La primera presenta la Reforma Curricular de la Universidad del Valle y la estructura curricular de los Planes de Estudio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle; la segunda se ocupa de una visión de los inicios del siglo XXI, la empresa y el contexto tecnológico y sus implicaciones en la sociedad; y la tercera donde se hacen recomendaciones acerca de los ajustes a la estructura curricular con el objeto de dar oportunidades académicas que contribuyan a la formación del profesional para ese escenario.

1. La reforma curricular en la Universidad del Valle

La Universidad del Valle ha asumido el reto del cambio y vive un proceso de modernización y reforma académica que se traducen en una Reforma Curricular; en el Estatuto de Investigaciones y en una Reforma Administrativa. Estas reformas no responden únicamente a necesidades internas sino también a las exigencias de transformación que experimenta la sociedad colombiana y a los nuevos ordenes institucionales definidos por la Constitución de 1.991, ordenes que, para el caso de la Educación Superior, están plasmados en la Ley 30 de 1.992, «por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior».

Este proceso universitario de Reorganización y Modernización es el resultado de la reflexión acerca del quehacer académico-administrativo de la Universidad del Valle con el objeto de adecuarla a las exigencias de los nuevos tiempos, no solo para responder a los requerimientos inmediatos sino, especialmente, a los desafíos que se plantean para el Siglo XXI. Es una nueva concepción de Universidad no solamente comprometida con la formación de profesionales altamente capacitados, motor del desarrollo del país, sino vinculada con su entorno, en particular, con el Sector Productivo.

Esto ha cobrado gran importancia sobre todo en los últimos tiempos debido precisamente a las exigencias del modelo imperante a nivel mundial, caracterizado por la apertura y la necesidad de internacionalización no solo de la economía sino también de la educación y en general de la cultura.

1.1 Los principios de la reforma curricular

La Reforma Curricular en la Universidad del Valle está plasmada en el Acuerdo 001 de 1.993, y tal como lo manifiesta los considerandos de este Acuerdo, corresponde a la necesidad de responder a la nueva realidad y de estar en el camino de los cambios y las transformaciones sociales y las nuevas condiciones para la generación y transmisión del conocimiento.

Los principios rectores de la Reforma Curricular son la Formación Integral y la Flexibilidad Curricular, los cuales se «constituyen en parte sustancial de una pedagogía moderna cuyo énfasis está en propiciar en el estudiante desarrollos intelectuales autónomos, críticos y en una perspectiva de educación permanente». El estudiante es un adulto responsable y por tanto, es agente de su propia formación.

Sobre estas bases, la Universidad del Valle adopta una estructura para sus Programas Académicos de Pregrado en la cual

a) las asignaturas se agrupan por componentes distribuidos en Ciclos y
b) las actividades académicas se cuantifican en créditos. Los componentes son: el de la Tecnología, el de las Ciencias Naturales, el de las Matemáticas, el de las Ciencias Sociales, el de las Artes. el de las Humanidades y el de la Filosofía.

En cuanto a los Ciclos, los Programas están organizados en dos Ciclos: Un Ciclo de Fundamentación y un Ciclo Profesional. El Ciclo de Fundamentación está orientado fundamentalmente a proporcionar una formación básica en los diferentes componentes de la Formación Integral y una Formación Integral a través de las interdisciplinariedad además de ser el puente para la formación

profesional. El Ciclo profesional está orientado a la formación sistemática del futuro egresado en el campo especifico de su futuro oficio.

Para el Ciclo de Fundamentación se establecen cuatro grandes Opciones, como conjuntos de disciplinas, a saber: La Artístico-Humanística; La Científico-Natural y Exacta; La Científico-Social, y la Científico-Tecnológica. En cada Opción están incluidos todos los componentes de la Formación Integral, pero en cada una tienen mayor énfasis los componentes que la definen.

1.2 La cuantificación del plan del estudio

Para una carrera profesional el Ciclo de Fundamentación tiene una duración de dos años y el Ciclo Profesional tres años, es decir, el Ciclo de Fundamentación corresponde al 40% de los créditos totales de una carrera profesional.

Para el Ciclo de Fundamentación se establece que el 70% de los créditos serán de asignaturas de fundamentación y el 30% restante será de asignaturas propias de la profesión. Del 70% de fundamentación, el 60% corresponde a créditos de la Opción en la cual está inscrito el Programa Académico y serán obligatorias; y el 40% restante corresponde a créditos de asignaturas de las otras Opciones.

Para el Ciclo Profesional se establece que el 70% de los créditos será de asignaturas propias de la profesión y el; 30% restante de asignaturas electivas que tengan relación con su campo profesional.

En resumen, la estructura curricular en términos de porcentaje de créditos es la siguiente:

A) Ciclo de fundamentación 40%

Fundamentación de la Opción	42%
Fundamentación Complementaría	28%
Fundamentación Propia	30%

B) Ciclo profesional 60%

Asignaturas propias de la profesión	70%
Asignaturas electivas	30%

Siendo uno de los aspectos relevantes de la Reformas Curricular el de una pedagogía moderna centrada en el «Aprender a Aprender», se impone la descolarización como estrategia es decir, la racionalización de la presencialidad para que el estudiante disponga de tiempo libre para acceder a las fuentes de información y participa de las actividades universitarias que favorezcan el enriquecimiento y cultivo de su personalidad. Sobre esta base se definen: a)las actividades académicas desescolarizadas posibles como por ejemplo cursos, seminarios y coloquios; realizados de manera presencial, semipresencial o a distancia y b)las modalidades de enseñanza como por ejemplo, la clase, el seminario, la tutoría y el laboratorio.

Para efectos de su instrumentación a nivel de Plan de Estudio, además de los porcentajes por Ciclo y por Componente, se establecen requisitos adicionales, como el que todos los estudiantes están obligados a tomar al menos una asignatura de cada componente; demostrar suficiencia en un idioma extranjero diferente al Castellano o al nativo; y deberá cumplir, preferiblemente durante el Ciclo de Fundamentación, con las siguientes asignaturas: Constitución Política de Colombia, Castellano y Cultura Física Deportiva.

1.3 El currículo de los programas académicos de Ingeniería

Se desprende de lo anterior que el trabajo planteado por la Reforma Curricular no ha sido nada fácil. Los Directores de los Programas Académicos iniciaron, a mediados de 1.993 y bajo la dirección de la Vicerrectoría Académica, el trabajo de establecer los nuevos Planes de Estudio de acuerdo con la Reforma Curricular y finalmente; el 30 de junio de 1.994, el Consejo Académico aprobó la reforma de éstos bajo esta estructura y se está aplicando para los

estudiantes que ingresaron a partir de agosto de 1.993.[4]

Los Programas Académicos de Ingeniería se inscribieron en la Opción Científico-Tecnológica y su Ciclo de Fundamentación quedó de la siguiente manera[5]:

Fundamentación	**Componentes**	**créditos**
De la Opción Matemático	15	
Tecnológico	9	
Cient.-Natural	8	
Subtotal	32	44%
Complementaria		
Artístico	4	
Humanístico	3	
Social	6	
Filosófico	6	
Subtotal	19	27%
De la profesión		
Tecnológico	11	
Cient.-Natural	7	
Matemático	3	
Subtotal	21	29%
Total	**72**	**100%**

4 La Reforma se aplica a todos los estudiantes matriculados en las Ingenierías Electrónica y de Sistemas dado que éstas iniciaron labores en agosto de 1992 y no se vio conveniente que existieran dos promociones distintas separadas solamente por dos semestres académicos.

5 Para efectos de la instrumentación de la Reforma, el Consejo Académico aceptó desviaciones hasta de más o menos el 2% sobre los porcentajes definidos en el Acuerdo 001 de 1993.

En esta tarea es importante reconocer y señalar que fue oportuno e importante para nuestra Facultad de Ingeniería el trabajo que adelantó ACOFI al reunir a los Directores por carreras, dentro del Programa EPARI (Encuentros por Ramas de la Ingeniería), trabajo que también adelantó el ICFES precisamente cuando estábamos en la discusión de la Reforma.

Estos hechos le permitieron a los Directores de los Programas Académicos de Ingeniería una visión panorámica de su carrera a nivel nacional sobre todo en momentos en los cuales se discutía acerca del Sistema Nacional de Acreditación a que hace referencia el Artículo 53o. de la Ley 30 de 1.992.

El Ciclo Profesional se estructuró siguiendo los lineamentos del Acuerdo 001 de 1.993 y al contrario del Ciclo de Fundamentación, se definió en término de asignaturas. En cuanto a las Electivas, éstas se organizaron por énfasis y en algunos Planes de Estudio existe la posibilidad que la Universidad, dependiendo del número de créditos acumulados en uno de estos énfasis, se lo acredite en el título sin que ello signifique ningún grado de especialización.

La Figura No.1, denominada «Diagrama de Densidades», resume, en forma esquemática, la estructura curricular de los Planes de Estudio correspondientes a los Programas Académicos Profesionales en la Ingeniería de la Universidad del Valle.

2. Algunos rasgos del Siglo XXI

Los finales de año han sido utilizados como espacios para la reflexión acerca de lo que nos depara el siguiente año.

Estamos a las puertas de un nuevo siglo y más aún, de un nuevo milenio y con mayor razón se hace necesaria la reflexión puesto que tanto los cambios de siglo como los de un nuevo milenio han sido determinantes para la humanidad.

Son muchos los autores que han venido reflexionando acerca de esta situación y la reflexión se ha visto afectada positivamente por el hecho de disponer de herramientas para ello como por ejemplo, las prospectiva. También ha sido afectada activamente por el hecho

de que en los últimos 15 años han sucedido cosas que eran totalmente insospechadas es decir, las condiciones sociales, económicas, culturales, etc. del desarrollo cambiaron, se modificaron sustancialmente. Este ha sido uno de los factores que ha impuesto mayormente la necesidad de anticipar el futuro y por ello encontramos autores dedicados a esta temática y también vemos como en la mayoría de las grandes empresas y en los Estados se ha impuesto la necesidad de departamentos de evaluación y prospectiva. Estos autores, entre los que se cuentan Drucker, Toffler, Kennedy, Senge y Thurow coinciden en afirmar que algunos de los rasgos determinados de la sociedad del Siglo XXI serán la educación y la persona educada.

Volviendo a la fase inicial, también hay coincidencia en el papel que jugará el conocimiento en la sociedad del Siglo XXI. Este pasa de ser un recurso para ser *el recurso*. De allí se desprenden los rasgos de esta nueva sociedad, la *Sociedad del Conocimiento* como la denomina Peter Drucker.

Esta nueva sociedad es en parte resultado del salto tecnológico que fue el Computador Personal, que conjuntamente con las Telecomunicaciones, están revolucionado el mundo de fines del Siglo XX y marcando tendencias para los inicios del Siglo XXI. Estos dos elementos tecnológicos serán dominantes en el Siglo XXI porque son procesadores y transportadores de conocimiento, de allí el auge e importancia de las Redes Electrónicas y de las «Infovías» o autopistas de comunicaciones como por ejemplo Internet.

El Fax, considerado como una maravilla tecnológica, es un ejemplo concreto de este desarrollo de los computadores y las telecomunicaciones y será un electrodoméstico más. Para el profesional del Siglo XXI, estas tecnologías le deberán ser totalmente transparentes; es decir, las debe haber interiorizado completamente.

La Tecnología, como resultado de la aplicación del conocimiento, será en mayor cantidad que hoy, un bien porque tiene un valor de uso (es un insumo) y un valor de cambio (se mercadea). Es un bien con unas características muy particulares: no es masiva; el

número de productores es bajo; el número de compradores es también reducido; el mercado no es transparente dado que es un bien que no puede exhibirse; el precio lo fija el productor; y por último, una buena parte de los beneficios lo reciben los inversionistas. Es importante notar que son los grandes conglomerados económicos los que se están constituyendo en verdaderas fábricas de tecnología como uno de los mecanismos para mantener su liderazgo y supervivencia.

Los grandes conglomerados están construyendo Centros de Investigación y Desarrollo. Sus departamentos de producción de conocimientos y tecnologías se constituyen en generadores de las ventajas competitivas sostenibles.

Los conceptos de Fábrica y Empresa también serán diferentes. En cuanto a la fábrica, ya lo anunciaban en la década de los 80s, Naisbitt y Aburdene en su libro Megatendencias 2000 que los desarrollos de la Biotecnología llevarían a la utilización de seres vivos (animales) para la producción de nuevos medicamentos como por ejemplo la insulina, drogas para la hemofilia y sustancias que disuelven coágulos. Anticipaban que la Ingeniería Genética produciría nuevos desarrollos en la medida en que aumentara su capacidad de manipulación de los gases.

Actualmente existen patentes de un ratón de laboratorio y de tipo de especies vivas, bacterias y microorganismos. El profesional del próximo siglo deberá tener, en mayor razón, una gran sensibilidad social y responsabilidad ética.

En cuanto a la Empresa, en la Sociedad Post Capitalista, estará determinada por el recurso que manipula, el conocimiento. Este medio de producción reemplazará a los tradicionales como son el capital, el trabajo y la tierra. No ha cambiado el qué se produce sinó el como se produce. La economía seguirá de mercado pero lo que se comercialize será la información. Lo anterior se manifiesta, según Drucker, en que las empresas que han tenido mayor éxito y crecimiento en los últimos años son precisamente las que están dedicadas a la producción y comercialización del conocimiento

como por ejemplo, las empresas de telecomunicaciones, las de Software, el cine, la televisión e igualmente las instituciones del conocimiento como, las Universidades y los centros e Institutos de Investigación. Las empresas ya no vendrán más productos sino conocimiento envasados.

La Universidad o más propiamente las instituciones del conocimiento, no serán como las conocemos hoy día. La acción de la Universidad no se limitará a su extensión física, el campus será la instalación donde reside la mayor capacidad logística pero hará presencia en la sociedad, entendida ésta en los eventos científicos y en las fuerzas políticas y económicas como ejes importante de un país como Colombia.

Aspectos relevantes de esta nueva institución serán por ejemplo:

a) la atención universitaria no estará circunscrita a la población joven sino que al campus concluirán poblaciones de diversas edades y por tanto evolucionará la oferta hacia cubrir también estos segmentos de población.
b) la Investigación Universitaria será, además de fundamento de la formación académica, lo será de la práctica industrial y gubernamental y
c) las Universidades deberán ser instituciones más activas políticamente y por tanto deberán ampliar sus acciones hacia el exterior, dado que un buen porcentaje de sus acciones se realizarán por cooperación o consorcio, por tanto deberán focalizar su trabajo; aumentar su capacidad de ubicar y gestionar oportunidades, de posesionar y hacer realidad la imagen; ampliar las relaciones y cooperación con las otras instituciones universitarias y con Centros e Institutos de investigación; deberá interactuar con la Industria y Empresa de los sectores primario, secundario y terciario en aquello que puedan complementarse mutuamente. La Universidad deberá comprometerse con el Estado y la Sociedad con resultados medibles.

La Geopolítica Internacional. El mundo actual, y más propiamente el de los inicios del siglo XXI, estará marcado por los grandes bloques económicos entre los cuales se encuentran el constituido por el tratado de libre comercio (TLC o NAFTA), la unión Europea, los países asiáticos, etc. Serán decisiones supranacionales las que determinan el rumbo de las naciones. En este punto es relevante señalar la importancia de la conservación del Medio Ambiente. El Medio Ambiente es uno de los condicionadores de las relaciones comerciales entre los diferentes países y está explicitado en las normas ISO 9000. El Ingeniero del Siglo XXI deberá ser un profesional con una conciencia clara frente a los recursos naturales, la biodiversidad y la conservación de éstos.

Otros aspectos determinante será, y esto particularmente aplica a países como Colombia, la existencia de planes de largo plazo. No es un crecimiento o un desarrollo con planes de corto alcance y esto es aplicable al Estado y a todas las Instituciones. Se deberá concertar sobre grandes metas, sobre un proyecto Nacional. Lester Thurow, en su reciente visita a Colombia manifestó, que unas de las mayores carencias del país es la falta de un proyecto de largo plazo y que exista la conciencia de que el desarrollo es una «Carrera de Relevos». El profesional del próximo siglo deberá tener una conciencia clara de que el trabajo lo hacen equipos y no individuos.

2.1 Contexto para el profesional de la Ingeniería del Siglo XXI.

Como elementos de contexto se presentan los siguientes:

a) la importancia de la Educación y
b) Las tendencias tecnológicas para los inicios del Siglo XXI. Estos elementos se complementaran con lo ya expresado respecto de la sociedad y también en cuanto a las guías de evaluación de programas académicos de ingeniería del Joint Board Of Moderators.

En cuanto a la Educación, no se puede negar que ésta tiene un papel determinante en la sociedad del Siglo XXI, Lester Thurow

plantea en su libro La Guerra del Siglo XXI que Europa será el dueño del Siglo XXI, dado que su principal ventaja radica en el alto nivel educativo de su población mientras que los Estados Unidos, que seguirá como la potencia militar, malgasto su ventaja inicial dejando atrofiar su sistema educativo. Respecto del Japón manifiesta que su baja inventiva y una economía centrada en la exportación lo descartan como líder. Peter Drucker, en su último libro La Sociedad Post Capitalista es decir, la sociedad del conocimiento, también le dedica una parte importante a la educación y al papel de ésta como generadora de desarrollo y bienestar.

Sin ir más lejos, el Gobierno Nacional considera básico «El Salto Educativo» y establece «La Educación, Eje del Desarrollo del País» y al respecto dice:

- «La educación debe ser el eje fundamental del desarrollo económico, político y social de la Colombia de hoy y del futuro. Además del valor intrínseco que tiene una sociedad más educada, por medio de la educación se apropia, crea y difunde el progreso científico y tecnológico, y se construye y transmite una ética de convivencia y equidad que es sustento del desarrollo integral de una nación.

- La educación debe contribuir al propósito nacional de formar un nuevo ciudadano «más productivo en lo económico, más solidario en lo social, más participativo y tolerante en lo político: más respetuoso de los derechos humanos y por tanto más pacífico en sus relaciones con sus semejantes; más consciente del valor de la naturaleza y por tanto, menos depredador, integrado en lo cultural y por tanto más orgulloso de ser colombiano».

- En este sentido, los nuevos sistemas educativos deberán permitir que el conocimiento se genere y se expanda fácilmente, haciendo el aprendizaje y no de la enseñanza, la esencia de la educación. Para ello será indispensable que el estudiante sea el centro de atención de la política educativa y que la institución educativa se

convierta en el centro de la actividad administrativa y organizacional.»

En cuanto a las tendencias, se hace referencia a las que son relevantes para esta discusión y que en gran parte fueron enunciados por el Doctor Pedro Amaya en un reciente seminario sobre Propiedad Industrial:

A) La Revolución Científica y Tecnológica la cual se manifiesta por indicadores como por ejemplo que, según estudios del Club de Roma, el 70% del conocimiento actual ha sido producido en los últimos 50 años es decir, después de la segunda guerra mundial y también que para el año 2020, que es el escenario en el cual enfatizamos en esta reunión, cerca del 85% del conocimiento se habrá generado en los 70 años anteriores. Esta revolución tiene implicaciones importantes a saber:

- Una relación estrecha entre la Ciencia y La Tecnología. Lo anterior significa una mayor cercanía entre el científico y el ingeniero.

- Innovaciones radicales en la Ciencia Básica. Las investigaciones en las Ciencias Básicas darán origen a nuevas disciplinas, como por ejemplo la Biología Molecular que trajo como consecuencia la Ingeniería Genética y de allí el desarrollo agrícola. Esta es la década de la Biotecnología y ya había sido previsto en la década de los 80's como una de las Megatendencias y se había anticipado que los animales serían fábricas eficientes de alimentos y medicamentos y también había anticipado los problemas ético que conllevarían la manipulación de los genes. El 2020 será el florecimiento de los Nuevos Materiales y de la Mecánica Fina. El florecimiento de la Biotecnología no es cáustica, pues como lo plantea Paul Kennedy en su libro Hacia el Siglo XXI, las grandes prioridades de finales del siglo XX y principios del XXI, son la alimentación y la salud.

- La unión cada vez más creciente entre las Universidades, los Centros e Institutos de Investigación y el Sector Productivo.

- El papel determinante de la Universidad, de la gente que va a generar conocimiento. Se relaciona con los cambios estructurales que deberan operarse en las instrucciones educativas con el objeto de poder responder a los retos impuestos por la sociedad de futuro.

- La privatización creciente del conocimiento. La capacidad de producción de conocimiento y de innovación será una ventaja comparativa determinante de las naciones y por consiguiente, el conocimiento que antes era libre circulación cada vez estará menos disponible y más sometido a las reglas de mercado. El profesional deberá aprender no solo el cómo generarlo, transformarlo, etc. Sino también el valor de este conocimiento.

B) El Cambio en las Estructuras de Producción. Como se señaló anteriormente en este trabajo, se avizora una nueva «Empresa» basada en el conocimiento y que está cambiando no el qué se produce sino el cómo se produce; que debe responder cada vez más a una demanda personalizada lo cual implica la producción por lotes y de hecho el desmonte de las grandes cadenas de montaje que caracterizaron la empresa del siglo XX; que está inserta en los grandes conglomerados económicos como fábricas de tecnología; y por último, la invención e innovación creciente en la producción como la ventaja competitiva sostenible.

C) El Medio Ambiente. Está consagrado a nivel mundial, como una prioridad para el desarrollo, el que se respete y conserve el Medio Ambiente es decir, el concepto de Desarrollo Sostenible. En nuestro país la licencia ambiental será una condición sin la cual no se podrá realizar ningún proyecto y el ingeniero deberá ser consciente de su papel frente a esta necesidad, son ejemplos recientes, el poliducto del Pacífico y la discusión acerca de la apertura de la carretera por el tapón del Darien.

D)La Informática. Las tecnologías de la información se han constituido en herramienta indispensable para la mayoría de las disciplinas de la ingeniería. El país está haciendo inversiones importantes en cuanto a las Redes Electrónicas y en particular la Universidad del Valle ha emprendido un plan de información que va desde la Red Institucional de Transmisión de Datos hasta los procesos rutinarios de secretaría. Con base en lo anterior se pueden inferir las características más relevantes del Ingeniero para el próximo siglo, sin perder la perspectiva de lo que ser un profesional no especializado y formado en el contexto de la educación permanente:

1) Una sólida fundamentación científica para poder interactuar más ágilmente con los investigadores y contribuir a hacer útiles las invenciones. también para estar en capacidad de hacer el proceso completo. Además, una sólida fundamentación científica le permitirá soportar y absorber más fácilmente los cambios y transformaciones tecnológicas.

2) Una fundamentación y formación humanista que le permita, como ser culto, poder interactuar a diferentes niveles y con diferentes culturas. Debe ser un profesional sensibilizado frente a las realidades humanas, sociales y culturales.

3) Un sólido conocimiento acerca de la geopolítica internacional y disponer de herramientas que le permitan hacer prospectiva tecnológica.

4) Ser una persona creativa es decir, un profesional que ha sido formado en el desarrollo de un espíritu de síntesis y de innovación.

5) Manejar herramientas informáticas interactivas de tal manera que pueda concebir sistemas de ingeniería más rápidamente y más eficazmente que nunca antes.

6) Deberá tener conocimiento del estado de la industria y las empresas.

7) Que se sepa comunicar tanto en forma oral como escrita y con una actitud hacia el trabajo en grupo. También deberá tener capacidad de búsqueda de información.

3. Ajustes a la estructura curricular

Este perfil, en términos de la estructura curricular concretada a nivel de Plan de Estudio, podría conseguirse con algunos ajustes a la estructura actual como por ejemplo:

- Un Ciclo de Fundamentación esencialmente en Matemáticas, Física, Química y Biología con conocimientos complementarios que contribuyen a su formación integral. Este Ciclo podría tener un peso del orden del 30% del total.

- Un Ciclo Profesional constituido por los siguientes componentes:

- Un Componente de Fundamentación Tecnológica, que conjuntamente con la científica constituyen la esencia de cualquier ingeniería. Estos cursos son obligatorios y representan del orden del 14% del total.

- Un Componente disciplinario correspondiente a la disciplina particular. Estas asignaturas son también obligatorias y representan del orden del 36% del total.

- Un Componente de Contexto, que corresponde a asignaturas como por ejemplo: Idiomas, Medio Ambiente, Legislación, Comunicaciones (expresión), Seguridad Industrial, Pasantías Industriales, etc. El principio de la integridad debe mantenerse también en el Ciclo Profesional. Esto es un 10% del total.

- Un Componente Electivo, que como ya se presentó antes, podría corresponder a un énfasis particular o simplemente a darle al profesional una mayor solvencia profesional. Lo constituye un 10% del total.

Para la formación de los Ingenieros como profesionales creativos, tanto del Método como el Currículo son importantes. Uno de los elementos de la Misión de la Universidad, el más importante, es la formación de profesionales en las mejores condiciones posibles y brindado las mismas oportunidades (en algunos casos, se ofrecen los mismos obstáculos). Los profesionales que salen al mercado de trabajo no deben ser aquellos que lograron sobrevivir a las exigencias universitarias sino aquellos que encontraron en la Universidad un espacio para el aprendizaje, la reflexión y el desarrollo de su talento. Esta reflexión implica que el método pedagógico debe favorecer la participación del estudiante en todas las actividades del conocimiento que en la Universidad se dan y así contribuir a su desarrollo como ser universitario. Entonces, aún los investigadores más comprometidos deben hacer docencia, no puede existir en una Universidad proyectos o programas de investigación en los cuales no haya estudiantes bien sea como asistentes de investigación o realizando Tesis.

La Figura No. 2 presenta, también en forma esquemática, la estructura ajustada con el objeto de poder dar respuesta a las necesidades de formación para el Siglo XXI.

3.1 Implicaciones

Esta concepción del currículo tiene implicaciones a varios niveles y principalmente en cuanto a los roles del Director del Programa Académico en Ingeniería, del docente y del dicente; la vinculación de la Universidad con el Sector Productivo y al interior de las mismas Unidades Académicas y Facultades de Ingeniería.

En cuanto al nuevo Rol del Director del Programa, en la Universidad del Valle se ha adelantado hacia identificar su tarea

principalmente centrada en dos aspectos: La Vigencia y Pertinencia del programa. La Vigencia significa que debe estar al día respecto de la prospectiva tecnológica y disciplinaría para lo cual debe interactuar permanentemente con las Unidades Académicas en cuanto a las tendencias tecnológicas y el desarrollo y evolución del conocimiento. Igualmente deberá participar en encuentros nacionales e internacionales y relacionarse con sus pares.

La Pertinencia significa la relación con los gremios, consejos profesionales, asociaciones de egresados. No es solamente el inspeccionar el estado del «Mercado» sino también el de posesionar al egresado como empleado o como posible generador de empleo. En este aspecto son muy importantes iniciativas como el Programa de Egresados y el Sistema de Innovación y Transferencia de Tecnología, este último fundamentado en Investigación Aplicada. Valoración de Tecnología, Incubación de Empresas de Base Tecnológica, Centros de Innovación y Desarrollo Tecnológico. La Vigencia y la Pertinencia están pensados tanto hacia el exterior como hacia al interior de la Universidad.

En cuanto al docente, su papel como tal, frente a estas nuevas realidades y pedagogías, se modifica sustancialmente porque es a los «...profesores a quienes les corresponde hoy más que nunca crear nuevos modos de relación con el conocimiento que superen el significado acumulativo que ha tenido, y que aún tiene, la formación profesional en la Universidad». El docente será quién motive, dirija y estimule el proceso formativo.

El estudiante, en las nuevas estructuras curriculares, tiene ingerencia y puede decidir sobre las mejores opciones para su desarrollo personal y profesional a través del Plan de Estudio. Es agente de su propia formación lo cual es muy importante dado que en su vida profesional dependerá, no solo de su conocimiento y habilidad en el desempeño, sino también de su facilidad y capacidad para adquirir nuevos conocimientos. Es formar en la Educación Permanente en cuanto a la relación de la Universidad con el Sector Productivo, la Universidad del Valle está adelantando un ambicioso

plan estratégico para consolidar sus vínculos con el sector productivo y empresarial de la región y del país en materia de transferencia y desarrollo tecnológico. Este plan se ha traducido en los últimos años en el establecimiento de acuerdos y alianzas entre el estado, la Universidad y el sector Productivo para el desarrollo de programas y proyectos conjuntos, que comprenden la creación de un empaque tecnológico, incubadora de empresas, instituciones de investigación científica y centros de desarrollo tecnológico.

Teniendo en cuenta sus fortalezas, representadas en su cuerpo docente, su infraestructura de laboratorios, de procesos y de sistemas de servicio público, la Universidad del Valle está estructurando un sistema Institucional de Innovación y Transferencia de Tecnología que es parte integral del sistema de Investigación y Desarrollo, y cuyo propósito fundamental es:
«Promover y fomentar el desarrollo y la innovación tecnológica en la universidad y su transferencia al Sector Productivo a través de mecanismos de corporación y enlace».

Como parte de este plan, es imperativa la consolidación de una Unidad de Gestión de la Innovación y la Tecnología la cual, entre otras, complementa una reflexión permanente acerca de la Tecnología para sobre esta base hacer Prospectiva Tecnológica, como uno de los insumos que deben alimentar el desarrollo curricular de las disciplinas tecnológicas. De esta manera, el plan de estudio de un programa Académico de Ingeniería es entonces el resultado, la expresión de los desarrollos y de los avances que en la Universidad tiene una Facultad o Facultades de Ingeniería.

Finalmente, el éxito de los profesionales que fomentamos para la Ingeniería del Siglo XXI dependerá mayormente de los cambios que desde ya iniciemos como docentes y más propiamente de la reconversión, entendida como la reestructuración, renovación y modernalización de nuestras Facultades de Ingeniería.otros renglones agrícolas con los cuales aspiremos a compartir en el escenario mundial.

El desarrollo de la agroindustria será vital para el desarrollo del campo colombiano. La agroindustria es la locomotora que impulsa

el desarrollo del campo. Permite aprovechar las épocas de mayor producción para extender la oferta de alimentos, evitando las tradicionales (altas) pérdidas de poscosecha, al transformar la materia prima en producto de larga vida en estante. Adicionalmente, la agroindustria permite aumentar el valor agregado.

En Colombia la actividad agroindustrial, generalmente gira en torno de oferta de productos enlatados, generalmente obtenidos con tratamiento a alta temperatura que demeritan su calidad organoléptica. El desarrollo de nuevos productos mediante técnicas diferentes, como la crioconcentración para obtener nuevos tipos de queso de mayor calidad, la liofilización, el calentamiento óhmico o el uso de ultrapresiones para obtener concentrados de juego de mayor calidad, etc, será necesario para aspirar a competir en el exterior con mayores posibilidades de éxito.

El análisis anterior permite concluir que el conocimiento científico-tecnológico será el factor de desarrollo en los próximos años. Se debe planificar la investigación con carácter estratégico, proactiva no reactiva, con visión de mercado internacional. Sin ella, sin los resultados que se generen, no será posible competir en calidad y precio. No basta con contar con ventajas aparentes, como cercanía a mercados y abundancia de recursos naturales, ya que la experiencia de países como Taiwan y Singapur, que carecen de ellos, muestra que la materia prima se puede importar de cualquier país que la produzca con mano de obra barata y se puede transformar, con tecnología desarrollada «in situm» en productos nuevos, de gran calidad, con grandes posibilidades comerciales en los mercados de los países desarrollados.

Finalmente el desarrollo tecnológico colombiano deberá enmarcarse en un ambiente conservasionista de los recursos naturales. La reducción de la contaminación del aire y de los ríos por efecto de la introducción de tecnologías no-contaminantes deberá ser aspecto fundamental en los planes de investigación y desarrollo a proponerse con miras a las próximas décadas. En este aspecto debe tenerse en cuenta los pasos que actualmente se siguen en las

naciones más desarrolladas. La futura expansión del mercado de vehículos eléctricos (no-contaminantes del aire) en esta década en Norteamérica, Europa y Japón, hace prever que su adopción en Colombia, especialmente en las ciudades con mayores índices de contaminación, será una realidad en los inicios del próximo milenio. Este importante paso deberá ser acompañado por un mayor desarrollo de nuestro sector eléctrico. La energía nuclear, tal vez la fuente de energía del futuro, podrá tener espacio en Colombia y de esta forma se liberará el país de la actual pesadilla del racionamiento.

En países en desarrollo como Argentina, Brasil y la India, la energía eléctrica obtenida de plantas nucleares es tenida en cuenta actualmente en los planes de expansión del sector.

BIBLIOGRAFIA

DEL OLMO, Elvia. *Métodos Propectivos*. Caracas, Vadel hermanos Editorial C.A.

DELVASTO, Silvio. GOMEZ de García, Martha. RAMOS, Iván. *El Conocimiento y la Organización. primarias Jornadas de Investigación en Ingeniería*. santiago de Cali. 1993.

Departamento Nacional de Planeación. *El salto Educativo. la Educación, Eje del desarrollo del País*. Documento CONPES 2738-MEN-DNP:UDS. Santa Fe de Bogotá, Octubre de 1994.

Departamento Nacional de Planeación. *Política Nacional de Ciencia y Tecnología* 1.994-1.998. Documento CONPES 2793 COLCIENCIAS-DNP:UDE. Santa fé de Bogotá, Noviembre de 1.994.

DRUCKER, Peter F. *La Sociedad Post Capitalista*. Bogotá, Editorial Norma, 1.994.

Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ICFES, *Planteamientos y Reflexiones Alrededor del Currículo en la Educación Superior*. Serie Memorias Eventos Científicos, Tomo No. 58. Bogotá, 1.987.

JOINT BOARD OF MODERATORS. *Guidelines for Acreditation of Academic Courses*. London. 1.989.

KENNEDY, Paul. *Hacia el Siglo XXI*. Barcelona, Plaza & Janes Editores S.A., 1.993.

NAISBITT, Jhon. ABURDENE, Patricia. *Megatendencias 2000*. Bogotá, Editorial Norma, 1.990.

RAMOS, Iván. *Sistema Institucional de Innovación y Transferencia de Tecnología*. Santiago de Cali. Universidad del Valle. 1.994.

SENGE, Peter M. *La Quinta Disciplina*. Barcelona. Ediciones Juan Granica. 1.992 y 93.

THUROW Lester. *La Guerra del Siglo XXI*. Buenos Aires. Javier Vergara Editores S.A. 1.992.

TOFFLER, Alvin y Heidi. *Las Guerras del Futuro*. Barcelona. Plaza & Janes Editores, 1994. Universidad del Valle. Acuerdo 001 de 1993.

———, Vicerretoría Académica, *Programa Académica de Especialización para el Desarrollo Curricular en la Universidad del Valle*. Santiago de Cali, 1994.

Universidad Nacional de Colombia. *La Metodología en la Acreditación de Programas de Ingeniería*. Santa fé de Bogotá. Abril de 1.994.

———, Seminario Taller: *Investigación y Desarrollo, Propiedad Industrial y Confidencialidad*. Santafé de Bogotá, 1.994.

ACOFI
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

ESCENARIO TECNOLOGICO DEL AÑO 2020

Carlos E. Oliveros T. Ph. D.
Investigador CENICAFE

El análisis del posible escenario tecnológico para el año 2020 en el caso colombiano debe estar acompañado por una revisión del actual desarrollo económico, social, tecnológico-científico del país y las tendencias mundiales en desarrollo de tecnologías y en consolación de mercados a nivel regional, continental y global.

En la primera parte de este documento, se hace un análisis comparativo del desarrollo económico colombiano y de otros países en vías de desarrollo. Se enfatiza la importancia del desarrollo económico y del incremento en el valor agregado de nuestras exportaciones para lograr un mayor desarrollo social. En la segunda, se mencionan las tecnologías de pauta más reconocidas en la actualidad. Se destaca la aplicación en los más diversos campos: agrícola, industrial, médico, etc.

En la tercera parte se analiza el posible efecto de la migración forzada (por violencia) de campo a la ciudad que ha vivido el país en los últimos 10 años y se destaca el posible efecto en la menor oferta de mano de obra rural en los próximos 25 años. también se menciona la competencia que nos ofrecen países como la China y la India por su enorme oferta de mano de obra a precios muy reducidos con relación a Colombia.

El desarrollo económico y el desarrollo tecnológico

Colombia es una de las economías latinoamericanas con mayor tasa de crecimiento anual (5.1 % en 1993) gracias al manejo macroeconómico dado en los últimos años. Debido a lo anterior, a las divisas que generarán los ricos yacimientos de petróleo de Cusiana y a la internacionalización de su economía, las expectativas de crecimiento económico para los próximos años son aún superiores, más del 6.0 % anual.

Lo anterior hace prever el crecimiento significativo del sector exportador (tradicional y no tradicional) y como lo ha puesto el actual gobierno será posible alcanzar la meta de los 10,000 millones de dólares/año. Ello es necesario si se quiere mejorar significativamente el nivel de vida de la población, especialmente la de menores ingresos, reducir los niveles de pobreza y superar el actual modesto ingreso percápita anual de menos de $ USA 1,500/ año. En países en desarrollo como Argentina, Chile, Costa Rica y Venezuela este valor supera los $ USA 2,000 mientras que en la mayor economía mundial (Estados Unidos) pasa de $ USA 20,000. Colombia ocupa actualmente el puesto 15 en ingreso percápita anual entre las naciones de América Latina.

Países del Sudeste Asiático, como Hong Kong, Taiwan, Singapur, Corea del Sur han logrado mejorar significativamente el nivel de ingreso percápita gracias a su elevado crecimiento económico anual, superior al 10% sosteniendo durante más de 15 años. Lo anterior ha sido posible en virtud de acciones coordinadas entre los sectores privado y oficial. El papel del estado se ha centrado en

generar políticas macroeconómicas que permitan un ambiente estable, atractivo a los inversionistas locales y foráneos. La experiencia de Hong Kong es un punto de referencia interesante del cual podemos obtener algunos aspectos aplicables al estado colombiano. Hace treinta años Hong Kong era un país con indicadores económicos similares a la Colombia de entonces. dependía en gran escala de la mano de obra disciplinada y barata llegada a la China (inmigrantes legales e ilegales) la cual fue importante para dar gran impulso a diversos sectores, entre ellos al textil. El estado se encargó de diseñar políticas que proporciaran un ambiente atractivo a la iniciativa privada. El sector exportador creció a ritmo acelerado y poco a poco se convirtió en un polo de desarrollo en el Sudeste Asiático. Hong Kong es hoy uno de los mercados de capitales más importantes del mundo y presenta una de las economías más sólidas con los mejores índices de crecimiento.

A nivel latinoamericano Chile nos muestra como es posible mejorar significativamente el nivel económico en plazos relativamente cortos. A comienzos de los 80's. la economía chilena experimentó sus peores índices de crecimiento. Empresas en bancarrota y desempleo era el panorama chileno. Sin embargo, a fines de los 80's con la «imposición» del modelo neoliberal, la actividad empresarial comenzó a cambiar radicalmente. Chile abrió su economía al capital foráneo y comenzó un ciclo de privatización de empresas oficiales no visto antes en América. El sector exportador chileno, de productos diferentes al cobre, comenzó a crecer gracias a las buenas políticas macroeconómicas y a la iniciativa privada. Surgieron nuevas empresas exportadoras en áreas no tradicionales, como la cría del salmón de alta calidad. Se abrieron mercados en Europa y Asia y, a pesar de la mayor distancia con relación a países con costa pacifica, como Colombia, sus productos compiten en Asia en calidad y precio.

Chile muestra hoy gran actividad empresarial fuera de sus fronteras: empresarios chilenos recientemente adquirieron la empresa de teléfonos de Argentina, importantes empresas en Bolivia,

Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela. Adicionalmente, Chile compite con éxito con empresas de Estados Unidos, Canadá y Europa en el desarrollo de «software». Recientemente ganaron la licitación para actualizar la red de sistemas instaladas en el aeropuerto internacional de Miami.

El análisis anterior nos muestra que es posible mejorar significativamente el nivel de vida en los países en desarrollo si se logra consolidar un ambiente estable que muestre cifras de crecimiento económico sostenible superiores al 6 %. El sector exportador de productos con alto valor agregado[6] debe ser el motor del cambio. La tecnología es la clave para dejar de ser exportador de materias primas, especialmente agrícolas en el caso de Colombia, y en virtud de ello, debe ser desarrollada «in situm». En consecuencia, se requiere diseñar políticas de exportación novedosas, que consideran nuevos mercados aunque ello no necesariamente signifique nuevas fronteras. Se debe conocer la tendencia en los hábitos alimentarios de la gente en los países desarrollados para proceder, mediante la investigación, a elaborar los productos que nuestros potenciales clientes están esperando. En este aspecto queda implícito el concepto de calidad, el cual no solamente hace referencia a aspectos microbiológicos y nutricionales sino a la aceptabilidad, valga decir el gusto, que la gente tenga de ellos.

La competencia en el mercado exportador de alimentos es grande. No solamente intervienen en él los tradicionales productores y exportadores como Estados Unidos, Francia, Italia, etc, sino otros países no reconocidos como exportadores de alimentos, con limitadas áreas para cultivo pero con gran visión de mercados, como los del Sudeste Asiático. Colombia tiene la gran ventaja de estar cerca al mercado Norteamericano y contar con condiciones climáticas que favorecen la producción de alimentos todo el año.

---

6 Entre 1975 y 1992 el valor agregado en los países de América Latina se ha reducido de 55 a 37% mientras que los países del sur y del este de Asia aumentaron del 26 al 47%. (I Foro Regional de Política Industrial. San José de Costa Rica. 1994)

Desarrollo tecnológico actual

Con la manifestación de los microcomputadores en los inicios de los 80's se ha dado un desarrollo tan acelerado de las tecnologías que éstas son permanentemente superadas en calidad y precio, en tiempos relativamente cortos (menos de dos años). Sensores, sistemas de medición y de control incorporados en diferentes equipos de uso industrial, agrícola, comercial, médico, etc, «son conectados» a computadores, son ofrecidos a precios cada vez más reducidos.

Son pocos los campos, especialmente en los países desarrollados, en los cuales no se ha incorporado tecnologías basadas en la informática. Se han desarrollado escuelas de investigación en las más diversas áreas del conocimiento con el fín de conocer lo más cerca posible los principales parámetros que gobiernan determinados procesos o fenómenos. Estas actividades a su vez han retroalimentado a grupos de investigación en campos básicos, como la matemática, y se ha logrado el desarrollo de algorítmos más eficientes para el uso de la informática en tareas de estimación de parámetros, simulación, adquisición de datos, automatizar y control.

Actualmente se tienen áreas de investigación científica y de desarrollo tecnológicos denominadas de «punta». Entre las más conocidas están: la biotecnología, el procesamiento de imágenes y la robótica.

Por medio de la biotecnología se ha logrado grandes procesos como:

- Nuevas variedades de plantas con mejores características fenotípicas, nutricionales, de mayor productividad, y mayor resistencia a las limitaciones físico-químicas (climáticas y de suelo) y biológicas (enfermedades e insectos).

- Nuevas razas de animales resistentes a enfermedades virales que produzcan leche y/o carne con menor contenido de grasa.

- Nuevos productos alimenticios con mejores características físicas, químicas y nutricionales.

- Desarrollo de biosensores para uso en diferentes campos. En las industrias de alimento por ejemplo, se ha desarrollado biosensores para medir el deterioro microbiológico y definir su vida en estante «life shelf».

- Nuevas razas de microorganismos eficientes en la descontaminación de aguas negras o contaminadas con productos de difícil (o muy lenta) degradación como el petróleo.

En el mediano plazo se prevé el uso de la biotecnología para luchar contra las enfermedades del hombre, especialmente las de tipo genético (hereditario).

Procesamiento de imágenes bi o tridimensionales es un campo extensamente trabajado tanto con fines militares como pacíficos. Entre las aplicaciones «civiles» se tiene:

- Industrial, especialmente en la industria automotriz en control de calidad en procesos de manufactura y en años recientes en mantenimiento industrial predictivo.

- Agrícola, para obtener información sobre diferentes cultivos, estado de desarrollo, utilizando satélites.

- Minería, prospección geológica por medio de satélites para detectar la presencia de yacimientos de petróleo y de minerales.

- Médica, para observar partes del cuerpo humano en imágenes bi y tridimensionales. este sector muestra grandes desarrollos basados en el ultrasonido y en la resonancia magnética nuclear.

- Meteorología, para el pronóstico del clima, posible desarrollo de tormentas y su recorrido, utilizando satélites.

- Industria Alimenticia. En este último sector, en los países desarrollados, actualmente se experimentan grandes cambios tecnológicos derivados de nuevos hábitos alimenticios de la población y mayor exigencia de calidad. En la industria de quesos, por ejemplo, la determinación del punto de cuajo actualmente se hace por métodos subjetivos (aún en los países desarrollados) por medio de la inspección visual, evaluación de firmeza, etc, lo cual ocasiona en muchos casos que la calidad de los quesos no sea uniforme y en muchos la pérdida del producto. En trabajos realizados recientemente se ha observado que el procesamiento de imágenes tridimensionales para evaluar la estructura del queso en la etapa de formación es una alternativa eficiente y eficaz para el control del proceso en operación continua.

La robótica tuvo su inicio posiblemente en los 60's con la llegada de la era espacial. Actualmente se utiliza en procesos industriales para reducir costos de producción y mejorar la calidad final del producto (manufactura flexible). La industria automotriz es un campo en el cual se utiliza la robótica extensamente lográndose productos (vehículos) con acabado perfecto y mínimo porcentaje de defectos. gracias a la robótica se ha logrado también incrementar la capacidad de las fábricas (aumentar el número de vehículos/h-operarios) manteniendo precios altamente competitivos. En este aspecto los grandes fabricantes de carros japoneses son líderes mundiales, superando a sus rivales en Estados Unidos y Europa.

En el sector agrícola se ha logrado algunos progresos en robótica. En huertos en Francia y Estados Unidos se han utilizado, con relativo éxito, robots para cosechar manzanas. Sin embargo, factores ambientales, como el viento y la lluvia, aún constituyen limitantes en la tecnología, afectando los sistemas de visión instalados. Para el próximo milenio se prevé que gran parte de las actividades

agropecuarias en los países desarrollados sean realizadas con la ayuda de robots.

En el sector de la salud también se han logrado interesantes desarrollos en robótica con los cuales se podría realizar operaciones con mínimo riesgo para el paciente. En un futuro cercano se dispondrá de sistemas robotizados para la atención de cirugías de alto nivel de riesgo.

Panaroma colombiano tecnológico para el año 2020

El desarrollo tecnológico ha estado muy ligado a las condiciones socioeconómicas de un país. Desde los tiempos de las guerras Napoleónicas, para atender del campo y en las textileras, hasta los inicios del siglo XX cuando los países más poderosos pasaron de ser esencialmente rurales a urbanos. En la década del 20, el 30 % de la población en Estados Unidos vivía en el campo y se ocupaba de labores agrícolas. Actualmente, viven menos del 5 % y responden por la producción de alimentos para más de 250 millones de personas.

Por factores diferentes, Colombia también experimenta un acelerado proceso de conversión de sociedad rural a urbana. El último censo nos muestra a un país con 30 % de su población viviendo en el campo y 70 % en ciudades grandes e intermedias. Según un reciente estudio adelantado por la Conferencia Episcopal de Colombia, solamente debido a la violencia en los últimos 10 años han imaginado del campo a la ciudad casi 600.000 personas. La tasa de migración por violencia estimada en el 2 % permite prever que para el año 2020 sólamente debido a la violencia la población rural colombiana se habrá reducido al 15 %. Si a lo anterior le agregamos el poco o nulo desarrollo industrial y/o agroindustrial en el campo, el cual finalmente se traduce en menores oportunidades de empleo, la población rural colombiana para el año 2020 podría ser inferior al 10 %.

Teniendo en cuenta lo anterior y que el sector agropecuario seguiría siendo el motor del desarrollo económico de Colombia[7] se debe diseñar estrategias coherentes para lograr que el panorama de desarrollo actual mejore en los próximos años y adquiera el nivel sostenible. El desarrollo tecnológico para los diferentes sectores deberá ser considerado factor de seguridad nacional.

A nivel de sector agropecuario se debe dar énfasis en las nuevas tendencias mundiales como la agricultura orgánica (sin el uso de insecticidas y fertilizantes) y cultivos en condiciones de invernadero. En este aspecto la biotecnología debe ser la herramienta básica para producir variedades especiales con resistencia genética al ataque de plagas, a condiciones climáticas (estres hídrico, heladas, etc) y de suelo (acidez, salinidad, exceso de hierro, aluminio, etc) adversas.

Teniendo en cuenta que Colombia será un país integrado a mercados regionales como el pacto andino y a grandes bloques económicos en Norteamerica, Suramérica, Europa y Asia, sus exportaciones agrícolas tendrán que competir no solamente en términos de calidad y precio sino por nuevos sabores obtenidos mediante trabajo genético (café con más aroma, más ácidos, por ejemplo).

Con relación a los costos de producción tanto de productos agrícolas, agroindustriales como industriales, Colombia presenta grandes desventajas con relación a sus vecinos Latinoamericanos y especialmente con respecto a países del Asia como China y la India. En un reciente artículo, el expresidente López Michelsen analizó la situación del mercado textil mundial y presentó cifras inquietantes para Colombia. China es actualmente uno de los mayores productores de algodón y en los últimos años se ha convertido en el mayor exportador de textiles. Los costos de la mano de obra en la China son insignificantes con relación a países

---

7 El «boom» del petróleo podría durar hasta el año 2010. Las actuales existencias de gas natural podrían alcanzar hasta el año 2015. Con relación a la bonanza petrolera conviene aclarar que no es generadora neta de divisas como si lo es el café y en general el sector agropecuario

en Occidente, incluido Colombia. Con el valor de 1 hora de salario en los Estados Unidos se paga el salario mensual de un obrero en la China. Un profesional con nivel de Ph.D. no gana más de 50 dólares mensuales. La situación en la India, país con más de 800 millones de habitantes y la tasa de crecimiento de población más alta del mundo, es algo similar.

El café es un producto de gran importancia social por ser producido por más de 300.000 familias y tener en su espiral de costos un gran componente de mano de obra: más del 70 % de los costos totales. Los costos de café en Colombia solamente son inferiores a los de Kenia lo cual hace suponer que si países como la India, que cultiva café aunque en escala muy inferior a Colombia y que en el 2020 tendrá la mayor población del planeta, comienzan a expandir sus áreas de cultivo con miras a participar del mercado mundial cafetero las posibilidades de competir son muy limitadas. Similar perspectiva es aplicable a otros productos de exportación como banano, cacao, algodón, arroz, azúcar, etc.

En el caso del café, la mecanización de la caficultura, utilizando tecnología de punta, para zonas de ladera y/o para nuevas zonas cafeteras con mayores facilidades de mecanización, será uno de los mayores retos de la Ingeniería colombiana en los próximos años. Máquinas con capacidad de atender todas las labores del campo (desyerbas, fertilización, cosecha) y con nuevas oposiciones como la detección del ataque de plagas (basado en biosensores) deberán estar disponible en el futuro cercano. Similares desarrollados tecnológicos deberán obtenerse para otros renglones agrícolas con los cuales aspiremos a compartir en el escenario mundial.

El desarrollo de la agroindustria será vital para el desarrollo del campo colombiano. La agroindustria es la locomotora que impulsa el desarrollo del campo. Permite aprovechar las épocas de mayor producción para extender la oferta de alimentos, evitando las tradicionales (altas) pérdidas de poscosecha, al transformar la materia prima en producto de larga vida en estante. Adicionalmente, la agroindustria permite aumentar el valor agregado.

En Colombia la actividad agroindustrial, generalmente gira en torno de oferta de productos enlatados, generalmente obtenidos con tratamiento a alta temperatura que demeritan su calidad organoléptica. El desarrollo de nuevos productos mediante técnicas diferentes, como la crioconcentración para obtener nuevos tipos de queso de mayor calidad, la liofilización, el calentamiento óhmico o el uso de ultrapresiones para obtener concentrados de juego de mayor calidad, etc, será necesario para aspirar a competir en el exterior con mayores posibilidades de éxito.

El análisis anterior permite concluir que el conocimiento científico-tecnológico será el factor de desarrollo en los próximos años. Se debe planificar la investigación con carácter estratégico, proactiva no reactiva, con visión de mercado internacional. Sin ella, sin los resultados que se generen, no será posible competir en calidad y precio. No basta con contar con ventajas aparentes, como cercanía a mercados y abundancia de recursos naturales, ya que la experiencia de países como Taiwan y Singapur, que carecen de ellos, muestra que la materia prima se puede importar de cualquier país que la produzca con mano de obra barata y se puede transformar, con tecnología desarrollada «in situm» en productos nuevos, de gran calidad, con grandes posibilidades comerciales en los mercados de los países desarrollados.

Finalmente el desarrollo tecnológico colombiano deberá enmarcarse en un ambiente conservasionista de los recursos naturales. La reducción de la contaminación del aire y de los ríos por efecto de la introducción de tecnologías no-contaminantes deberá ser aspecto fundamental en los planes de investigación y desarrollo a proponerse con miras a las próximas décadas. En este aspecto debe tenerse en cuenta los pasos que actualmente se siguen en las naciones más desarrolladas. La futura expansión del mercado de vehículos eléctricos (no-contaminantes del aire) en esta década en Norteamérica, Europa y Japón, hace prever que su adopción en Colombia, especialmente en las ciudades con mayores índices de contaminación, será una realidad en los inicios del próximo milenio.

Este importante paso deberá ser acompañado por un mayor desarrollo de nuestro sector eléctrico. La energía nuclear, tal vez la fuente de energía del futuro, podrá tener espacio en Colombia y de esta forma se liberará el país de la actual pesadilla del racionamiento.

En países en desarrollo como Argentina, Brasil y la India, la energía eléctrica obtenida de plantas nucleares es tenida en cuenta actualmente en los planes de expansión del sector. Para nada el medio ambiente ecológico sin tener que sacarla de la selva misma, pero es esas moléculas ahí y nosotros no sabemos que es lo que hay y menos sabemos para que es lo que sirven. El Dr. Carlos Olivéros habló de todo lo que se está haciendo en salud por otros lados porque yo pienso que lo del genoma humano a la larga va a ser el avance más grande de todo lo que tiene que ver con la medicina, pero ya hay una tecnología en salud muy sofisticada que utiliza métodos físicos muy a menudo; la resonancia magnética nuclear, la magnetoencefalografía que hace Rodolfo Ginan en Estados Unidos,etc. Esas son técnicas que cada vez van a mejorar diagnósticos y el tratamiento de las enfermedades y que están evidentemente muy fundadas en ciencia. la de telemática y de informática constituyen una dimensión dentro un campo de actividad que cambia completamente el panorama mundial. Nadie es capaz de escribir un libro sin un computador, uno no concibe como podría la gente escribir antes sin los computadores. Todo lo que tiene que ver con telecomunicaciones de alta velocidad, fibras ópticas,etc. ya en muchos países industrializados están instalando fibras ópticas a nivel domésticas. La ultimedia es un campo que apenas está comenzando y tiene unas perspectivas fantásticas, el uso de la informática, la automatización industrial, la robótica, todos son elementos que van a cambiar radicalmente el panorama laboral de la humanidad. Las ideas que hay en ese momento en Microelectrónica, son las de Electrónica molecular, es decir empezar a hacer Electrónica directamente con moléculas, utilizarlas como elementos de conmutación y eso permitiría un nivel de

integración aún mucho mayor del que se tiene hoy. La nanotecnología, es decir todo lo que se deriva por ejemplo de la utilización del microscopio para construir cosas, ésas son también tecnologías que apenas están empezando a verse y respecto a las cuales no sabemos que pueda ocurrir. Ustedes saben que ya se consiguen cromatógrafos de gases que tienen el tamaño de un chip hechos por fotolitografía, sin recurrir todavía a nanotecnología, o que hay enfriadores que enfrían casi a la temperatura del nitrógeno líquido también del tamaño de un chip, de manera que allí hay una cantidad de cosas que apenas están en los laboratorios, porque con la aceleración del progreso, pues muy pronto pueden estar también en las aplicaciones comerciales. En principio se van a poder hacer elementos de conmutación muy rápidos utilizando superconductores, factor 10 más rápido que los semiconductores, pero que de pronto pueda ser que con la famosa Electrónica molecular pasen a la historia también, o con las aplicaciones de la Optoelectrónica, que también tiene sus defectos pero también sus grandes ventajas, todo eso está en los laboratorios de todo el mundo.

Se esta trabajando enormemente, y yo pienso que son campos en los cuales nosotros tenemos que tratar de participar también. Nuevos materiales que es un campo muy interesante, en el cual en Colombia estamos un poquito más adelantados que en otros, allí ya se ha llegado a manejar la tecnología de tal manera que se pueden producir materiales casi que sobre medida. Por lo menos los materiales que se utilizan en semiconductores, ustedes saben que eso se hace prácticamente sobre medida. Las técnicas que se utilizan son la pulverización catódica, que es muy frecuente, la ablasión láser, ésas son técnicas que ya se manejan aquí en Colombia; la epitaxia molecular, que esperamos poder empezar a hacer aquí en Colombia, también es una técnica realmente muy promisoria que permite construir un material capa por capa prácticamente y darles propiedades muy interesantes. Ustedes también conocen lo que hay en materiales compuestos armados con fibras de carbono o metales armados con monocristales etc..ése también es un campo

en plena expansión, en el cual nos estamos metiendo tímidamente y por último en cerámica, ustedes saben que en países como el Japón tienen un avance enorme en el campo de la cerámica. La tecnología especial que el doctor Carlos Oliveros también mencionó, ha dado pie a muchos desarrollos tecnológicos derivados de la necesidad o de los requerimientos muy particulares de ese tipo de ambiente.

En energía hay muchos temas que son de especulación como lo de las estaciones orbitales que producen energía eléctrica por medio de energía solar, la transforman y la transmiten a la tierra por microondas o por láser, ése es un proyecto que ha tenido muchos vaivenes, que todavía tiene sus defensores y que podría ser una solución muy interesante, pero quien sabe que va a pasar.

El segundo punto es quizás el mas importante, yo pienso que la aplicación de la energía nuclear de que hablaba Carlos Oliveros en su documento, va más bien por el lado de la fusión controlada, que por el lado de la fusión actual. Yo pienso que la fusión tiene muchos problemas, los reactores tienen sus fallas, en todas partes, todo tipo de reactores, los reactores de fusión en un principio.. pero la fusión todavía está andando y bueno...andando despacio, mucho más despacio de lo que esperábamos. La famosa fusión fría que tanta bulla hizo hace unos años todavía está dando que hablar, todavía hay gente que piensa que es chiste. Todavía hay experimentos que muestran progresión de calor, excesos de calor, en experimentos específicos de ese estilo, pero realmente no hay claridad sobre el tema, cuando se empezó a hablar de fusión, todo el mundo pensó que iba a ser la panacea, que iba a ser la solución para todos los problemas energéticos, cada uno iba a tener en su casa su reactor de fusión a domicilio, iba a tener disponibilidad infinita de energía, pero las cosas no ocurrieron así, sin embargo los grandes experimentos de fusión han avanzado, el reactor de Princeton por ejemplo ya ha tenido fusiones extraenergéticas y eso quiere decir que por la vía convencional, sin entrar a especular sobre la fusión fría, eso puede tener futuro y yo tengo la convicción de que por ahí está la solución para los problemas energéticos . El día que realmente haya

reactores de fusión funcionando seguros, confiables, pues va a haber una disponibilidad casi infinita de energía.

La utilización generalizada del hidrógeno sigue siendo una alternativa interesante por que el hidrógeno tiene muchas ventajas, se puede conseguir fácilmente por electrólisis del agua u otros métodos y evidentemente es fácil de transportar, tiene riesgos pero tiene muchas ventajas y es por eso que puede competir. Por ejemplo para el transporte masivo o aún para los aviones, puede competir con los combustibles tradicionales en eso se ha trabajado, existe prototipos de carros propulsados por hidrógeno. La energía fotovoltaica de la cual hablamos, sigue siendo una alterativa interesante para propulsar vehículos a pesar que las celdas solares son costosas y relativamente poco eficientes. También existen prototipos que caminan con energia solar y tienen unos rendimientos que no son demasiado malas.

Todas esas tecnologías son intensivas en Ciencia y eso es lo que yo quería esencialmente enfatizar. Y asi va a ser con la mayor parte de las tecnologías del futuro; las agrícolas, la producción de alimentos todas necesitan una buena base en Ciencias. La Biotecnología es fruto de la Biología, la física, la química, la matemática, las ciencias de la tierra están en la base de todo eso y por eso es que es muy importante para nuestro país.Queremos participar de ese proceso no queremos mirarlo desde la barrera, se trata de apropiarse y de participar y eso requiere que se tomen gran cantidad de medidas. Una de ellas es la reforma educativa, pero esa reforma hay que hacerla a todos los niveles, la noción de la importancia de la Ciencia y Tecnología en la educación en Ciencias tiene que arrancar desde la infancia o desde el nacimiento casi y eso implica crear todo un ambiente.

Es fundamental tener una formación básica, sólida y amplia y eso es valido para todas las carreras, para las ingenierías es también necesario una formación conceptualmente muy sólida en la que tenga el estudiante mucha claridad sobre los conceptos básicos de las ciencias, es fundamental que esa base sea muy amplia, por que

precisamente la Ciencia y la Tecnología modernas evolucionan con tal rapidez que el exceso de especialización al comienzo es muy peligroso.

De entrada el estudiante va a tener que cambiar el tipo de información que ha recibido y complementarla y es por eso que tambien es importante que no solamente se le dé información basica en ciencias muy sólida y amplia sino que se mantenga actualizado, que existan programas adecuados de actualización permanentes de todos los profesionales. Que se creen grupos interdisciplinarios, Muchas de las tecnologías involucran profesionales de diferentes áreas, por ejemplo, en la ciencia de materiales hay física, pero también hay química, ingeniería de materiales, resistencia de materiales etc. De manera que cada vez más la colaboración entre profesionales de distintas áreas de la ciencia es fundamental.

En el Centro Internacional de Física CIF tenemos un grupo de biólogos y un grupo de física-teórica y se descubrieron intereses comunes, fruto simplemente del contacto en que estaban. Pero yo creo que es muy importante fomentar y suscitar ese tipo de oportunidades y contactos entre personas de diferentes formaciones. Es por eso muy importante organizar seminarios o eventos en donde se puedan intercambiar ideas entre los diferentes tipos de profesionales y ojalá constituir grupos interdisciplinarios alrededor de programas. Debe darse creación de un nuevo tipo de industría por que en toda esta historia el sector productivo tiene que estar involucrado. El sector industrial es el que a últimas aplica y pone en practica todo eso.Nuestra industria es muy tradicional, la industria pesada fuerte colombiana es una industria muy rudimentaria, no requiere gran tecnología. Esta es nuestra industria fuerte; la cerveza, los textiles, las gaseosas que no necesitan gran cantidad de tecnologías. Es por eso que es muy importante ir abriendo la opción, ir creando los mecanismos para poder crear nuevos tipos de industria.Industrias mucho más avanzadas, que sean capaces de captar ese tipo de tecnologías de ponerlas en prácticas porque como lo decía el doctor Carlos Oliveros los países del sudeste asiático comprendieron ese

mensaje Corea tenía un ingreso per-cápita que era la mitad del nuestro hace 40 años, eran $ 200 dolares contra $ 500 en Colombia. Y hoy Corea nos está vendiendo carros, computadores con un ingreso per-cápita varias veces el nuestro. Corea hizo un esfuerzo muy grande en ciencia y tecnología, y en creación de nuevas industrias. Los coreanos demostraron que eran capaces de crear su propia tecnología importada de manera que esa operación de crear una nueva industria es muy importante y es ahí donde hay que hacer. Los mecanismos para que los nuevos profesionales o cualquer profesional pueda crear esas industrias y un mecanismo para eso son las famosas incubadoras de empresas, de las cuales ya afortunadamente hay varias en el país y pienso que van a extenderse mucho más, porque es una manera de permitirle a los profesionales dinámicos jovenes que tengan sus propias industrias y que empiecen colaborar en cambiar el perfil de la industria nacional y todo eso requiere de parte nuestra gran esfuerzo en ciencia y tecnología. Y eso es algo que los gobiernos tiene que entender.

Para lograr que Colombia se incorpore al mundo moderno y lograr un desarrollo razonable, el desarrollo económico que permite una vida normal de nuestro pueblo, hay que hacer un esfuerzo enorme en ciencia y tecnología. No se trata de apagar incendios, no se trata de hacer políticas de corto plazo, se trata de pensar a largo plazo y de pensar en país, de tener una visión como lo planteaba el video presentado hace un momento a largo plazo, que nos permita seguir un derrotero y que tenga por objetivo tener una visión para el futuro de Colombia, que sea un país desarrollado, tomando el término desarrollo con cuidado. Porque no se trata de copiar a los norteamericanos o a los europeos, se trata de innovar un poquito en eso, por lo menos de poderle garantizar a nuestro pueblo un ingreso y unas condiciones de vida normales.

Ese esfuerzo en ciencia y tecnologia es lo que nos ha faltado, ustedes saben que Colombia tenía hasta hace poco cifras lamentables en inversión en Ciencia y Tecnologia.

Yo creo que afortunadamente las cifras han empezado a cambiar y eso es lo que me propongo decirles ahora, porque yo pienso que es

muy importante que ustedes sepan que está ocurriendo en eso, para que puedan así mejor contribuir en este proceso que se está dando pienso que la industria nuestra se encuentra frente a esta situación. La política general en gobalización de la economía es irreversible. Los paises de América Latina, en particular, se embarcaron en esa historia y yo creo que no se va a poder echar para atrás, de manera que nuestro sector productivo va a tener que enfrentar cada vez más la competencia internacional, va a tener que volverse cada vez más eficiente porque ya no va a haber más protección de ninguna índole. La industria nacional se acostumbró por muchos años a ser la única con políticas de sustitución de importaciones. Había una protección total para la industria y eso cambió radicalmente la creación de las zonas de libre comercio, pues también exponen cada vez más a la industria o al sector productivo en general a la competencia.

Hay un conocimiento de lo que está ocurriendo con el tratado de Libre Comercio de México con Estados Unidos, el del merco sur que está funcionando, el Pacto Andino. Todos tienen por objetivo ampliar los mercados y eso quiere decir que la competencia va a estar cada vez más dura. Es por lo tanto necesario mejorar la eficiencia para poder competir con éxito y sobrevivir sino lo hacemos nuestra industria se muere, de eso no cabe la menor duda. Nuestras ventajas comparativas tradicionales, la mano de obra barata, el clima, etc. van a desaparecer. Hoy en las negociaciones internacionales se habla de dumping social, la tendencia hace que se incremente el costo de la mano de obra para que no pueda competir fácilmente con los países industrializados. La ventaja de la China, lo que Carlos Oliveros decía, que el salario de un chino hoy, es la décima parte del salario de un nortemericano, o mucho menos. Eso no va a durar tampoco, porque además la China tiene un crecimiento económico del más del 10% al año.

Dentro de 20 años la China va a ser la potencia industrial más grande del mundo, 1.200.000.000 personas organizadas y eso es algo que yo pienso que nadie se ha puesto a mirar con cuidado, a donde nos va a llevar, pero es un caso muy concreto. La competencia de la China para nosotros, para todo el mundo va a ser tremenda,

razón de más para que tengamos cada vez que estar mejor para poder competir, sobrevivir. Eso requiere una gran inversión en modernización de la industria; equipos, inversión en bienes de capital, y automatización. Pienso que hay más bien que fomentar la creación de empresas, de microempresas como lo que piensa hacer el gobierno Samper; pero hay que mantener la tendencia de automatizar, para hacer cada vez más eficiente la industria y evidentemente la inversión en investigación y desarrollo.

En las industrias grandes hay que empezar a pensar en hacer investigación y desarrollo. Aquí nosotros nunca habíamos pensado en eso en la industria, con excepciones muy contadas, la Federación Nacional de Cafeteros una de ellas, pero del sector productivo nuestro, el sector agrícola era el único que hacia algo en ese sentido. La industria nuestra nunca ha hecho investigación en serio. Hasta ahora muy recientemente ha empezado a pensar que si quiere competir de verdad no le basta comprar la tecnología. Para comprar la tecnología hay que pagarla y eso necesariamente aumenta los costos.

Si uno quiere competir a la larga es mejor adaptar o desarrollar su propia tecnología y no tener que pagarla cara. Para darle el empujón inicial se necesita que el Estado le meta el hombro, porque sino los industriales no van a arrancar. Una de las políticas actuales a la cuales me referiré, es precisamente la de estimular ese desarrollo tecnológico a través de la creación de centros de investigación y desarrollo por sectores, que eso está específicamente en el plan de desarrollo en el documento del CONPES, al cual me voy a referir. El punto de la creación de nuevas industrias es claro, eso ya lo mencioné de manera que no lo voy a repetir y establecer todo un marco de políticas de crédito, de exenciones tributarias, para estimular a la industria a que se meta a hacer investigación y desarrollo para estimular la creación de nuevas industrias. En una comparación de países en lo que se refiere a la inversión del gobierno y de la industria en ciencia y tecnología se pueden ver que en los países industrializados, en la gran mayoría, la inversión del

Estado y del sector industrial es más o menos comparable, 50% y 50%. En Grecia, Grecia es tal vez uno de los países menos adelantados de la Unión Europea, en Grecia es el 70% la inversión del Gobierno, y tan solo 20% la inversión de la industria y en Latinoamerica 80 y 20% por lo menos. Entonces nosotros estamos invirtiendo muy poco con respecto a los países industrializados. Y aún de los de reciente desarrollo. Corea invierte en la industria el 70% y el gobierno el 30% de los dineros en ciencia y tecnología o desarrollo y tecnología, de manera que esas son cifras que muestran que tenemos que hacer un gran esfuerzo en ese sentido de creación, de estímulos y de mecanismos para mejorar la inversión total del sector privado.

Me voy a referir muy rápidamente a los principales avances que ha habido en lo que se refiere a política de C & T en el país. Lo más importante que ocurrió en el 1968 fue la creación de COLCIENCIAS como un fondo adscrito al Ministerio de Educación Nacional. COLCIENCIAS durante unos 15 años estuvo ahí, no tuvo mayor financiación y realmente su actividad y su impacto en la vida nacional fue poca por estar ubicado donde estaba. Gracias a la acción de los directores de COLCIENCIAS y al apoyo de la comunidad científica en ciertos casos se logró conseguir un primer crédito en COLCIENCIAS y casi simultáneamente uno del ICFES con el BID. Esos créditos fueron el punto de partida, tal vez de un desarrollo mucho más acelerado del sector de C & T. Entre los dos sumaron algo así como 50.000.000 de dólares y permitieron consolidar la infraestructura en las universidades sobre todo en ciencias básicas, con el crédito del ICFES y empezar a financiar proyectos un poquito más ambiciosos a través del crédito para COLCIENCIAS.

La segunda expedición botánica fue una operación del presidente Betancourt que tal vez no se supo aprovechar oportunamente, que no tuvo recursos importantes, que tuvo que recurrir también al préstamo de COLCIENCIAS para poder desarrollar sus planes y eso hizo que el impacto de esa operación, que hubiera podido ser mucho mayor, se quedara un poco en un plano secundario, digámos-

lo así. En el año 87 tuvo lugar una reunión que yo considero fundamental, pues fue la primera vez que 10 ministros del despacho se reunían a hablar de C & T. Eso nunca había ocurrido en el país. Se pudo poner a todos, o casi todos, los ministros a hablar de eso como operación pedagógica.

Fue muy interesante porque les tocó descubrir que el tema era muy importante, entonces se logró un avance considerable en la comprensión por parte del alto gobierno de la importancia de ese tema.

De esa reunión salieron varios hechos importantes, uno fue la orden del Presidente Barco a COLCIENCIAS, de procurar un proyecto de ley de C & T. La segunda fue la declaración del año de la C & T y la tercera fue el lanzamiento de la misión de C & T. Esas cosas importantísimas, la más destacable fue la ley 29 que es la que hoy en día enmarca toda la actividad en C & T en todo el país. Esa ley, que cabe en una página por su generalidad ha sido especialmente buena y favorable. En el uso de las facultades extraordinarias que la ley le dió al gobierno, se produjo el primer decreto que se llamó el Estatuto de C & T decreto 1767, que lo que hizo fue transformar a COLCIENCIAS en un instituto para el desarrollo de la C & T. Sacarlo del Ministerio de Educación y pasarlo a Planeación Nacional suscitó mucho rechazo porque el temor, sobre todo de los científicos de las ciencias básicas era que COLCIENCIAS se volviera una sociedad muy inmediatista, que Planeación la obligara a dedicarse a la tecnología más que a la ciencia.

Afortunadamente eso no ocurrió y es mucho más importante y más estratégico que COLCIENCIAS esté en Planeación Nacional y no en el Ministerio de Educación. Planeación Nacional es una especie de supraministerio que tiene ingerencia en toda la actividad del Estado, o tal vez de la elaboración del presupuesto y de la elaboración del plan de desarrollo, entonces su papel, su influencia es muy importante. De manera que estratégicamente es mejor que COLCIENCIAS esté allí cerca de la Dirección de Planeación Nacional, a que sea por ejemplo un Ministerio de C & T, y eso nos

lo decía el Exministro de Venezuela en alguna oportunidad, que siendo ministro de investigación él estaba al mismo nivel que sus colegas y él no se podía meter en el puesto del Ministerio de Agricultura, de Salud, etc.

Planeación Nacional aquí si se puede inmiscuir en eso y entonces es mucho más estratégico estar ahí que ser ministro. Esa idea siempre ha sido de Pedro Amaya, el anterior director de COLCIENCIAS. El fue el que defendió esa tesis a capa y espada. Muchos estuvimos en contra pero a la hora de la verdad yo creo que tenía totalmente razón. El decreto 1767 fue derogado por el presidente Gaviria porque tenía algunos problemas de tipo operativo que casi paralizan al sector de Ciencia y Tecnología y es por eso que se reemplazó por un conjunto de decretos entre los cuales quiero mencionar en particular al 393 y al 591.El 393 es el que permite al estado asociarse con los particulares, con el sector privado para la creación de entidades de C & T, y ustedes han visto seguramente en la prensa mucha discución sobre eso. La corte constitucional hace un par de meses tuvo un decreto del año 74 o algo así, que permitía la creación de sociedades entre el estado y los particulares, porque alegaban que esa era una forma camuflada de las auxilios, los auxilios ustedes saben que quedaron completamente vetados en La Constitución, el decreto 393 que permitia lo mismo no se cayó porque era explícito para Ciencia y Tecnología, quedó tambaleando y los enemigos de este tipo de acción demandaron el decreto 393 con la esperanza de que esa pequeña salvedad que había quedado cayera también pero en esta oportunidad, la Corte Constitucional, después de haber analizado el tema y basándose en la Constitución dijo que para estimular el desarrollo de la Ciencia y Tecnología en el país era indispensable que el Estado pudiera tener ese tipo de mecanismo, de manera que el 393 sobrevivió totalmente sin ningún salvamento de voto. Eso lo llamó a colación, porque ha habido mucho debate alrededor de eso; pero en este momento ese debate nos permite crear entidades como las que ahora voy a mencionar, con aportes estatales importantes, que se rigen por el derecho privado, asociando a

particulares, industriales, etc., con el Estado para el desarrollo de esas funciones de Ciencia y Tecnología. Luego lo de la Constitución fue muy importante a raíz de todo ese proceso, el ambiente era favorable para que en la Constitución quedaran artículos específicos sobre este tema, siendo una de las pocas constituciones que habla de la Ciencia y Tecnología, como una obligación del Estado. De manera que hoy las cosas quedaron bien y eso da para legislar mucha más en el futuro sobre Ciencia y Tecnología porque está en la Constitución.

Además de la Ley 29, se pueden ir sacando otras que se apoyen en la nueva Constitución. Luego vino la consolidación nacional del sistema Ciencia y Tecnología, el cual se creó en uno de esos decretos con los 11 programas seccionales y regionales con las comisiones regionales de Ciencia y Tecnología; ese proceso se está dando todavia pero todavía hay mucho que hacer al respecto, aunque las cosas se han mejorado y el sistema, creo yo, operó satisfactoriamente en el año 1993, gracias a la Ley 29 donde aparecieron fondos adicionales en el presupuesto nacional, que inicialmente fueron alrededor de 20.000.000.000, pero luego los famosos bonos de guerra los redujo a 8.000.000.000, permitiendo de este modo la creación de una serie de entidades para desarrollar labores en Ciencia y Tecnología. Una de ellas fue la incubación de empresas que hay en Bogotá y otra la Corporación de Biotecnología que se creó recientemente con la sigla CORPOICA, la cual se derivó del ICA. Todas esas entidades se crearon dentro de ese marco, utilizando el Decreto 393 y los fondos que aparecieron en el Presupuesto Nacional, a partir de la Ley de Ciencia y Tecnología.

En el 1993 aparecieron unas exenciones tributarias para las entidades que hagan o desarrollen investigación en ciencia y desarrollo o que hagan donaciones a las entidades que hagan investigación. Esos estímulos son todavía muy tímidos y el gobierno actual piensa mejorarlos. En el mismo año se aprobó el sistema de estímulos a los investigadores que fue una iniciativa vieja de la ACAC, y que al final pues ya está en ejecución. Hay 30 investigadores de la Universidad del Valle que reciben bonificaciones de ese

sistema. Se trata de unos estímulos salariales realmente, no es un salario, para todo el que haga investigación de buen nivel esté donde esté, en su casa, en una universidad o en la industria, y ese sistema pues ya arrancó con 150 personas y se va a ampliar el año entrante en unas 200 o 300 personas más. Y por último vino la famosa misión a que hizo referencia el doctor Silvio Delvasto hace un momento, que fue lanzada por el Presidente Gaviria, y que en el momento de nacer teníamos la duda de qué iba a pasar con eso.

Porque evidentemente una misión de ese estilo que se lanza así al finalizar un gobierno, uno puede pensar que no tiene mucho futuro, porque el próximo gobierno no le va a parar bolas, eso es en general aquí en este país, el próximo gobierno se olvida de lo que dejó el anterior, entonces al comienzo eramos un poco pesimistas sobre eso. Sin embargo se dió una situación muy favorable derivada también de la constitución nacional, y es el hecho de que el gobierno ahora tiene que hacer un plan de desarrollo. Un plan de desarrollo en serio, porque antes era un plan de desarrollo que elaboraban los funcionarios. Las sugerencias de la misión fueron tomadas muy en cuenta y eso es lo que nos hace estar optimistas en este momento.

Yo voy a recordar algunas de esas recomendaciones de la misión, un tema que se habló mucho y que yo lo traje a colación porque es de interés para ustedes. Es el de las organizaciones. En la misión se habló mucho de ciencia y tecnología, de educación y de organización. Fueron los temas centrales y sobre las organizaciones se hicieron una serie de recomendaciones muy específicas, que quedaron casi todos en el documento del CONPES correspondiente.

En particular se hizo la propuesta de crear un Consejo Nacional de Productividad, Gestión y Competitividad que fue acogido inmediatamente por el Presidente Samper, cuando era candidato y la puso en marcha a la semana de haberse posesionado casi. Ese Consejo de Productividad tiene metas a muy largo plazo, es decir está previsto que haga planes para el año 2020 no para el gobierno

actual, que piense a largo plazo. Se han creado cinco subcomités uno de los cuales es el de Recursos Humanos y el otro es el de Tecnología que es precisamente donde yo estoy involucrado ahora, que tiene por objetivo hacer propuestas concretas con esos dos sectores. Además de hay uno sobre infraestructura, y otro sobre el sector agrícola, sobre normatividad. La idea es establecer planes de largo plazo como los que hizo la misma misión. El otro punto es el esfuerzo que hay que hacer para mejorar la gestión en las entidades públicas.

La misión propuso lanzar un programa de endogenización de la ciencia, se acuñaron unos neologismos como ese de la endogenización. Se trata de integrar la ciencia y la tecnología a la cultura y la vida nacional en todos sus aspectos, eso quiere decir endogenización. Se hacen una serie de recomendaciones en lo que se refiere a la formación de recursos humanos, en lo que tiene que ver con los estímulos al investigador, en el apoyo a universidades, grupos y centros de investigación, en el fomento del desarrollo tecnológico fundamental, en la preservación y uso de la biodiversidad y la apropiación social de la ciencia. Un poco lo que los norteamericanos llaman entendimiento público de la ciencia, es decir, hacer que el público se apropie de la ciencia y la tecnología, crear una cultura más centrada en ciencia y tecnología. Una de las propuestas concretas es incrementar la inversión en ciencia y tecnología, hasta alcanzar el 2% del PIB en 10 años.

Lo anterior es muy específico, está muy definido, es apenas una inversión normal en un país normal, Colombia hace 10 años invertía el 0.15% del PIB. Según las últimas cifras de COLCIENCIAS, el año pasado estábamos en 0.5% lo cual ya era un logro importante realmente, pero que todavía nos coloca en un lugar a nivel latinoamericano bastante secundario. Chile está cerca del 1%, Argentina, Brasil, México están por encima del 0.8% de manera que nosotros con el 0.5% apenas comenzamos a mostrar la cabeza, de manera que la propuesta es alcanzar el 2% y ya en el CONPES se dice muy claramente que hay que alcanzar el 1% en este cuatrenio. Se trata de dar el primer paso en esta dirección, que

es duplicar la inversión en ciencia y tecnología en estos 4 años. Es un paso muy importante sin lugar a dudas. El otro punto es incrementar el número de investigadores, hasta llegar al 1 por 1000 en la población. Nosotros tenemos el 0.15 por 1000 en este momento y eso forzando las cosas.

Un país industrializado normal tiene entre el 2 y el 3 por 1000. Argentina tiene como el 0.7 por 1000 entonces lo que se plantea es que en 10 años se llegue al 1 por 1000 de la población, eso quiere decir 36000 personas dedicadas a la investigación y desarrollo en todas las áreas. Se trata de ciencias naturales, de ciencias sociales, etc. Se propone alcanzar 8000 doctores en 10 años, es decir 800 doctores anuales y el resto magisteres y técnicos.

El CONPES propone formar 500 doctores por año, es decir otorgar 500 becas por año. Es un esfuerzo muy considerable y lograr alcanzar la meta de 2000 investigadores con doctorados a la vuelta de este cuatrenio. El CONPES trata de reformar la educación en ciencias y crear todo un sistema de divulgación científica; crear museos de ciencias, revistas, periódicos, programas de televisión, etc. para que el público en general comience a darse cuenta de la importancia de la ciencia y la tecnología y establecer estímulos tributarios y beneficios en la investigación y desarrollo. La idea es incrementar mucho más de manera que se pueda alcanzar la meta de que el 40% de la inversión en ciencia y tecnología esté a cargo del sector privado.

La idea de todos modos es que esos dineros sirvan para consolidar todo el sistema de ciencia y tecnología, todo el sistema de producción de conocimiento, y eso implica reforzar los grupos de investigación existentes en las universidades. Crear nuevos grupos de investigación, el CONPES propone crear alrededor de 250 nuevos grupos, crear centros de investigación y desarrollo. El CONPES propone 25 centros investigación nuevos, además de los existentes, que se tratará de consolidar y reforzar, Estos son los planteamientos que se han hecho y que afortunadamente aparecieron en el documento de la misión pues quedaron así todas plasmadas en el documento que aprobó el CONPES.

Ustedes saben que el CONPES es el máximo organismo de política económica del país, de manera que esos planteamientos son prácticamente seguros, los planes aprobados por el CONPES se tienen en cuenta y se les da el presupuesto necesario y se ve claramente que al finalizar este cuatrenio se alcanzaría el 1% de inversión en ciencia y tecnología, para del PIB.

Yo pienso que estamos dando pasos importantes en la dirección adecuada, sí vamos a lograr que el país comience a desarrollarse y aún más a nivel latinoamericano. En este campo Colombia comienza a mostrar la nariz y ya empiezan a pensar que nosotros estamos andando un poco más rápido que otros, que estamos empezando a recuperar el tiempo perdido y creo que si se continúa con seriedad.

PREGUNTAS:

Estamos hablando de 4 años y hasta el año 2020. Nuestros futuros ingenieros son nuestros futuros bachilleres y nuestros bachilleres vienen de la primaria. ¿Qué estamos haciendo con estas personas?

Doctor Eduardo Posada, yo no mencioné esa parte del documento de la misión porque es el más largo y el más complejo, entre otras cosas, lo que se plantea es arrancar con una reforma de la educación. Tal vez ustedes hayan visto la propuesta de Rodolfo Llinas de crear un juego de computador multimedia para enseñar conceptos en las escuelas. Para enseñar ciencias, es todo un plan muy ambicioso para cubrir toda la escuela desde 1o. hasta 11o. a través de juegos de computador. El ya tiene un prototipo que fue desarrollado por un grupo en la Universidad de los Andes y es bastante impresionante, ese sistema lo van a probar en 250 escuelas. La idea es que los niños de 9 años comprendan conceptos muy fundamentales, como por ejemplo la importancia de la agricultura, entonces mediante un juego, el jugador tiene a su disposición 3 pueblos indígenas de hace 4000 años de América, una tribu amazonas, un pueblo en América

Central y otro en el altiplano cundiboyacense y dispone de una cantidad de parámetros que se pueden modificar dispone de informaciones básicas sobre el tipo de suelos, y una cantidad de cosas que pueden cambiar. Entonces puede ver como cambian los suelos a través del uso de esas herramientas. La intención es que ellos comprendan conceptos de fondo más que cualquier cosa, y asi el plan es enseñar ciencia, química, física, a través de ese tipo de mecanismos. Es una alternativa. Lo otro pues es una educación no formal e informal que plantea aquí la creación de ese medio ambiente en la sociedad para la ciencia y la tecnología y la realización de una gran cantidad de actividades paralelos con la escuela, como lo que viene haciendo COLCIENCIAS con su juego cuclí-cuclí, un programa que ha dado muy buen resultado en las escuelas de primaria, la realización de organización de clubes de ciencia, la organización de ferias, exposiciones, etc. para fomentar precisamente la creatividad y evitar que como alguien decía su educación termino cuando entro a la escuela.

ACOFI
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

LAS RELACIONES ENTRE LA CIENCIA Y LAS TECNOLOGIAS APLICADAS EN EL AÑO 2020.

EDUARDO POSADA,
Presidente
Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia A.C.A.C.

Acontinuación una breve reseña del desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en nuestro país.

En Colombia se están haciendo esfuerzos importantes en el campo específico del desarrollo tecnológico con acciones muy interesantes voy a iniciar con la parte futurística haciendo mención de las tecnologías que a mi me parecen promisorias; Hacer futurología a estas alturas es muy difícil y ustedes saben que la investigación básica, y eso es tal vez un mensaje que hay que dejar, ha aportado una gran cantidad de descubrimientos inesperados. Sin ir más lejos el tema de la superconductividad, en el cual yo he trabajado mucho tiempo, hace unos siete u ocho años nos deparó una sorpresa total a todos, por que nadie esperaba que pudieran existir materiales superconductores a temperaturas tan altas como 120 grados kelvin y como los hay ahora a 250 grados era totalmente

inesperado. La mayor parte de los físico-teóricos pensaban que también era totalmente imposible. Entonces hay una serie de descubrimientos de la investigación básica y de productos de esa investigación que son totalmente impredecibles y es por eso que es sumamente difícil hacer futurología en serio, porque muchísimas cosas de las que vivimos hoy en la tecnología, han resultado de descubrimientos de la investigación básica.

De manera que enumerare algunas de esas tecnologías haciendo una proyección lineal de lo que tenemos hoy, pero evidentemente las sorpresas pueden ser muy grandes. Yo pienso que el mensaje que hay que dejar es hacer mucha investigación básica, además de la investigación aplicada; es decir que cualquier país tiene que investigación básica para participar en ese proceso de generación de conocimiento, que es el que realmente hace avanzar a la humanidad.

Una de las tecnologías avanzadas y más promisorias en este momento es la BIOTECNOLOGIA. Los futuristas me perdonarán si agrupo allí temas que pueden no ser biotecnología, pero realmente pienso que todo lo que tiene que ver con seres vivos, con genética, etc., puede caber dentro de esa nominación. En la ingeniería genética, gracias al descubrimiento producto de la investigación básica, de la doble hélice y de toda la estructura genética, ya se sabe precisamente como modificar o mejorar por lo menos la información genética que está en los seres vivos, como producir cambios que en principio están orientados a mejorarlos; se hace ingeniería genética en plantas. La Federación Nacional de Cafeteros, por ejemplo, tiene plantas ya transgénicas por ingeniería genética. Se han producido plantas de tabaco mejoradas para resistir ciertas enfermedades, incorporando ya genes específicos de resistencia en la estructura de la información genética, de manera que ya no es ciencia ficción. Ya se sabe perfectamente modificar el código genético y poner a los micro-organísmos a producir cosas; por ejemplo, en Cuba hay un avance muy grande en este campo, se produce Insulina o Interferon o vacunas por estos métodos, simplemente utilizando micro-organismos modificados. En animales tam-

bién se puede hacer el mismo tipo de cosas, tal vez no tan importantes como la operación gigantesca genoma humano que arrancó hace unos años en Europa y Estados Unidos el cual busca descifrar el código genético del hombre. Hay mucha discusión sobre la propiedad intelectual de todos esos trabajos para patentar los genes que se van a hacer; éste es un campo que está en plena expansión, en pleno movimiento y es inútil ponerse a especular. Muy probablemente al lograr decodificar completamente el código genético humano se van a poner en discución muchos aspectos que tienen que ver con enfermedades de origen genético.

Aquí en Colombia esto ya se esta trabajando en la Universidad de los Andes.

Hay enfermedades que son puramente genéticas que se pueden mejorar por esas vías, y es apenas un comienzo, porque una vez que se comprenda ese código las perspectivas van a ser fantásticas. Hasta el envejecimiento se va a poder eliminar y así encontrar el gen que genere toda esa historia; ahí uno puede especular enormemente. Me permito decir que en moléculas la biodiversidad es simplemente eso. Sí queremos utilizarla, si queremos gozar del paisaje, gozar de la riqueza zoológica etc., está muy bien, pero si queremos hacer algo con eso, la biodiversidad es algo más que todo compuesto químico y eso es lo que tenemos que empezar a entender y mirar como es, lo que hacen las multinacionales, farmacéuticas o químicas que envían expediciones a buscar en nuestros países plantas, animales, microorganismos, levadura, etc.; se los llevan, los analizan, buscan lo principios activos, los sintetizan y luego nos los regresan con un valor agregado enorme; lo que realmente tenemos que empezar a hacer es mirar lo que hay. uno puede ver si esas moléculas sirven, las sintetiza o las produce en plantaciones o lo que sea, sin afectar para nada el medio ambiente ecológico sin tener que sacarla de la selva misma, pero es esas moléculas ahí y nosotros no sabemos que es lo que hay y menos sabemos para que es lo que sirven. El Dr. Carlos Oliveros habló de todo lo que se está haciendo en salud por otros lados porque yo pienso que lo del genoma

humano a la larga va a ser el avance más grande de todo lo que tiene que ver con la medicina, pero ya hay una tecnología en salud muy sofisticada que utiliza métodos físicos muy a menudo; la resonancia magnética nuclear, la magnetoencefalografía que hace Rodolfo Ginan en Estados Unidos, etc. Esas son técnicas que cada vez van a mejorar diagnósticos y el tratamiento de las enfermedades y que están evidentemente muy fundadas en ciencia. la de telemática y de informática constituyen una dimensión dentro un campo de actividad que cambia completamente el panorama mundial. Nadie es capaz de escribir un libro sin un computador, uno no concibe como podría la gente escribir antes sin los computadores. Todo lo que tiene que ver con telecomunicaciones de alta velocidad, fibras ópticas,etc. ya en muchos países industrializados están instalando fibras ópticas a nivel domésticas. La ultimedia es un campo que apenas está comenzando y tiene unas perspectivas fantásticas, el uso de la informática, la automatización industrial, la robótica, todos son elementos que van a cambiar radicalmente el panorama laboral de la humanidad. Las ideas que hay en ese momento en Microelectrónica, son las de Electrónica molecular, es decir empezar a hacer Electrónica directamente con moléculas, utilizarlas como elementos de conmutación y eso permitiría un nivel de integración aún mucho mayor del que se tiene hoy. La nanotecnología, es decir todo lo que se deriva por ejemplo de la utilización del microscopio para construir cosas, ésas son también tecnologías que apenas están empezando a verse y respecto a las cuales no sabemos que pueda ocurrir. Ustedes saben que ya se consiguen cromatógrafos de gases que tienen el tamaño de un chip hechos por fotolitografía, sin recurrir todavía a nanotecnología, o que hay enfriadores que enfrían casi a la temperatura del nitrógeno líquido también del tamaño de un chip, de manera que allí hay una cantidad de cosas que apenas están en los laboratorios, porque con la aceleración del progreso, pues muy pronto pueden estar también en las aplicaciones comerciales. En principio se van a poder hacer elementos de conmutación muy rápidos utilizando superconduc-

tores, factor 10 más rápido que los semiconductores, pero que de pronto pueda ser que con la famosa Electrónica molecular pasen a la historia también, o con las aplicaciones de la Optoelectrónica, que también tiene sus defectos pero también sus grandes ventajas, todo eso está en los laboratorios de todo el mundo.

Se esta trabajando enormemente, y yo pienso que son campos en los cuales nosotros tenemos que tratar de participar también. Nuevos materiales que es un campo muy interesante, en el cual en Colombia estamos un poquito más adelantados que en otros, allí ya se ha llegado a manejar la tecnología de tal manera que se pueden producir materiales casi que sobre medida. Por lo menos los materiales que se utilizan en semiconductores, ustedes saben que eso se hace prácticamente sobre medida. Las técnicas que se utilizan son la pulverización catódica, que es muy frecuente, la ablasión láser, ésas son técnicas que ya se manejan aquí en Colombia; la epitaxia molecular, que esperamos poder empezar a hacer aquí en Colombia, también es una técnica realmente muy promisoria que permite construir un material capa por capa prácticamente y darles propiedades muy interesantes. Ustedes también conocen lo que hay en materiales compuestos armados con fibras de carbono o metales armados con monocristales etc..ése también es un campo en plena expansión, en el cual nos estamos metiendo tímidamente y por último en cerámica, ustedes saben que en países como el Japón tienen un avance enorme en el campo de la cerámica. La tecnología especial que el doctor Carlos Oliveros también mencionó, ha dado pie a muchos desarrollos tecnológicos derivados de la necesidad o de los requerimientos muy particulares de ese tipo de ambiente.

En energía hay muchos temas que son de especulación como lo de las estaciones orbitales que producen energía eléctrica por medio de energía solar, la transforman y la transmiten a la tierra por microondas o por láser, ése es un proyecto que ha tenido muchos vaivenes, que todavía tiene sus defensores y que podría ser una solución muy interesante.

El segundo punto es quizás el más importante, yo pienso que la aplicación de la energía nuclear de que hablaba Carlos Oliveros en su documento, va más bien por el lado de la fusión controlada, que por el lado de la fusión actual. Yo pienso que la fusión tiene muchos problemas, los reactores tienen sus fallas, en todas partes, todo tipo de reactores, los reactores de fusión en un principio.. pero la fusión todavía está andando y bueno...andando despacio, mucho más despacio de lo que esperábamos. La famosa fusión fría que tanta bulla hizo hace unos años todavía está dando que hablar, todavía hay gente que piensa que es chiste. Todavía hay experimentos que muestran progresión de calor, excesos de calor, en experimentos específicos de ese estilo, pero realmente no hay claridad sobre el tema, cuando se empezó a hablar de fusión, todo el mundo pensó que iba a ser la panacea, que iba a ser la solución para todos los problemas energéticos, cada uno iba a tener en su casa su reactor de fusión a domicilio, iba a tener disponibilidad infinita de energía, pero las cosas no ocurrieron así, sin embargo los grandes experimentos de fusión han avanzado, el reactor de Princeton por ejemplo ya ha tenido fusiones extraenergéticas y eso quiere decir que por la vía convencional, sin entrar a especular sobre la fusión fría, eso puede tener futuro y yo tengo la convicción de que por ahí está la solución para los problemas energéticos . El día que realmente haya reactores de fusión funcionando seguros, confiables, tendremos una disponibilidad casi infinita de energía.

La utilización generalizada del hidrógeno sigue siendo una alternativa interesante por que el hidrógeno tiene muchas ventajas, se puede conseguir fácilmente por electrólisis del agua u otros métodos y evidentemente es fácil de transportar, tiene riesgos pero tiene muchas ventajas y es por eso que puede competir. Por ejemplo para el transporte masivo o aún para los aviones, puede competir con los combustibles tradicionales, existe prototipos de carros propulsados por hidrógeno. La energía fotovoltaica de la cual hablamos, sigue siendo una alterativa interesante para propulsar vehículos a pesar que las celdas solares son costosas y relativamente

poco eficientes. También existen prototipos que caminan con energia solar y tienen unos rendimientos aceptables.

Todas esas tecnologías son intensivas en Ciencia y eso es lo que yo quería esencialmente enfatizar. Y asi va a ser con la mayor parte de las tecnologías del futuro; las agrícolas, la producción de alimentos todas necesitan una buena base en Ciencias. La Biotecnología es fruto de la Biología, la física, la química, la matemática, las ciencias de la tierra están en la base de todo eso y por eso es que es muy importante para nuestro país.Queremos participar de ese proceso no queremos mirarlo desde la barrera, se trata de apropiar y de participar y eso requiere que se tomen gran cantidad de medidas. Una de ellas es la reforma educativa, pero la reforma hay que hacerla a todos los niveles, la noción de la importancia de la Ciencia y Tecnología en la educación en Ciencias tiene que arrancar desde la infancia o desde el nacimiento y eso implica crear todo un ambiente.

Es fundamental tener una formación básica, sólida y amplia y eso es valido para todas las carreras, para las ingenierías es también necesario una formación conceptualmente muy sólida en la que el estudiante tenga mucha claridad sobre los conceptos básicos de las ciencias, es fundamental que esa base sea muy amplia, por que precisamente la Ciencia y la Tecnología modernas evolucionan con tal rapidez que el exceso de especialización al comienzo es muy peligroso.

De entrada el estudiante va a tener que cambiar el tipo de información que ha recibido y complementarla y es por eso que también es importante que no solamente se le dé información básica en ciencias muy sólida y amplia sino que se mantenga actualizado, que existan programas adecuados de actualización permanentes de todos los profesionales. Que se creen grupos interdisciplinarios, muchas de las tecnologías involucran profesionales de diferentes áreas, por ejemplo, en la ciencia de materiales hay física, pero también hay química, ingeniería de materiales, resistencia de materiales etc. De manera que cada vez más la colaboración entre profesionales de distintas áreas de la ciencia es

fundamental

En el Centro Internacional de Física CIF tenemos un grupo de biólogos y un grupo de física-teórica y se descubrieron intereses comunes, fruto simplemente del contacto en que estaban. Pero yo creo que es muy importante fomentar y suscitar ese tipo de oportunidades y contactos entre personas de diferentes formaciones. Es por eso muy importante organizar seminarios o eventos en donde se puedan intercambiar ideas entre los diferentes tipos de profesionales y ojalá constituir grupos interdisciplinarios alrededor de programas. Debe darse creación de un nuevo tipo de industría por que en toda esta historia el sector productivo tiene que estar involucrado. El sector industrial es el que a últimas aplica y pone en practica todo eso.Nuestra industria es muy tradicional, la industria pesada fuerte colombiana es una industria muy rudimentaria, no requiere gran tecnología. Esta es nuestra industria fuerte: la cerveza, los textiles, las gaseosas que no necesitan gran cantidad de tecnologías. Es por eso que es muy importante ir abriendo la opción, ir creando los mecanismos para poder crear nuevos tipos de industria.Industrias mucho más avanzadas, que sean capaces de captar ese tipo de tecnologías de ponerlas en prácticas porque como lo decía el doctor Carlos Oliveros los países del sudeste asiático comprendieron ese mensaje Corea tenía un ingreso per-cápita que era la mitad del nuestro hace 40 años, eran $ 200 dolares contra $ 500 en Colombia. Y hoy Corea nos está vendiendo carros, computadores con un ingreso per-cápita varias veces el nuestro. Corea hizo un esfuerzo muy grande en ciencia y tecnología, y en creación de nuevas industrias. Los coreanos demostraron que eran capaces de crear su propia tecnología importada de manera que esa operación de crear una nueva industria es muy importante y es ahí donde hay que hacer. Los mecanismos para que los nuevos profesionales o cualquer profesional pueda crear esas industrias y un mecanismo para eso son las famosas incubadoras de empresas, de las cuales ya afortunadamente hay varias en el país y pienso que van a extenderse mucho más, porque es una manera de permitirle a los profesionales diná-

micos jovenes que tengan sus propias industrias y que empiecen colaborar en cambiar el perfil de la industria nacional y todo eso requiere de parte nuestra gran esfuerzo en ciencia y tecnología. Y eso es algo que el gobierno tiene que entender.

Para lograr que Colombia se incorpore al mundo moderno y lograr un desarrollo razonable, el desarrollo económico que permite una vida normal de nuestro pueblo, hay que hacer un esfuerzo enorme en ciencia y tecnología. No se trata de apagar incendios, no se trata de hacer políticas de corto plazo, se trata de pensar a largo plazo y de pensar en país, de tener una visión a largo plazo, que nos permita seguir un derrotero y que tenga por objetivo tener una visión del futuro de Colombia, que sea un país desarrollado, tomando el término desarrollo con cuidado. Porque no se trata de copiar a los norteamericanos o a los europeos, se trata de innovar un poquito en eso, por lo menos de poderle garantizar a nuestro pueblo un ingreso y unas condiciones de vida normales.

Ese esfuerzo en ciencia y tecnología es lo que nos ha faltado, ustedes saben que Colombia tenía hasta hace poco cifras lamentables en inversión en Ciencia y Tecnología.

Afortunadamente las cifras han empezado a cambiar y eso es lo que me propongo decirles ahora, porque es importante que ustedes sepan que está ocurriendo, para que puedan así mejor contribuir en este proceso que se está dando, pienso que la industria nuestra se encuentra frente a esta situación. La política general en globalización de la economía es irreversible. Los países de América Latina, en particular, se embarcaron en esa historia y yo creo que no se va a poder echar para atrás, de manera que nuestro sector productivo va a tener que enfrentar cada vez más la competencia internacional, va a tener que volverse cada vez más eficiente porque ya no va a haber más protección de ninguna índole. La industria nacional se acostumbró por muchos años a ser la única con políticas de sustitución de importaciones. Había una protección total para la industria y eso cambió radicalmente la creación de las zonas de libre comercio, pues también exponen cada vez más a la industria o al sector

productivo en general a la competencia.

Hay un conocimiento de lo que está ocurriendo con el tratado de Libre Comercio de México con Estados Unidos, el del merco sur que está funcionando, el Pacto Andino. Todos tienen por objetivo ampliar los mercados y eso quiere decir que la competencia va a estar cada vez más dura. Es por lo tanto necesario mejorar la eficiencia para poder competir con éxito y sobrevivir sino lo hacemos nuestra industria se muere, de eso no cabe la menor duda. Nuestras ventajas comparativas tradicionales, la mano de obra barata, el clima, etc. van a desaparecer. Hoy en las negociaciones internacionales se habla de "Jumping" social, la tendencia hace que se incremente el costo de la mano de obra para que no pueda competir fácilmente con los países industrializados. La ventaja de la China, lo que Carlos Oliveros decía, que el salario de un chino hoy, es la décima parte del salario de un norteamericano, o mucho menos. Eso no va a durar tampoco, porque además la China tiene un crecimiento económico del más del 10% al año.

Dentro de 20 años la China va a ser la potencia industrial más grande del mundo, 1.200.000.000 personas organizadas y eso es algo que yo pienso que nadie se ha puesto a mirar con cuidado, a donde nos va a llevar, pero es un caso muy concreto. La competencia de la China para nosotros, para todo el mundo va a ser tremenda, razón de más para que tengamos cada vez que estar mejor para poder competir, sobrevivir. Eso requiere una gran inversión en modernización de la industria; equipos, inversión en bienes de capital, y automatización. Pienso que hay más bien que fomentar la creación de empresas, de microempresas como lo que piensa hacer el gobierno Samper; pero hay que mantener la tendencia de automatizar, para hacer cada vez más eficiente la industria y evidentemente la inversión en investigación y desarrollo.

En las industrias grandes hay que empezar a pensar en hacer investigación y desarrollo. Aquí nosotros nunca habíamos pensado en eso en la industria, con excepciones muy contadas, la Federación Nacional de Cafeteros una de ellas, pero del sector productivo

nuestro, el sector agrícola era el único que hacia algo en ese sentido. La industria nuestra nunca ha hecho investigación en serio. Para competir de verdad no es suficiente con adquirir tecnología. Para comprar la tecnología hay que pagarla y eso necesariamente aumenta los costos.

Si uno quiere competir a la larga es mejor adaptar o desarrollar su propia tecnología y no tener que pagarla cara. Para darle el empujón inicial se necesita que el Estado le meta el hombro, porque sino los industriales no van a arrancar. Una de las políticas actuales a la cuales me referiré, es precisamente la de estimular ese desarrollo tecnológico a través de la creación de centros de investigación y desarrollo por sectores, que eso está específicamente en el plan de desarrollo en el documento del CONPES, al cual me voy a referir. El punto de la creación de nuevas industrias es claro, eso ya lo mencioné de manera que no lo voy a repetir y establecer todo un marco de políticas de crédito, de exenciones tributarias, para estimular a la industria a que se meta a hacer investigación y desarrollo para estimular la creación de nuevas industrias. En una comparación de países en lo que se refiere a la inversión del gobierno y de la industria en ciencia y tecnología se pueden ver que en los países industrializados, en la gran mayoría, la inversión del Estado y del sector industrial es más o menos comparable, 50% y 50%. Grecia es tal vez uno de los países menos adelantados de la Unión Europea, en Grecia es el 70% la inversión del Gobierno, y tan solo 20% la inversión de la industria y en Latinoamerica 80 y 20% por lo menos. Entonces nosotros estamos invirtiendo muy poco con respecto a los países industrializados. Y aún de los de reciente desarrollo. Corea invierte en la industria el 70% y el gobierno el 30% de los dineros en ciencia y tecnología o desarrollo y tecnología, de manera que esas son cifras que muestran que tenemos que hacer un gran esfuerzo en ese sentido de creación, de estímulos y de mecanismos para mejorar la inversión total del sector privado.

Me voy a referir muy rápidamente a los principales avances que

ha habido en lo que se refiere a política de C & T en el país. Lo más importante que ocurrió en el 1968 fue la creación de COLCIENCIAS como un fondo adscrito al Ministerio de Educación Nacional. COLCIENCIAS durante unos 15 años estuvo ahí, no tuvo mayor financiación y realmente su actividad y su impacto en la vida nacional fue poca por estar ubicado donde estaba. Gracias a la acción de los directores de COLCIENCIAS y al apoyo de la comunidad científica en ciertos casos se logró conseguir un primer crédito en COLCIENCIAS y casi simultáneamente uno del ICFES con el BID. Esos créditos fueron el punto de partida, tal vez de un desarrollo mucho más acelerado del sector de C & T. Entre los dos sumaron algo así como 50.000.000 de dólares y permitieron consolidar la infraestructura en las universidades sobre todo en ciencias básicas, con el crédito del ICFES y empezar a financiar proyectos un poquito más ambiciosos a través del crédito para COLCIENCIAS.

La segunda expedición botánica fue una operación del presidente Betancourt que tal vez no se supo aprovechar oportunamente, que no tuvo recursos importantes, que tuvo que recurrir también al préstamo de COLCIENCIAS para poder desarrollar sus planes y eso hizo que el impacto de esa operación, que hubiera podido ser mucho mayor, se quedara un poco en un plano secundario, digámoslo así. En el año 87 tuvo lugar una reunión que considero fundamental, pues fue la primera vez que 10 ministros del despacho se reunían a hablar de C & T. Eso nunca había ocurrido en el país. Se pudo poner a todos, o casi todos, los ministros a hablar de eso como operación pedagógica.

Fue muy interesante porque les tocó descubrir que el tema era muy importante, entonces se logró un avance considerable en la comprensión por parte del alto gobierno de la importancia de ese tema.

De esa reunión salieron varios hechos importantes, uno fue la orden del Presidente Barco a COLCIENCIAS, de procurar un proyecto de ley de C & T. La segunda fue la declaración del año de la C & T y la tercera fue el lanzamiento de la misión de C & T. Esas

cosas importantísimas, la más destacable fue la ley 29 que es la que hoy en día enmarca toda la actividad en C & T en todo el país. Esa ley, que cabe en una página por su generalidad ha sido especialmente buena y favorable. En el uso de las facultades extraordinarias que la ley le dió al gobierno, se produjo el primer decreto que se llamó el Estatuto de C & T decreto 1767, que lo que hizo fue transformar a COLCIENCIAS en un instituto para el desarrollo de la C & T. Sacarlo del Ministerio de Educación y pasarlo a Planeación Nacional suscitó mucho rechazo porque el temor, sobre todo de los científicos de las ciencias básicas era que COLCIENCIAS se volviera una sociedad muy inmediatista, que Planeación la obligara a dedicarse a la tecnología más que a la ciencia.

Afortunadamente eso no ocurrió y es mucho más importante y más estratégico que COLCIENCIAS esté en Planeación Nacional y no en el Ministerio de Educación. Planeación Nacional es una especie de supraministerio que tiene ingerencia en toda la actividad del Estado, o tal vez de la elaboración del presupuesto y de la elaboración del plan de desarrollo, entonces su papel, su influencia es muy importante. De manera que estratégicamente es mejor que COLCIENCIAS esté allí cerca de la Dirección de Planeación Nacional, a que sea por ejemplo un Ministerio de C & T, y eso nos lo decía el Exministro de Venezuela en alguna oportunidad, que siendo ministro de investigación él estaba al mismo nivel que sus colegas y él no se podía meter en el puesto del Ministerio de Agricultura, de Salud, etc.

Planeación Nacional aquí si se puede inmiscuir en eso y entonces es mucho más estratégico estar ahí que ser ministro. Esa idea siempre ha sido de Pedro Amaya, el anterior director de COLCIENCIAS. El fue el que defendió esa tesis. Muchos estuvimos en contra pero a la hora de la verdad yo creo que tenía totalmente razón. El decreto 1767 fue derogado por el presidente Gaviria porque tenía algunos problemas de tipo operativo que casi paralizan al sector de Ciencia y Tecnología y es por eso que se reemplazó por un conjunto de decretos entre los cuales quiero

mencionar en particular al 393 y al 591.El 393 es el que permite al estado asociarse con los particulares, con el sector privado para la creación de entidades de C & T, y ustedes han visto seguramente en la prensa mucha discusión sobre eso. La corte constitucional hace un par de meses tuvo un decreto del año 74 o algo así, que permitía la creación de sociedades entre el estado y los particulares, porque alegaban que esa era una forma camuflada de las auxilios, los auxilios ustedes saben que quedaron completamente vetados en. La Constitución, el decreto 393 que permitia lo mismo no se cayó porque era explícito para Ciencia y Tecnología, quedó tambaleando y los enemigos de este tipo de acción demandaron el decreto 393 con la esperanza de que esa pequeña salvedad que había quedado cayera también pero en esta oportunidad, la Corte Constitucional, después de haber analizado el tema y basándose en la Constitución dijo que para estimular el desarrollo de la Ciencia y Tecnología en el país era indispensable que el Estado pudiera tener ese tipo de mecanismo, de manera que el 393 sobrevivió totalmente sin ningún salvamento de voto. Eso lo llamó a colación, porque hubo mucho debate alrededor de eso; pero en este momento ese debate nos permite crear entidades como las que ahora voy a mencionar, con aportes estatales importantes, que se rigen por el derecho privado, asociando a particulares, industriales, etc., con el Estado para el desarrollo de esas funciones de Ciencia y Tecnología. Luego lo de la Constitución fue muy importante a raíz de todo ese proceso, el ambiente era favorable para que en la Constitución quedaran artículos específicos sobre este tema, siendo una de las pocas constituciones que habla de la Ciencia y Tecnología, como una obligación del Estado. De manera que hoy las cosas quedaron bien y eso da para legislar mucho más en el futuro sobre Ciencia y Tecnología porque está en la Constitución.

Además de la Ley 29, se pueden ir sacando otras que se apoyen en la nueva Constitución. Luego vino la consolidación nacional del sistema Ciencia y Tecnología, el cual se creó en uno de esos decretos con los 11 programas seccionales y regionales con las

comisiones regionales de Ciencia y Tecnología; ese proceso se está dando todavia pero todavía hay mucho que hacer al respecto, aunque las cosas se han mejorado y el sistema, creo yo, operó satisfactoriamente en el año 1993, gracias a la Ley 29 donde aparecieron fondos adicionales en el presupuesto nacional, que inicialmente fueron alrededor de 20.000.000.000, pero luego los famosos bonos de guerra los redujo a 8.000.000.000, permitiendo de este modo la creación de una serie de entidades para desarrollar labores en Ciencia y Tecnología. Una de ellas fue la incubación de empresas que hay en Bogotá y otra la Corporación de Biotecnología que se creó recientemente con la sigla CORPOICA, la cual se derivó del ICA. Todas esas entidades se crearon dentro de ese marco, utilizando el Decreto 393 y los fondos que aparecieron en el Presupuesto Nacional, a partir de la Ley de Ciencia y Tecnología.

En el 1993 aparecieron unas exenciones tributarias para las entidades que hagan o desarrollen investigación en ciencia y desarrollo o que hagan donaciones a las entidades que hagan investigación. Esos estímulos son todavía muy tímidos y el gobierno actual piensa mejorarlos. En el mismo año se aprobó el sistema de estímulos a los investigadores que fue una iniciativa vieja de la ACAC, y que al final pues ya está en ejecución. Hay 30 investigadores de la Universidad del Valle que reciben bonificaciones de ese sistema. Se trata de unos estímulos salariales realmente, no es un salario, para todo el que haga investigación de buen nivel esté donde esté, en su casa, en una universidad o en la industria, y ese sistema pues ya arrancó con 150 personas y se va a ampliar el año entrante en unas 200 o 300 personas más. Y por último vino la famosa misión a que hizo referencia el doctor Silvio Delvasto hace un momento, que fue lanzada por el Presidente Gaviria, y que en el momento de nacer teníamos la duda de qué iba a pasar con eso.

Porque evidentemente una misión de ese estilo que se lanza así al finalizar un gobierno, uno puede pensar que no tiene mucho futuro, porque el próximo gobierno no lo continuará, eso es en general aquí en este país, el próximo gobierno se olvida de lo que

dejó el anterior, entonces al comienzo eramos un poco pesimistas sobre eso. Sin embargo se dió una situación muy favorable derivada también de la constitución nacional, y es el hecho de que el gobierno ahora tiene que hacer un plan de desarrollo. Un plan de desarrollo en serio, porque antes era un plan de desarrollo que elaboraban los funcionarios. Las sugerencias de la misión fueron tomadas muy en cuenta y eso es lo que nos hace estar optimistas en este momento.

Voy a recordar algunas de esas recomendaciones de la misión, un tema que se habló mucho es el de las organizaciones. En la misión se habló mucho de ciencia y tecnología, de educación y de organización. Fueron los temas centrales y sobre las organizaciones se hicieron una serie de recomendaciones muy específicas, que quedaron casi todos en el documento del CONPES correspondiente.

En particular se hizo la propuesta de crear un Consejo Nacional de Productividad, Gestión y Competitividad que fue acogido inmediatamente por el Presidente Samper, cuando era candidato y la puso en marcha a la semana de haberse posesionado. Ese Consejo de Productividad tiene metas a muy largo plazo, es decir está previsto que haga planes para el año 2020 no para el gobierno actual. Se han creado cinco subcomités uno de los cuales es el de Recursos Humanos y el otro es el de Tecnología que es precisamente donde yo estoy involucrado ahora, que tiene por objetivo hacer propuestas concretas con esos dos sectores. Además de hay uno sobre infraestructura, y otro sobre el sector agrícola, sobre normatividad. La idea es establecer planes de largo plazo como los que hizo la misma misión. El otro punto es el esfuerzo que hay que hacer para mejorar la gestión en las entidades públicas.

La misión propuso lanzar un programa de endogenización de la ciencia, se acuñaron unos neologismos como ese de la endogenización. Se trata de integrar la ciencia y la tecnología a la cultura y la vida nacional en todos sus aspectos, eso quiere decir endogenización. Se hacen una serie de recomendaciones en lo que se refiere a la formación de recursos humanos, en lo que tiene que ver con los estímulos al investigador, en el apoyo a universidades, grupos y centros de investigación, en el fomento del desarrollo

tecnológico fundamental, en la preservación y uso de la biodiversidad y la apropiación social de la ciencia. Un poco lo que los norteamericanos llaman entendimiento público de la ciencia, es decir, hacer que el público se apropie de la ciencia y la tecnología, crear una cultura más centrada en ciencia y tecnología. Una de las propuestas concretas es incrementar la inversión en ciencia y tecnología, hasta alcanzar el 2% del PIB en 10 años.

Lo anterior es muy específico, está muy definido, es apenas una inversión normal en un país normal, Colombia hace 10 años invertía el 0.15% del PIB. Según las últimas cifras de COLCIENCIAS, el año pasado estábamos en 0.5% lo cual ya era un logro importante realmente, pero que todavía nos coloca en un lugar a nivel latinoamericano bastante secundario. Chile está cerca del 1%, Argentina, Brasil, México están por encima del 0.8% de manera que nosotros con el 0.5% apenas comenzamos a mostrar la cabeza, de manera que la propuesta es alcanzar el 2% y ya en el CONPES se dice muy claramente que hay que alcanzar el 1% en este cuatrenio. Se trata de dar el primer paso en esta dirección, que es duplicar la inversión en ciencia y tecnología en estos 4 años. Es un paso muy importante sin lugar a dudas. El otro punto es incrementar el número de investigadores, hasta llegar al 1 por 1000 en la población. Nosotros tenemos el 0.15 por 1000 en este momento y eso forzando las cosas.

Un país industrializado normal tiene entre el 2 y el 3 por 1000. Argentina tiene como el 0.7 por 1000 entonces lo que se plantea es que en 10 años se llegue al 1 por 1000 de la población, eso quiere decir 36000 personas dedicadas a la investigación y desarrollo en todas las áreas. Se trata de ciencias naturales, de ciencias sociales, etc. Se propone alcanzar 8000 doctores en 10 años, es decir 800 doctores anuales y el resto magisteres y técnicos.

El CONPES propone formar 500 doctores por año, es decir otorgar 500 becas por año. Es un esfuerzo muy considerable y lograr alcanzar la meta de 2000 investigadores con doctorados a la vuelta de este cuatrenio. El CONPES trata de reformar la educación en ciencias y crear todo un sistema de divulgación científica; crear

museos de ciencias, revistas, periódicos, programas de televisión, etc. para que el público en general comience a darse cuenta de la importancia de la ciencia y la tecnología y establecer estímulos tributarios y beneficios en la investigación y desarrollo. La idea es incrementar mucho más de manera que se pueda alcanzar la meta de que el 40% de la inversión en ciencia y tecnología esté a cargo del sector privado.

La idea es que esos dineros sirvan para consolidar todo el sistema de ciencia y tecnología, todo el sistema de producción de conocimiento, y eso implica reforzar los grupos de investigación existentes en las universidades. Crear nuevos grupos de investigación, el CONPES propone crear alrededor de 250 nuevos grupos, crear centros de investigación y desarrollo. El CONPES propone 25 centros investigación nuevos, además de los existentes, que se tratará de consolidar y reforzar, Estos son los planteamientos que se han hecho y que afortunadamente aparecieron en el documento de la misión pues quedaron así todas plasmadas en el documento que aprobó el CONPES.

Ustedes saben que el CONPES es el máximo organismo de política económica del país, de manera que esos planteamientos son prácticamente seguros, los planes aprobados por el CONPES se tienen en cuenta y se les da el presupuesto necesario y se ve claramente que al finalizar este cuatrenio se alcanzaría el 1% de inversión en ciencia y tecnología, para del PIB.

Yo pienso que estamos dando pasos importantes en la dirección adecuada, sí vamos a lograr que el país comience a desarrollarse y aún más a nivel latinoamericano. En este campo Colombia comienza a mostrar la nariz y ya empiezan a pensar que nosotros estamos andando un poco más rápido que otros, que empezamos a sobresalir.

PREGUNTAS:

Estamos hablando de 4 años y hasta el año 2020. Nuestros futuros ingenieros son nuestros futuros bachilleres y nuestros bachilleres vienen de la primaria. ¿Qué estamos haciendo con estas

personas?

Doctor Eduardo Posada, yo no mencioné esa parte del documento de la misión porque es el más largo y el más complejo, entre otras cosas, lo que se plantea es arrancar con una reforma de la educación. Tal vez ustedes hayan visto la propuesta de Rodolfo Llinas de crear un juego de computador multimedia para enseñar conceptos en las escuelas. Para enseñar ciencias, es todo un plan muy ambicioso para cubrir toda la escuela desde 1o. hasta 11o. a través de juegos de computador. El ya tiene un prototipo que fue desarrollado por un grupo en la Universidad de los Andes y es bastante impresionante, ese sistema lo van a probar en 250 escuelas. La idea es que los niños de 9 años comprendan conceptos muy fundamentales, como por ejemplo la importancia de la agricultura, entonces mediante un juego, el jugador tiene a su disposición 3 pueblos indígenas de hace 4000 años de América, una tribu amazonas, un pueblo en América Central y otro en el altiplano cundiboyacense y dispone de una cantidad de parámetros que se pueden modificar dispone de informaciones básicas sobre el tipo de suelos, y una cantidad de cosas que pueden cambiar. Entonces puede ver como cambian los suelos a través del uso de esas herramientas. La intención es que ellos comprendan conceptos de fondo más que cualquier cosa, y asi el plan es enseñar ciencia, química, física, a través de ese tipo de mecanismos. Es una alternativa. El otro punto es una educación no formal e informal que plantea la creación de el medio ambiente en la sociedad para la ciencia y la tecnología y la realización de una gran cantidad de actividades paralelas con la escuela, como lo que viene haciendo COLCIENCIAS con su juego cuclí-cuclí, un programa que ha dado muy buen resultado en las escuelas de primaria, la realización de organización de clubes de ciencia, la organización de ferias, exposiciones, etc. Para fomentar la creatividad, y el espíritu hacia los temas de investigación.

ACOFI
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

PANEL: LA EDUCACION PARA LA INGENIERIA DEL SIGLO XXI

El doctor Eduardo Posada es el representante del delegado del ICFES, como aparece programado en el panel.

Inicialmente es presentar un poco la política del ICFES respecto a la formación del estudiante para futuros escenarios.

El doctor Carlos Alberto Payán nos va a presentar las características que la industria cree que debe reunir el egresado en los escenarios del futuro.

El doctor Luis Carlos Arboleda nos va a presentar la componente investigativa dentro del plan de formación.

El doctor Mario Hincapié las características que debe reunir la relación sistemática, permanente universidad -empresa, la universidad y el sector productivo.

El doctor Iván Ramos es gestor de TECNOVA, Iván es el Director de la Oficina de Relaciones de Universidad-Empresa de

la Universidad del Valle, Vicedecano Curricular de la Facultad de Ingeniería y fue Conferencista en éste evento.

EDUARDO POSADA

Creo que realmente nos hemos informado de muchos de los aspectos que tienen que ver con el paso que tenemos que debemos de dar al siglo XXI, quiero recordar algunas impresiones de lo que hemos venido haciendo en el ICFES con respecto a este tipo de seminarios, me parece importante que realmente este proceso debe ser de una forma continuada, realmente los seminarios estos permiten no solamente el contacto con los docentes, investigadores y el sector productivo sino que también nos permite plantearnos algunos objetivos reales y compromisos, yo quisiera allá recientemente con otro compañero sobre que realmente para el ICFES sería muy bueno tipo de seminarios concluyeran con algunos compromisos reales de todas las instituciones que participamos en este evento. ¿Por qué?. Porque realmente se pueden planificar ciertas etapas así como el ICFES tiene algunos planes como lo mencionaba el doctor Jaime Niño Díaz, director del ICFES, al comienzo de la instalación del seminario sobre un plan hacia el salto educativo dentro del plan de gobierno de Cambio Social del gobierno del Presidente Samper, realmente nosotros hemos querido trabajar en unos programas y hemos presentado unos proyectos al Departamento Nacional de Planeación con el fin verdaderamente de estimular y de fomentar la capacitación de docentes universitarios con el objetivo de mejorar la calidad de la educación superior. Creo que un paso importante que debe darse al iniciar el tercer milenio de la civilización actual es el retorno a una formación humanística e integral de los estudiantes de las carreras en general y especialmente en las Ingenierías. También hablábamos de la parte de la acreditación y de las autonomías de las instituciones, creo que existen varias interpretaciones de la realidad y afortunadamente la autonomía conferida a las institu-

ciones de educación superior permiten hacer realmente un enriquecimiento continuo de esas interpretaciones, pero es necesario que al interior de cada facultad o carrera exista un propósito común, como se decía prácticamente al comienzo de uno de los temas, de los diversos que decían con una visión futurista, y una visión objetiva y clara de lo que se está buscando en la formación de los profesionales. De tal manera que los cambios de la adecuación de los planes de estudio apunten verdaderamente a incorporar las innovaciones científicas, que son necesarias para que nuestros profesionales sean competitivos internacionalmente, por eso creo que la acreditación es un instrumento verdaderamente que en el futuro si lo llegamos a desarrollar va a permitir tener profesionales verdaderamente competitivos a nivel internacional, porque la acreditación nos permite una visión hacia el lado internacional, sin embargo no se puede negar que hay diferencias en la calidad de los programas existentes, eso lo sabemos y lo estamos viviendo constantemente. Y lo que se tiene que orientar es a unas condiciones más o menos equilibradas de calidad por ahora, tenemos que realizar nosotros para que el sistema educativo nuestro sea confiable en el contexto internacional. Ese debe ser uno de los objetivos nuestros próximos que debemos desarrollar.

Tenía otros aspectos sobre las orientaciones del siglo XXI en la formación de profesionales, se decía recientemente en el ICFES se propuso idear un proyecto de decreto para la aprobación de los Doctorados Docentes que aquí hay un momento especial para las instituciones de educación, porque va a haber un fortalecimiento, como un programa anterior que se hizo en el programa ICFES de fortalecimiento a las maestrías. Se quiere fortalecer más aún las maestrías, como un programa que el ICFES está proponiendo la Planeación Nacional, para la búsqueda de financiación y nosotros creemos que la formación a nivel de maestrías, debe ser una formación especialmente con el dominio de las técnicas de investigación propias de cada área del conocimiento; debemos de pensar que no solamente las maestrías van a aportar nuevo conocimiento

a la ciencia y la tecnología para el mejoramiento del sector productivo, nosotros debemos pensar que las maestrías deben ser un poder renovador en el sector educativo; que debe tener su máxima expresión en la universidad. Nosotros consideramos que en la universidad debemos dar un paso realmente a nivel de la docencia, de la capacitación de los docentes universitarios, con un mínimo de especialización, o a nivel de postgrados en las instituciones de educación superior. Hablábamos sobre los diferentes problemas que tenemos a nivel de docencia. Yo le comentaba levemente a alguno de los compañeros del currículo, la experiencia que tuve en el exterior. Le decía que el muchacho, prácticamente al inicio de la carrera, no tenía como ese interés por ver las materias, nosotros vemos la alta deserción en los primeros semestres en el estudiantado. Yo considero que uno de los problemas graves que se presenta en las instituciones al inicio de las carreras es ese, la falta de tener docentes a un nivel de alta calidad, suficientes para que puedan dar ese conocimiento en las ciencias básicas a los estudiantes, para que puedan comprender lo que nosotros venimos diciendo, formarlos fundamentalmente en las ciencias básicas para que puedan iniciarse en una carrera verdaderamente de cambio en la ciencia y la tecnología. Yo sugería que prácticamente para dictar las ciencias como: Matemática, física, y química que se le interese verdaderamente al estudiante desde el inicio, es tener profesores en esas áreas capacitados con un nivel de experiencia alto, que sean doctores o maestros que les dicten a los muchachos desde el comienzo o inicio de las carreras, este tipo de asignaturas abriéndoles a ellos toda una gama de posibilidades que ellos van a ver dentro de su propia carrera, cuando ven que al inicio de la carrera tienen unos docentes respetables, de este nivel, yo creo que ellos si van a entrar realmente interesados en su profesión.

Otro de los planteamientos que nosotros allá en el ICFES, nos hacemos es que al inicio del estudiante en la universidad, debe ser la búsqueda la sistematización, del planteamiento correcto de los problemas, la demostración fundada, la valoración del mejor

argumento y la toma de decisiones teórico-metodológicas, que permitan el predominio de la razón instrumentando sobre el mundo vital, que es lo que debe permitírsele al muchacho desde el comienzo de la carrera; sin que al asumir estos valores signifique privilegiar una orientación de la educación impidan el unir el proceso de formación de la teoría con la práctica. Realmente vemos nosotros también la deficiencia que en los estudiantes en sus primeros años, por la falta de una orientación básicamente teórica y práctica, hay estudiantes que todavía a último semestre no saben realmente cual es su tema de especialización, que es lo que quieren realmente ellos realizar como tesis de diploma, porque a ellos no se les ha fundamentado realmente desde el inicio su orientación básica. Consideramos que al tercer año los estudiantes deben de tener ya una formación fundamentada, que les permita al tercer año ya entrar a participar con los docentes investigadores a realizar investigación. Yo creo que al tercer año ya debe de infundírsele al estudiante que permita trabajar con docentes que hacen investigación o que ellos puedan trabajar desde un comienzo; eso les permite que al final del año tengan ya un verdaderamente un tema definido de lo que es la ciencia y la educación de la tecnología.

Otros aspectos que prácticamente aquí no se lograron hablar prácticamente por el tiempo, es sobre lo de acreditación, nosotros vemos que en este tema, desde el punto de vista del ICFES en la última década en el exterior, se han venido adelantando modificaciones en los marcos jurídicos de los respectivos sistemas educativos. Entonces se han iniciado en primera instancia los gobiernos y en otros casos las asociaciones profesionales y las instituciones, así como vemos nosotros a ACOFI trabajando realmente en este tema de acreditación. A nivel mundial existen tres modelos básicos de sistemas de acreditación, son: el americano, el europeo continental y el británico, los cuales se diferencian entre si por el propósito que persiguen, por el margen en que se mueven, porque son de diferentes intereses, y por el procedimiento utilizado por el objetivo de interés público que se tiene, en Suramérica nosotros

todavía no existen experiencias bien desarrolladas, sin embargo se aprecia algo bien importante interés sobre la necesidad de imponer un sistema de acreditación a nivel de latinoamérica. Una de las experiencias más significativas que se encuentran en latinoamérica, es en el Brasil a nivel de postgrados realmente ellos tiene un desarrollo notable, otros procesos comienzan a aparecerse en México, hemos publicado unas conferencias de alguno de ellos como son: Chile, Venezuela y actualmente Colombia, nosotros aquí en Colombia pues no tenemos una experiencia en acreditación, pero sí una experiencia que durante muchos años, que han realizado y que nosotros a través del ICFES, de alguna manera, entendíamos sobre la evaluación y autoevaluación de las instituciones, yo creo que esto se podría asumir como una primera parte del proceso de acreditación. Los programas de ingeniería a tenido realmente una amplia experiencia en estos procesos de autoevaluación, han logrado mayores niveles de desarrollo académico y científico y han fomentado un proceso experimental de acreditación, en la exploración, que cuenta con el apoyo del ICFES para la identificación de estrategias y procedimientos; debemos de buscar indicadores realmente y categorías, posibilidades y riesgos también dentro de ese proceso, que facilitarían una solución compartida en este sistema. Por eso digo que en este tipo de seminarios debemos realmente trazarnos algunas metas de objetivos, que también trabajemos con lo que es la acreditación en las facultades.

La ingeniería es una de las carreras que más impactan en el ambiente en la transformación de los recursos naturales, pretende aportar los fundamentos conceptuales de la educación, nosotros tenemos un programa en el ICFES que es sobre educación ambiental, en el cual nosotros pretendemos que esta educación aporte los fundamentos conceptuales y metodológicos, que permitan la comprensión de la problemática ambiental para el desarrollo de aptitudes de solidaridad, responsabilidad y compromiso con el ambiente. Puede incorporarse la inducción ambiental en actividades de docencia, investigación y extensión de los procesos universitarios,

de los programas de ingeniería, de tal manera que permita manejar los conceptos básicos del ambiente e interrelacionar el ejercicio profesional con otras disciplinas porque realmente vimos en una de las conferencias de la mañana, que realmente en el futuro debemos trabajar en grupos interdisciplinarios, y rescatar verdaderamente el trabajo con profesionales que tienen que ver con el manejo y gestión de los recursos naturales. Creemos que el ingeniero debe desarrollar una vocación mucho más participativa y social, el ingeniero debe también orientarse y verse frente a la comunidad, el ingeniero realmente se ha olvidado de la parte social, integral y humanística.

Yo quisiera como para terminar que trabajemos para alcanzar el siglo XXI, con niveles óptimos de calidad en la educación superior, cualquiera que sea el área, puesto que tanto las Facultades de Ingeniería, como las otras, reciben educación y rediseño en sus planes de estudio; que les permita por un lado responder a las necesidades de desarrollo académico del país y propender por una formación encaminada hacia la búsqueda a corto plazo, de soluciones a los problemas que aquejan, no solamente al sector productivo sino a la misma población, y por otro lado que sean programas que incentiven el desarrollo integral de los colombianos, tanto técnico como culturalmente.

CARLOS ALBERTO PAYAN.

Muchas gracias por la invitación a este foro en el cual se espera que conversemos sobre algunos aspectos de la educación en la ingeniería.

Lo que hice fue pensar a partir de mi práctica de trabajo en la industria, en el sector financiero, sector de la construcción. Como vi los ingenieros que trabajaron conmigo durante todos estos años?, también consulte a varios colegas que han tenido todos diferentes experiencias dentro del sector privado, y a partir de todas

esas consultas, elaboré una serie de puntos, que digamos pueden ayudar a conformar, a definir, lo que podemos decir puede ser el perfil del ingeniero que vamos necesitar dentro de algunos años, no me atrevería a hablar del año 2020 ni del 2010 sería muy difícil pero, simbólicamente hablemos del año 2020, para empezar quisiera hacer caer en cuenta un detalle interesante que vive el mundo de hoy y es que del ambiente empresarial, venimos desarrollando, hablando metafóricamente y tratando de darle nombre a algo, ustedes han escuchado que se habla del rediseño de las organizaciones, ustedes han escuchado que otros dicen la reestructuración tanto en el sector privado en el sector público; siempre estamos apelando a palabras con un prefijo RE, lo cual ha sido algo que no ha logrado calar, hasta que se encontró una palabra que fue Reingeniería, tal vez la palabra que más éxito ha tenido, para calificar lo que se debe hacer ahí es la metáfora Reingeniería, yo digo metáfora porque a mí entender todas estas palabras que se han venido acuñando lo que quieren es interpretar otra palabra que se llamada cambio. El mundo de hoy es sumamente vital, El mundo de hoy es sumamente agresivo la velocidad del desarrollo de la tecnología y de la ciencia es tal que cuando uno compra un computador a los tres meses se sienta a llorar porque llega obsoleto, se compro el 286 se que a los tres meses está el 386 y si se actualizó se demoró un año, entonces es el 486, para hablar en términos domésticos de lo que le pasa a un usuario de una máquina personal. Pues esta velocidad del cambio vamos detrás todos tratando de interpretar y de ajustarnos y hemos venido desarrollando vocablos pero, es muy significativos que se usen de la palabra reingeniería, una de las razones que he encontrado metido en este tema, como me ha tocado estar para que ese vocablo sea el más aplicado diría yo es, en haberse dado cuenta el empresario de la importancia de la disciplina y de la tecnología de la ingeniería en el diseño de los procesos administrativos, entonces creo que hay un campo sumamente grande en este momento y hacia adelante para los ingenieros y posiblemente los más llamados a trabajar dentro de ese campo eran los ingenieros industriales y es el campo de

descubrir cual debe ser la nueva organización empresarial, cuales van a ser los nuevos procesos que conforman la red de manejo de las empresas productivas tanto de artículos como de servicios; hace tres semanas inicié un proceso de asistencia técnica que estamos recibiendo de una firma de gerencia del exterior, eramos siete personas: Dos asesores y cinco personas de la empresa donde trabajo y de los siete, seis fuimos estudiantes de ingeniería, unos ingenieros eléctricos, otros ingenieros químicos, mecánicos y solo un administrador de empresas todos con postgrados en administración o en ciencias económicas entonces, algunos de ellos fueron a quienes consultamos la razón de su cambio y todos tenemos una nostalgia de la ingeniería, pero la vida nos hizo evolucionar y la ingeniería si nos dotó de los elementos para ser capaces de desempeñarnos en las áreas en las cuales estamos en este momento, que son áreas más de carácter organizativo de las empresas productivas, entonces yo diría que hay para el ingeniero un escenario en donde él se va a desempeñar con dos fuerzas actuando sobre él, una fuerza que es la globalización de la economía y por tanto los mercados, y otra fuerza la necesidad del desarrollo autosostenible, o sea la conciencia y el manejo ambiental como nos decía el Doctor Eduardo Posada. Ese digamos para mí es el escenario de fondo dentro del cual viven las organizaciones y viviremos las organizadores los próximos años y allí es donde tendrán que trabajar los ingenieros, o donde tendremos que trabajar los ingenieros. Esos escenarios y esas fuerzas están generando ambiente de desempeño, entonces entro a calificar esos ambientes dentro de los cuales operamos los ingenieros, diría que hay un primer ambiente, que es el ambiente de la competitividad, esa globalización de la economía ha traído a las manos de los consumidores todo tipo de artículos, introducidos por ingenieros, entonces los ingenieros tienen que ser capaces de generar bienes y servicios de categoría mundial, nosotros ahora estando aquí en Colombia o en cualquier otro país, tenemos que ver cuales son los procesos, los procedimientos, la tecnología que se utiliza en la

producción, que utilizan los líderes del mundo, por que los líderes del mundo llegaron a todos los rincones y si nosotros no estamos al nivel de desempeño de categoría mundial, no sobreviviremos, nuestras empresas no sobrevivirán. De tal manera que el ingeniero de hoy tiene que trabajar un ambiente intensamente competitivo y desarrollar una gran capacidad de investigación, de como hacen los demás sus cosas, de adaptación de las tecnologías y de los procesos, con el fin de lograr esa excelencia que le permita sobrevivir a las empresas. Es una responsabilidad inmensa, porque en últimas los ingenieros estaremos y estamos respondiendo, por el empleo nacional. El problema del desempleo que puede generarse por la falta de categoría mundial, es una amenaza muy fuerte, y eso debe desvelarnos a todos los ingenieros. Como hacer para que nuestras organizaciones estén a ese nivel, a nivel de competir con los mejores, porque es con ellos que tenemos que competir. Eso diría yo es una dimensión social, que uno descubre en este proceso.

Las grandes corporaciones de los Estados Unidos en los últimos años han despedido un millón de personas, y las pequeñas empresas de los Estados Unidos han generado en los últimos años tres millones de empleos. Hay un cambio que se está generando y que es producto de otro elemento ambiental que se genera por la competitividad, que lo he denominado, especialización. Tendremos dos tipos de ingenieros a nivel global, el ingeniero que se desempeña en la gran corporación superespecializada y el ingeniero que debe trabajar en la pequeña y mediana empresa servidora de la gran organización especializada. El ingeniero que se desempeña en la gran corporación debe tener una capacidad asombrosa de aprendizaje justo a tiempo. La universidad no le puede dar, ni puede pretender darle los conocimientos que él va a necesitar, porque la universidad no puede ni siquiera imaginarse. El ingeniero que estamos preparando ya no es el ingeniero que va a hacer una carrera lineal de desempeño en una organización, en donde entrando por un cargo de supervisor iba escalando con los año cargos hasta llegar a uno directivo. Ese modelo de organización es un modelo que está

acabándose, que no perdurará, en proceso de extinción. Entonces el ingeniero, que queda en la empresa grande, en la corporación grande, tendrá que tener una gran capacidad para aprender progresivamente y en el instante que lo necesite, los elementos tecnológicos que demande lo que tenga que hacer en ese momento. Debe tener un gran manejo un gran conocimiento y manejo de las redes de información, de los elementos modernos de la tecnología, de la información que le permitan a él darse cuenta al día, de cuales son los últimos avances, todas las redes de información que ustedes bien conocen y que han trabajado durante este seminario. Ese ingeniero va a ser un ingeniero que tiene una alta capacidad y una posibilidad de acceso y de desarrollo tecnológico, y por tanto es indispensable que se cree un vínculo intenso entre el ingeniero desempeñándose en esa empresa especializada y las universidades que están trabajando, para formar ingenieros. Si hoy en día nos quejamos por ejemplo del divorcio, de la poca conexión entre las empresas y las universidades es porque, no hay una relación de ganancia mutua, posiblemente en esa relación y por lo tanto es frágil la conexión que pueda establecerse. Pero cuando descubramos una relación y construyamos una relación de ganancia mutua, ese vínculo va a ser fuerte, a la empresa le interesa el acceso al desarrollo tecnológico que da la ingeniería en las universidades. Pero a las universidades les debe interesar la actualización tecnológica que les puede dar también, su acercamiento a las empresas. Muchas empresas han tenido que recurrir a crear sus propias escuelas, porque no encuentra personas en el mercado profesional con la capacidad tecnológica para atender sus procesos, entonces es indispensable que se cree un canal de relación intenso, de intercambio de conocimiento, y experiencias tecnológicas, entre esa empresa superespecializada grande y la universidad. Las empresas de hoy en trance de convertirse en esas empresas especializadas, son las que están produciendo los despidos masivos de personas en los Estados Unidos, e inclusive en otros países también subdesarrollados. Porque es que la empresa grande, la corporación

se dio cuenta, que se olvidó de su misión, y cuando ha visto la película que ustedes vieron sobre la importancia de conocer la misión de la visión de las organizaciones, se dan cuenta que se han vuelto empresas metalmécanicas, empresas de talleres automotrices, se han vuelto restaurantes, se han vuelto de todo y han creado unos grandes monstruos de organizaciones. Pero cuando empezamos a medir el desempeño de esas empresas «satélites», no sabemos que tenemos dentro de las grandes organizaciones, vemos que es sumamente pobre al lado de las empresas pequeñas especializadas en el mercado ofreciendo esos productos o servicios. Y es mucho más económico mandar a reparar un carro afuera que tener un taller automotriz que dentro de la empresa. Entonces están saliendo gran cantidad de profesionales que dirigían estas áreas de trabajos y ellos deben convertirse y se están convirtiendo en proveedores de los productos o de los servicios que esa empresa grande va a demandar, pero con mucho más eficiencia y eficacia. Entonces ese ingeniero que sale a manejar pequeñas y medianas empresas, fabricantes de componentes o de partes, o fabricantes o productores de servicios para las empresas grandes, tendrá que ser un ingeniero con altísimo nivel de autogestión, con capacidad administrativa, con capacidad gerencial. No se necesita que ese ingeniero sea un super administrador, el super administrador podrá ser el ingeniero de la empresa especializada que mencionamos antes, el nivel de conocimiento administrativo que requiere el ingeniero de la empresa satélite, es un nivel diferente pero suficiente, para que compita con éxito con sus demás colegas. Empezamos a tener rasgos de eso aquí, por ejemplo entre las empresas que ofrecen software o hardware en el territorio nacional, empresas servidoras de las grandes, esos ingenieros necesitan una gran capacidad de gestión empresarial, para manejar los nichos de mercado a donde ellos deben actuar.

Otro elemento y ambiente de trabajo de los ingenieros es el ambiente de la diversidad, los productos de hoy en día son de un ciclo de vida muy corto, hace un rato les decía que el ingeniero tiene que tener capacidad para aprender tecnologías justo a tiempo, es por

causa de la diversidad. Lo que hacen las empresas cambia rapidísimo y se vuelven obsoletos sus productos, tienen que desarrollar permanentemente nuevos productos. Entonces al ingeniero de ahora, tiene y tendrá que trabajar por proyectos, ya no será el ingeniero que maneja una toda una manufactura de una gran organización, será un ingeniero que de 8 a 11 a.m. trabaja en un proyecto de desarrollo de un producto, de 11 a 3 posiblemente como miembro de un equipo de producción de un servicio y el resto del día en otro proyecto. Entonces tendrá que tener una gran capacidad de adaptación para trabajar simultáneamente, con varias camisetas, ya no trabajará con grupos grandes, ya no será el jefe de un ejército de doscientas personas, trabajará en pequeños grupos, trabajará posiblemente liderando grupos de a seis, de a ocho, de a diez profesionales o personas en búsqueda de un objetivo transitorio, un objetivo de un año, de seis meses, de tres meses o de dos años. De un ambiente de trabajo y de gestión diverso, su liderazgo es distinto. Aparecen los grupos de autogestión ya en las empresas, quienes de ustedes que hayan visitado la planta dos de Propal, saben que, es una planta sin jefes, los ingenieros éramos antes los jefes, eso desapareció, está empezando a desaparecer mejor dicho, los grupos de autogestión ya no necesitan el controlador, que vigile y mida el desempeño de los otros. El ingeniero ahora tiene que ser actuante y ya no vigilante, tiene que ser actuante dentro de los grupos de trabajo y ser capaz de liderarlo para llegar a los objetivos buscados.

Esos entonces, digamos, son elementos que sumados a un último que quiero tocar, que también es exigido por el ambiente altamente competitivo, es el de la automatización. La automatización es algo que hay que mirar con mucho cuidado, pero que existe en el mundo y que hay que trabajarlo, para todos ustedes es familiar el hecho de que hoy la instrumentación y el control se hagan por medios computarizados, pero hay un nivel de automatización que exige que el ingeniero se vuelva integrador de sistemas automáticos y que el ingeniero se vuelva el intérprete de todos esos sistemas, y sobre todo administrador de ellos. Cuándo se requiere una

automatización, es una pregunta muy difícil de responder, porque la automatización muchas veces se compra por ser, no por una necesidad real de los procesos productivos y eso es muy grave. A mi me llamó hace 4 años el Presidente de la organización, yo estaba residiendo allá, haciendo en ese momento un trabajo de la empresa en los Estados Unidos, estaba consiguiendo una tecnología, y al final de esa estadía de un año me llamó el Presidente y me dijo: «necesito que me busques que te aprendas de robótica, quédate tres meses visitando todo lo que haya de robótica, porque tenemos que poner aquí un robot». Yo me puse a tratar de buscar robots que pudiera servirnos para Cali, para Bogotá o para alguna de nuestras empresas en Colombia. Me doy cuenta que era absurda la propuesta, por lo menos la manera como yo la había entendido, a la hora de la verdad cuando regresé a Cali tomé una cámara de video y me fui a revisar todos nuestros procesos productivos, hasta encontrar alguno en donde yo pudiera pensar que se justificara una automatización de ese nivel y lo encontré, el robot está funcionando a la hora de mister Miller así le pusieron las personas de la planta y el sitio donde cabía ese señor era o es el sitio de más atrasada tecnología en todas nuestras plantas, irónicamente, donde teníamos personas más iletradas. Una empresa nueva para nosotros, que la habíamos comprado ya construida en un nivel, no voy a entrar a profundizar pero, allá cabía el robot y la justificación no era económica, era social, era una demostración de la importancia de la tecnología para esos centenares de personas que antes se ufanaban de quemar ingenieros y de quemar los profesionales en esa planta, se convirtió entonces esa máquina que no era amenazadora en un elemento de enseñanza.

Deteriorada la salud de las personas que desempeñaban esa operación, entonces la adaptación de la automatización a nuestro medio que debemos hacernos ingenieros tuvo que consultar cantidades de elementos diversos a aquellos para los cuales fueron hechos esos equipos automáticos en otro mundo, en el mundo 1, llamemoslo así en el punto de vista tecnológico.

Otro elemento que ha producido esa sistematización en el ambiente de trabajo es algo que también ustedes han oído hablar y es la oficina virtual, el ingeniero de hoy, cada día tiene que trabajar más solo, porque tiene menos colegas a su alrededor en otras cosas, porque los colegas se han ido a montar empresas que le sirvan a las empresas grandes o porque les ha tocado montar su propia empresa, entonces donde está ese ingeniero allí está su oficina, y es un trabajador solo que tiene lo que se empieza a llamar el colega invisible, que es el colega que le llega a través de las redes de información, entonces se palea ese sentimiento de soledad dialogando a través de las redes con otros profesionales de sus áreas y entrando en diálogo con ellos para profundizar, ese colega invisible es alguno de los términos que estoy usando, los estoy usando de unos libros que estoy evaluando que no se han publicado todavía ni en Estados Unidos ni aquí pero, como nosotros somos editores entonces nos lo mandan de una u otra forma los evaluamos, entonces me doy cuenta de lo que está sucediendo. Entonces esa oficina virtual nos está volviendo altamente productivos, porque no tenemos que viajar grandes distancias, anoche discutiendo lo que iba a conversar hoy aquí con ustedes con mí señora, que trabaja aquí en la universidad, le decía que bueno que en la universidad hubieran menos comites, como serían de productivos, si ustedes tuvieran un sistema de redes que les permitiera a cada uno hacer su aporte como un dueño de cada proyecto, y reunirse eventualmente cada mes, cuando sea imperativa ya la reunión personal; cuanto tiempo se ahorraría de transporte, de esperas, etc.

Para terminar qué creo que me extendido mucho, el último punto al que me quiero referir muy brevemente ese si solamente por mencionarlo es el del problema desarrollo autosostenible, yo creo que en esto sucede lo mismo que sucedía hace 25 años, cuando como estudiantes hablábamos en esta universidad de la necesidad de la humanización de la educación, entonces la humanización era crear un curso de humanidades para la importancia de la persona humana, entonces con un curso creíamos haber resulto el problema

de la conciencia social o de la humanización del profesional, que creo que es un tema que sigue vigente, se ha progresado pero falta mucho por hacer. Con el problema de la ecología sucede lo mismo, no se trata de crear una cátedra de ecología es que cuando nosotros estudiamos termodinámica, hablamos del universo como algo infinito es que tenemos que reenfocarnos porque es que nuestro universo es finito, es un problema muy complicado porque requiere que todos los profesores conciban su orientación profesional con la conciencia de la limitación de los recursos, de su pregradabilidad o de su renovación. Cuando hoy en día estamos enterrando toneladas de P.V.C. en nuestras construcciones estamos volviendo estable un elemento con mentalidad de cortoplacista porque dentro de trescientos años ese P.V.C. se va a estar descomponiendo. Que van a hacer los habitantes de nuestro planeta para manejar los cloros y los gases que resulten de esos procesos de descomposición de las miles de toneladas de productos que hoy estamos nosotros haciendo, entonces es un tema delicadícimo porque concebimos el mundo en una visión cortoplacista, entonces tenemos que darle a nuestra cátedra una visión longeva de largo plazo pero a largo plazo no de veinte años, sino de cientos de años, centenares de años, porque estamos manipulando una civilización para durar, entonces este problema es un problema sumamente delicado, profundo y que implica un esfuerzo ilimitado de quienes están al frente de las facultades de ingeniería para ir volviendo sensible al problema ambiental a los estudiantes.

LUIS CARLOS ARBOLEDA

Quisiera concentrarme solamente en dos temas, con ello tratar de contribuir en algo desde el campo de la investigación a esta reflexión sobre la formación de recursos, entre los nuevos paradigmas, las nuevas tendencias, las nuevas dinámicas. Solo constatar dos problemas parecería solo unas fuertes entre coordenadas, para situar este problema de la formación de recursos.

1. Es el reconocimiento de que la institución, el sistema educativo e inclusive la educación superior es conservador para incorporar las innovaciones y el nuevo conocimiento.

2. También constatar otros circuitos distintos al de las instituciones educativas se están generando procesos de creatividad y de innovación que no necesariamente pasan por el currículo y que se requiere estas capacidades de creatividad y de innovación que se están generando tengan un alto nivel de sostenibilidad porque su ritmo incremental se mantenga y se sostenga, es como hacer para lograr que el sistema educativo, las facultades de ingeniería en particular, puedan contribuir a esos procesos de crecimiento incrementado de la creatividad y de la innovación si, parece que por su propia definición por sus características estructurales estos sistemas educativos son inerciales y tienden a ser poco dinámicos en su desarrollo con respecto a los ritmos de desarrollo y crecimiento incremental del conocimiento, ahí se presenta pues, creo yo en el fondo uno de los problemas grandes que se están abordando, obsérvese que no me voy a meter en el asunto de la necesidad de formar contingentes de profesionales, ingenieros dentro de los nuevos perfiles para suplir los procesos de modernización y reconversión industrial, ese es otro problema, se que existe el doctor Carlos Alberto Payán ha puesto varios elementos de reflexión para pensar en ese asunto, quiero es mirar el tema desde más cercano al problema del conocimiento que se genera en proyectos de I + D en este momento en el país, me parece que éstas dos tendencias que se constatan hay que tomarlas sin dramatismos, en muchas ocasiones pretendemos exigirle o imponerle a los sistemas educativos o a las facultades de educación, exigencias que no pueden resolver, parecería que es consustancial a la academia el hecho de que ella sea conservadora, parecería que el diseño de los sistemas educativos que nosotros utilizamos en la civilización occidental en este momento concreto tienen necesaria-

mente que tener esa dinámica, su tiempo académico, el que no necesariamente permita que se adapte de manera total a los crecimiento del ritmo de la vida material o de la producción, este no es un problema solo de los países del sur, este no es un problema de Colombia en este momento, yo creo que todos ustedes están al tanto de las montañas de artículos y de colaboraciones que se publican en las revistas internacionales, sobre la dificultad de colocar el conocimiento y la formación de profesionales en los países del norte al servicio de estas exigencias nuevas, el currículo es conservador los factores de formación de los cuerpos docentes en las en las instituciones educativas no dependen necesariamente de las señales de mercado, dependen de otros factores institucionales culturales, corporativo igualmente de tipo gremial, los procesos de innovación en materia de laboratorios y equipos están muy limitados por los recursos de las instituciones, inclusive con el ingreso de sistemas de educación virtual eso no alcanza a resolver las necesidades de inversión en infraestructura complementaria para que las enseñanzas que circulan por las redes virtuales y telemáticas puedan verdaderamente constituirse en respuestas para transformar los procesos educativos es necesario tener equipos presenciales, físicos y pareciera que las exigencias de inversión en esos equipos no alcanzarían a ser paleadas por presupuestos de instituciones cada vez más recortados, y más limitados tanto en el norte como en el sur, de manera que es como rescatarle esa dimensión realista a los problemas de resistencia inercial al cambio que hacen parte de los sistemas de educación formal y tratar como de buscar mecanismos alternos y ver hasta donde se pueden establecer reformas dentro de esos sistemas inerciales.

Por otro lado que es lo que se observa, que el estado y los otros factores sociales en particular la clase empresarial emprendedora, modernizadora, están introduciendo medidas en el sistema de la producción, y en el sistema de modernización de la economía,

pendientes en estimular procesos fragmentados, no institucionalizados, fragmentados de incrementos de creatividad y conocimiento, equipos pequeños que se asocian para lograr objetivos muy puntuales y se disocian al final de la elaboración del proyecto producen conocimiento que una vez producido empieza a circular por los mecanismos del mercado y de la industria y se incorpora rápidamente a esos procesos sin que ellos puedan ser agarrados en sistemas institucionales. Esos equipos desaparecen, producen el conocimiento, producen la innovación y los sistemas institucionalizados de la educación superior no están en la capacidad de tomar este conocimiento insertarlo en su discurso y convertirlo en un método del conocimiento formalizado. Puede reproducirse, impactar al sistema educativo, a eso nos vemos abocados todos los días y los profesores que están participando en las funciones docentes y en las funciones de asesorías y servicios que generan esos conocimientos técnicos, viven ellos mismos esa realidad de la incapacidad de incorporar en su función profesoral ese conocimiento que ellos han contribuido a producir y para resolver problemas de la producción o problemas de pertinencia social. Entonces aquí me parece a mí que puede haber un principio de solución creo que por lo menos frente a determinadas cuotas de la formación de ingenieros o a ciertos niveles del currículo, es factible hacer un corto circuito, dentro de los equipos que producen funciones de docencia o investigación dentro del conocimiento que ellos generan y la enseñanza, que tienen que dar la formación que tienen que dar, podría ocurrir que se ligara con los proyectos de investigación y desarrollo o con los proyectos de asesoría y servicios, que estos que contribuyen la élite creativa del país, están desarrollando se ligara con ellos estrategias de capacitación y de formación y que se ampliará el espectro de posibilidades que los proyectos pueden desarrollar, no solamente resolver problemas de la reconvición industrial o de la modernización industrial o de sacar adelante los procesos de mejoramiento de líneas estratégicas de las industrias más abiertas a los procesos de apertura y de las partici-

pación en los nichos de la globalización sino, que se permitiera que esas estrategias investigativas de esos grupos tuviesen un compromiso con la formación y con la comunicación y divulgación en los sistemas escolares de la formación formal. Esto es un poco el esquema que instituciones, agencias financieras hoy por hoy están planteando de financiar aquellos proyectos que puedan asumir más compromisos adicionales a los de resolver problemas objeto de la investigación, que incorpore actividades orientadas por ejemplo a capacitar dentro del desarrollo del proyecto a investigadores, a técnicos y a estudiantes, a tesistas; particular esto es una de las tendencias, que es muy reconocible en proyectos de agencias nacionales como Colciencias pero también de agencias internacionales que se especializan en dar apoyo a investigadores del tercer mundo, lograr un compromiso a través del proyecto que se desarrolla del grupo investigador, de los tecnólogos que participan ahí, con un proyecto de capacitación. En consecuencia se trataría en mí opinión de que más que, proponemos dentro de las instituciones educativas procesos de reformas extensivas a todos los niveles de los planes de estudio, adoptaremos más bien formas organizacionales nuevas del Currículo que fueran flexibles y abiertas a su utilización para que los proyectos de I + D pudieran verdaderamente producir un impacto en los sistema educativo a través de esas modalidades nuevas, por ejemplo: Pasantías de estudiantes dentro de proyectos de investigación que pueden ser convertibles en materias del Currículo que se puedan validar por ejemplo, seminarios institucionales de los proyectos de investigación que pueden permitir una formación ya libresca sobre esas nuevas tecnologías sino sobre su aplicación y su funcionamiento adaptable en problemas reales de la producción en le país. Por ejemplo: Participación de estudiantes con talentos específicos en determinados proyectos, como asesores de investigación con recursos financieros de los propuestos de los proyectos tuviesen, por ejemplo: Elaboración dentro de los proyectos de manuales cartillas, sobre aspectos muy concretos de saberes y conocimientos específicos de los proyectos

que pudiesen ser presentados, adaptados por determinados cursos del currículo, es decir, una variedad de opciones institucionales, pedagógicas, didácticas que pudiesen ser utilizadas dentro de proyectos y equipos de investigación y desarrollo y que demandarían inclusive que la Universidad y las Facultades pudiesen asesorar a estos grupos de investigación y desarrollo en las partes propiamente pedagógicas que les permitieran adelantar esas estrategias educativas, hay experiencias muy concretas que esto es factible hacer, hay experiencias en el caso de la Universidad del Valle, sectores como Robótica y Automática, sectores como Telecomunicaciones e Informática, en Materiales pero, son experiencias extremadamente puntuales, y extremadamente espontáneas, hechas solo por la iniciativa de las personas que han decido hacerlo, pero la institución no las ha consolidado, yo creo que se trataría de reflexionar seriamente sobre esas experiencias tomar esos keys and historis como casos que pueden ser generalizados y desarrollados y podrían meterse dentro de las tendencias de reforma curricular como opciones nuevas.

Otro punto que yo quiero mencionar al respecto es el que tener que ver con otra constatación, ese conocimiento que se genera dentro de las unidades de I + D de las grandes corporaciones, dentro de las unidades de I + D de empresarios e ingenieros que se asocian para la ejecución de proyectos de corta duración deberíamos buscar como traducirlos de manera sistemática y permanente a los currículos universitarios, la Universidad de Valle por ejemplo, tiene instrumentos, con ese fin, que no creo yo que se les está dando el uso estratégico que habría que darles el de abrir las opciones para vincular a su planta de profesores o mejor a las actividades de la docencia a ingenieros que estén en la producción como profesores asociados, que desarrollen cátedras, este me parece que es un mecanismo que ya existe, allí que debe potenciar y utilizarse de manera masiva para facilitar que circule dentro del espacio académico ese conocimiento que se está generando dentro de los procesos de modernización reconversión industrial y que es

extremadamente valioso que es un patrimonio de la sociedad colombiana, y que puede verdaderamente producir impactos reformados de los procesos de formación del perfil profesional del ingeniero y prácticamente que no se trataría de botarle mucha corriente a esto de cual es el perfil del ingeniero más bien tener en cuenta que ya hay procesos de autocapacitación instaladas en las industrias modernizadoras de este país y de las regiones, que ahí se están generando conocimientos, innovaciones y que bastaría simplemente crear esos canales de doble vía, que permitieran que ese conocimiento no se diluya en los procesos de la producción y puedan ser recogidos y llevados de alguna manera a los sistemas de la educación superior por mecanismos inclusive como les digo ya existen.

Ahora bien, mi orientación pues entonces tiende más a que seamos conscientes de que estamos en estructuras diversas, que no nos atormentemos que existe al constatar que existe esa diversidad de tiempos, que tratemos de crear sobre todo en el sector académico, sistemas abiertos y flexibles, más que reformas consolidadas, no apresurarnos a consolidar reformas que surgen de experiencias muy puntuales o de reflexiones muy particular, como para tratar de resolver por períodos cortos los problemas y no ver su solución en grandes procesos en largo procesos, el doctor Carlos Alberto Payán nos señala que estamos en un momento en el cual lo dominante es la transitividad de los procesos, entonces para un momento caracterizado por tendencias hacia la transitividad y la inestabilidad conviene mejor no ser reformistas a nivel estructural, sino más bien por crear sistemas de formas flexibles, abiertos que permitan que se incorporen rápidamente a diferentes tipos de experiencias, no a pasarnos el esquema más curriculares o con esquemas muy estruturados más bien con procesos en los cuales se puedan capitalizar lo más rápidamente lo posible el conocimiento que en las instituciones se genera, en particular es un compromiso de la institución universitaria el buscar que el conocimiento que se genera en subsistemas de investigación y desarrollo logre incorpo-

rarse lo más rápidamente posible al sistema académico y curricular, eso me parece que es un fuerte compromiso en que los centros investigación, grupos de investigación, empresas de transferencia tecnológica, que se están creando de manera intensiva, en distintas universidades de este país, deberían dotarse de estrategias pedagógicas y de estrategias comunicativas y no solamente de estrategias de resolución de problemas dentro de proyectos concertados en el sector externo. Este es un asunto que a mi parecer de la mayor importancia, se puede llegar a un nivel en el cual en la universidad se reproduzca dinámicas divergentes entre el conocimiento y la academia y el currículo, se puede llegar a que seamos los de las universidades más eficiente en responder a la llamada del mercado y que por esa vía nos distanciaremos más de crear experiencias que permitan formar ingenieros dentro de esas señales del mercado a las que estamos atendiendo, se trata es de concentrar un sistema repito, investigación y desarrollo de las universidades, con sistema académico curricular de las mismas universidades.

Finalmente quiero decir algo sobre este tema, que planteaba el señor representante del ICFES, de la formación de dos tipos de formación, sobre las que aparecerían y no cabe duda que tienen estar presente en la curricula de cualquier tipo de carrera, en particular de las ingenierías, sin una sólida formación en ciencias básicas, y en ciencias sociales, no parece que podamos tener seguridad de que el profesional que estamos formando este en condiciones de poder responder a los procesos de transformación incesante a los que se va a enfrentar en la producción y en la vida social como ciudadano, entonces creo que ahí viene una de las razones por las cuales yo veo que la universidad tiene su tiempo, su inercia al cambio, que me parece, que es estructural a ella misma, alguien en la sociedad colombiana tiene que formar a los profesionales del mañana.

De las instituciones y de los esquemas de informales de formación de conocimiento y de las otras instituciones sociales formar a estos ciudadanos en ciencias básicas y en ciencias humanísticas.

Por otra parte el problema de la cultura para el cambio y para la innovación es totalmente ausente de nuestra currícula de los planes de estudio, el poderle ofrecer a nuestros estudiantes experiencias docentes dentro de esquemas abiertos de seminarios, de discusiones con empresarios, con investigadores de otras latitudes puedan entender cosas del tipo de un alto nivel de conflicto, y el alto nivel de intervención de factores contingentes en los procesos de cambio, en los procesos productivos para quitar de la cabeza las culturas de las modificaciones regladas, estables, y graduales que parecen caracterizar la mentalidad de nuestros ingenieros, buscar fortalecer más la visión que se da sobre como tiene que vivir en un mundo contingente, como un mundo alterado por factores confrictuales y que esto es más característico en sociedades en procesos de transición hacia el desarrollo como nuestra. El poder ofrecerle a nuestros estudiantes la posibilidad de que tengan una visión mundializada de los procesos, no solamente diría yo al doctor Carlos Alberto Payán de que entendamos de que no vivimos en un mundo infinito si no finito, eso es un punto claro, global, formar en nuestros estudiantes una visión mundial de los procesos; no visiones locales, regionales, parroquiales, eso es un asunto que me parece una de las grandes limitaciones de nuestra formación. Pero, también que se puede tener una apreciación de lo que es la tradición y lo que es la modernidad, de que no se vive en el momento presente, de que las soluciones viables de los grandes problemas del país, no se podrán hacer si no en la medida en que también sepamos de que hay tradiciones que están presentes allí influyendo, a través de culturas, a través de formas de organización estructurada de la sociedad a través de mucho tiempo, a través de mentalidades empresariales refractarias al cambio, a través de intereses del sector productivo coyunturalistas que son refractarias a la modernización de los procesos económicos por lineas de producción y solamente por cuotas coyunturales, modernización por coutas coyunturales. Ese tipo de problemática la universisdad tiene que formar a sus profesores en ello.

El otro problema es la capacidad de gestión, ahora nos planteaban como el ingeniero tiene que moverse en la producción en diferentes registros, tiene que vivir prácticamente una esquisofrenia de actividades diferenciadas y muchas de ellas son contradictorias entre sí, esto es el perfil multifacetico para que no se convierta en una esquisofrenia que impida se cumpla las diversas funciones, tiene que tener una cultura específica que fomente ese tipo de actitudes multifuncionales.

Otro problema es el de la cultura de la asociación entre colectivos,la competencia para responder con objetivos dentro de tiempos precisos y asociado con la competencia a la resolución de problemas, nuestras culturas dominantes entre los jóvenes es la autosuficiencia, la formación para la autosuficiente en el cumplimiento ciertas funciones, más no para la asociación, porque ahí debería tener un objetivo muy preciso en los currículos en la reforma por las que pretendemos, en fin el problema de las redes de información, esto es un asunto crucial en la Universidad del Valle lo discutimos intensamente, nos interesa que nuestros estudiantes estén cada vez más preparados para ser usuarios de estas redes y lo están haciendo, la incorporación de nuestros estudiantes en INTERNED es realmente sorprendente. Sin embargo están todos los problemas y retos que esa cultura de la nueva información plantea en la formación del ingeniero, y que tienen que estar atendidos de manera muy responsable por las Facultades de Ingeniería, un uso intensivo, personal e individual de estas redes puede llevar a que se generen dinámicas que no respondan a los propósitos estratégicos de las funciones sociales y de las funciones productivas que esas personas tienen que desarrollar, así mismo entonces estas redes tienen que estar al servicio de propósitos, proyectos, porque estas redes tienden justamente a potenciar la libertad individual de ejercicio, de tareas y propósitos; un estudiante que pueda insertarse en esas listas, como nos ocurre con frecuencia acá se pude comprometer un sinnúmero de asociaciones y de actividades e incorporar pretensiones y propósitos de desarrollar actividades que no son

viables o que no son posibles, o que podrían orientar recursos existentes hacia fines que no son las urgencias de los proyectos de la universidad lo mismo puede ocurrir en cualquier sector de la industria, entonces poder aprovechar de manera intensiva estas redes pero, dentro de las metas de desarrollo de los proyectos en los que los individuos se están interviniendo ese es uno de los puntos complejos que tiene que ser objeto de estudio y de discusión de la elaboración consiente de ello en los planes de estudio, es decir, de nuevo establecer un corto circuito entre lo individual y el proyecto social, económico, productivo en el cual el individuo está metido entre la cantidad de opciones que produce meterse en un mundo global a través de redes virtuales, dialogando todos los días con pares del mundo sobre opciones posibles y la realidad de la ejecución dentro de metas específicas con tiempos muy concretos de compromisos, que es lo social, no lo individual, ahí hay una gran tema abierto para una cultura sobre un uso realista contexto concreto de nuestras sociedades de las redes de información.

Pues es lo que yo quería plantear como desde la visión de la investigación y desarrollo se podría entrar a presentar respuestas a los retos y urgencias de la reforma de los currículos y que es lo que no debemos asumir como grandes retos y como grandes dolencias, como grandes dramas en los procesos inerciales de nuestros sistemas educativos.

SILVIO DELVASTO (Intervención)

Mario Hincapié es presidente de la facultad de Ingeniería de Química, fue presidente del capítulo del Valle, también fue Vicepresidente latinoamericano de Ingeniería Química y ha sido un creador de empresa.

Yo percibí en el planteamiento de Luis Carlos Arboleda y Carlos Alberto Payán dos perfiles que se deben conciliar de cierta manera, el problema es que tendríamos que orientar ingenieros para esos

que son creativos. Ser creativo decía yo ayer cuando intervenía sobre esto, es la persona que dice que el creativo de la compañía, de la publicidad, que hay que hablar con el creativo. Creativos somos todos pero pasa es como dijeron esta mañana la persona deja de ser creativo cuando empieza a estudiar porque dicen dibuje una rosa y tiene que ser verde el tallo y la rosa roja, el muchacho hace un tallo azul y una rosa amarilla y le dicen que NO, es verde y es roja, entonces ya lo encasillan, esa sensación de creatividad de realizarse, hace que la persona encuentre una satisfacción en las determinaciones que él mismo decide, entonces también son personas que son dinámicas, que son inmersas en la comunidad que tienen una gran capacidad de cambio un carisma, son dinámicas, son personas sociables en general y tienen una gran concepción ética de su conjunto, hay muchos valores. Entonces, son personas que tienen acción, que se comprometen completamente en su proyecto. Esas personas son las que salen adelante, digamos son las que tienen la visión como veíamos en el video, que tienen muy claro hacia donde van. Entonces ese es mí punto general porque esto es para mucha gente, de como debe de ser una persona creativa. Recuerdo una vez una experiencia en la Universidad de Stanford sobre un curso de creatividad, un curso de postgrado, donde había un laboratorio de operaciones y procesos, donde hay toda clase de herramientas, de equipos, de elementos físicos, mecánicos, químicos y les dejó el profesor el examen de grado, es muy sencillo para terminar el curso, aquí hay un tubo de 30 cms. de diámetro cerrado abajo y arriba le faltan 4 cms. para llegar al techo, hay dentro una cucaracha, ustedes saben que las cucarachas nos ganaron la guerra se han encontrado en hornos microondas, en témpanos de hielo, etc. entonces dijo el profesor a todos los ingenieros 15 minutos para sacar la cucaracha de allí, sin partir el tubo, claro. Cálculos de Ingeniería, matemáticos, una cosa la otra, todos los que ustedes quieran pero, nadie sacó la cucaracha del tubo, que dijo el profesor se rajaron tienen que volver a ver el semestre. El profesor cogió una manguera llenó el tubo de agua la cucaracha dio vueltas y vueltas hasta que salió, o sea escoger

como decía una zanahoria para tapar un desagüe, que tiene que ver la zanahoria con el tubo pero, hay una relación. Esa capacidad de relacionar es lo que la gente hace creación, es lo que la gente se encuentra relación entre una cosa y la otra. Entonces lo que nosotros debemos hacer es buscar en nuestras clases, en nuestros laboratorios, en textos, recurrir a nuestro ejemplo; como se decía ahora el laboratorio es sencillo en el laboratorio pequeño una aguja que estima el agua flota y que pasa con la aguja si le hecho una gotica de jabón ahí mismo se hunde por la tensión superficial, entonces no se necesita de grandes laboratorios, ni cosas muy especializadas, se necesita es crear, sentir. Eso da confianza en la gente y hacen que las personas tomen determinaciones sobre la creación de un bich.

SILVIO DELVASTO (Intervención)

Yo le tenía una pregunta a Iván Ramos al cual lo escuchamos todos en la exposición pero después de haber pasado por una reforma o poliplanteamiento de una reforma curricular de haber escuchado y conversado con algunos de ustedes sobre propuestas similares hay un ambientales reforma digamos en le país, estimulando probablemente por el programa PARI de ACOFI sin embargo escuchando las intervenciones también de los panelistas le da una impresión de que estamos en el principio de la creación de que no hubiésemos avanzado mucho puedo estar equivocado pero, cuando se perfila o específicamente este ingeniero para actuar ya en la ventana dentro de cinco años pues, ingresa el próximo año da la impresión de que no lo estamos haciendo muy bien o que esté incompleto este proceso, yo le haría una pregunta a Iván Ramos, ¿Cómo ve usted, cómo se ajusta por lo menos el currículo planteado en el caso de Ingeniería de la Universidad del Valle? si podemos hablar de un perfil, pues hablar de un perfil sería lo menos conveniente, justamente no se debe tener perfiles de un egresado en aras de la flexibilidad del ambiente cambiante de cambio permanente y

cuando se va a encontrar. Cómo ve usted el avance de la reforma en que se debe atender y sobre todo considerando algo, que probablemente han cambiando los planteamientos o sea, que se han hecho propuestas de cambio de planteamientos pero donde probablemente no hemos cambiando somos los profesores y el ambiente mismo.

IVAN RAMOS CALDERON

Realmente lo que plantea Silvio Delvasto y teniendo en cuenta lo que han dicho los anteriores panelistas, efectivamente parecería que la idea es que la reforma en sí, no produce un avance realmente en la Universidad. Más que la reforma curricular, lo que se busca es una nueva concesión del currículo dentro de ese esquema. Un esquema curricular en el cual pueden aparecer las diferentes expresiones de lo que se hace desde el punto de vista de la universidad, por eso aparecen los dos niveles, aparece un primer nivel, la parte de la fundamentación del ser universitario y de darle ojalá muy buena fundamentación en su campo o en el saber en el cual más adelante se va a desempeñar o se va a desarrollar. Aparece el ciclo de fundamentación con esas características y aparece también el ciclo que se ha denominado el Ciclo Profesional en el cual lo que se tienen realmente son espacios de oportunidades, en cierta manera lo que busca el nuevo esquema curricular es una apertura del currículo es decir, lo que tiene que ver con modificar o flexibilizar la estructura rígida que se tenía o que se venía teniendo particularmente en los programas de Ingeniería; donde habían planes de estudio que tenían alrededor de 80 asignaturas, como sucedía en el plan de Ingeniería Eléctrica y planes donde no existían electivas, sino que todas las asignaturas eran obligatorias. Entonces, el momento en el que se generan una serie de espacios dentro de este nuevo esquema curricular (el cuadro que se presentó) son espacios que son electivos. Hay, del total del ciclo profesional un 30% de activos y estas asignaturas pueden ser llenadas precisamente por expresiones

de nuevas formas de hacer docencia, expresiones de nuevos campos que se estén generando, entonces esa apertura del currículo también tiene que ver con algo muy importante y es algo que decía ayer desde el punto de vista que la universidad tiene que evolucionar a constituirse en una institución que está mucho más allá del campus universitario, una institución que está dentro de la sociedad y forma parte de ese esquema. Allí aparecen nuevas oportunidades que deben ser aprovechadas por el currículo pero, solamente podrán ser aprovechadas en la medida en que existan los espacios que puedan ser o en los cuales pueda vertirse ese conocimiento hacia el interior. Debemos trabajar en el establecimiento de mecanismos de acreditación que permitan por ejemplo, formalizar el aprendizaje externo, es poder reconocer dentro del currículo que no todo lo que aprende un profesional, lo aprende dentro de la universidad sino, que ese profesional puede lograr parte de esa formacion a través de pasantías o a través de asistencia a otros cursos. Es también reconocer que como institución, no tenemos todas las especialidades que en un momento dado se puedan requerir para una formación y que estas pueden estar en otra institución o en una empresa. Lo que vemos, desde el punto de vista del currículo, es realmente como se establece un esquema y por eso la propuesta va hacia lograr disminuir la parte obligatoria (currículo mínimo) a un 75% para tener por lo menos un 35% electivo. Electivo no solamente a un nivel de recursos sino de nuevas formas, por eso ustedes vieron que el currículo se presenta no en términos de asignaturas sino en términos de créditos por componentes o sea, no estamos ceñidos específicamente a qué debe ser ese el contenido. Necesariamente es un proceso en el cual como les comentaba ha avanzado un punto, pero de allí en adelante hay mucho camino para recorrer y el currículo como tal es todo un proceso de investigación que no se termina sino, que es un proceso continuo y en esa medida es cierto nosotros podemos tener aquí un esquema curricular, pero es un esquema curricular que nunca estará terminado, no es un esquema acabado.

Por último, hay dos cosas y es el hecho de que todo ésto requiere de una nueva mentalidad. También comentábamos que como profesores y como agentes de cambio, somos las personas más difíciles de cambiar, y en otro aspecto es que en realidad los que hemos tratado o lo que se ha tratado no es de definir un perfil del ingeniero sino poder identificar algunos rasgos de ese ingeniero sin que sea una menta el perfil, porque hay una cantidad de factores que debemos tener en cuenta para lograr identificar o decir este es el perfil más adecuado para esas condiciones cuando sabemos que son condiciones que estamos de cierta manera imaginando con cierto grado de seguridad, pero no dejan de ser imaginación.

CONCLUSIONES DE LAS COMISIONES

COMISION I

El Currículo

MODERADOR: GIANFRANCO MAZZANTI
RELATOR: OSCAR F. AGREDO S.

Aunque el tema sobre el currículo es muy amplio y difícil de proyectar hacia el próximo siglo y teniendo en cuenta la variedad de especialidades de los integrantes de esta comisión se define que en forma global es necesario al abordar el tema del curriculo, definir los objetivos que este debe cumplir en los procesos enseñanza y de aprendizaje del profesional a formar en cada una de las especialidades.

Se propone que para evaluar si el currículo esta acorde con lo proyectado debe al menos reflexionarse sobre:

- CURRICULO VS PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE
  (¿Están aprendiendo los estudiantes?)
  (¿Que están aprendiendo?)
  (¿Para que están aprendiendo?)

¿Como deben manejarse y proyectarse el proceso enseñanza aprendizaje?)

- CURRICULO VS CARGA ACADEMICA
  (¿La carga académica es adecuada?)
  (¿Cuál debe considerarse como «Carga adecuada»?)

- CURRICULO VS FLEXIBILIDAD
  (¿Que entendemos por flexibilidad académica?)
  (¿Deberán ser flexibles los currículos de pregrado?)
  (¿Deberán tener los curriculos materias elegidas?, ¿para qué?)

- CURRICULO VS DESESCOLARIZACION
  (¿Que entendemos por Desescolarización?)
  (¿Convendrá desescolarizar los currículos?)

- CURRICULO VS AVANCES TECNOLOGICOS
  (¿Los avances tecnológicos deberán ser parte de los curriculos, o deberán ser herramientas dentro del proceso enseñanza aprendizaje?)
  (¿Cómo deberán involucrarse los avances tecnológicos en los procesos enseñanza aprendizaje para que sean una realidad en la practica?)
  (¿Deberá exigirse suficiencia en segundo idioma? ¿Para que?)

- CURRICULO VS FORMACION INTEGRAL (FORMACION ETICA)
  (¿Que entendemos por formación integral?)
  (¿Puede un curriculo garantizar una formación integral?)
  (¿Como deberá ser un curriculo que busque una formación integral?)

- CURRICULO VS INDUSTRIA
  (¿Deberán los curriculos responder a las necesidades puntuales de la industria en formación profesional?)

(¿Deberán los currículos buscar desarrollar actitudes y aptitudes investigativas en pregrado?)
(¿Deberán los currículos buscar el asocio con el sector productivo para el desarrollo de la investigación?)

RECOMENDACIONES:

1. Es necesario fortalecer la formación en ciencias :
   Contenidos actualizados y bien seleccionados
   Metedologías: Incorporar ayudas docentes cada vez mejores.
   Los profesores de Tecnologías o sus Aplicaciones deben hacer énfasis explícitos en los principios que soportan estos conocimientos.

2. Hacer más eficientes los procesos de Enseñanza y de aprendizaje, empleando recursos que faciliten a los estudiantes aprender y en menos tiempo (Multimedia, Hiperdocumentos, etc).
3. Promover actitudes creativas y de Investigación.
4. Crear mecanismos concretos de reflexión (Seminarios, Talleres, etc que toquen como los arriba expresados).
5. El currículo debe desarrollar en forma paralela la formación de los estudiantes y de los profesores.
6. Deben cuestionarse la existencia de un currículo y si su existencia ya es de por sí un concepto rígido.
7. El currículo deben involucrar dos factores básicos sin los cuales no servirá ninguna recomendación:

PROFESOR	ADMINISTRACION
(Ciencia en serio)	(Carga académica docente)
(Pedagogía)	
(Habilidad)	
(Relaciones)	

ACOFI
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

8. El currículo no servirá de mucho en una hoja de papel, sino en la cabeza de los estudiantes y deberá llamarse evaluación a la medición de esa asimilación.

Deberán involucrarse metodologías de seguimiento al proceso de asimilación como las propuestas en documento del Dr. Rodrigo Varela:

- Al finalizar de cada clase indagar a los estudiantes:
  ¿Que fue lo más importante que se aprendió en ella?
  ¿Que preguntas le quedan en la mente?

9. La universidad deberá buscar mecanismos para apoyar al bachillerato en la preparación adecuada de los estudiantes.
10. Partiendo de una adecuada selección de contenidos que deberá tener el profesional, se debe tratar de concretar la disciplina intelectual y creativa (Destrezas, Habilidades) que puedan «Tangiblemente» evaluarse.
11. En aspectos de Formación ética, se consigue más mediante el sólido ejemplo de la conducta personal de todos los profesores que lo que se podría conseguir mediante la proliferación de asignaturas con estas orientaciones dentro del currículo.

COMISION II
Vinculación Universidad - Entorno

Moderador: Gonzalo Duque Escobar
Relator: Gonzalo Pérez Buitrago

La Universidad colombiana y sus facultades de ingeniería, como instituciones de educación superior, integrada por los estamentos Docente, Estudiantil y Administrativo, ha venido cumpliendo sus funciones por el Estado y la Sociedad en general, básicamente en su papel de formadores de nuevos profesionales. En el campo de la Ingeniería en las últimas décadas, ha ido complementando sus actividades con importantes participaciones y aportes a la comunidad y a la industria, mediante trabajos de extensión, prestación de servicios e investigación.

En el desarrollo de sus actividades necesariamente debe interactuar con el entorno social, económico, político y ambiental, lo que conduce a estrechar los lazos de unión y de relación significativos, para el logro de los objetivos propuestos para alcanzar el desarrollo efectivo y sostenible

El modelo inicial de la concepción de la Universidad, estaba basado en el modelo socio-económico y de laeconomía de mercado imperante, la cual se caracterizaba por ser interna, cerrada, proteccionista, jerárquica, monopolística, de sustitución de importaciones, estática, etc., lo que indujo a la Universidad a dedicar la mayor parte del tiempo a su desempeño docente, desarrollando currículos y planes de estudio rígidos y aislado de la realidad nacional, sometido a un macro-ambiente impuesto por el Estado en un sistema definido e impuesto de relaciones políticas, académicas, económicas y financieras.

A partir del proceso de la globalización de la economía mundial y la apertura del comercio internacional, la Universidad, la industria y los estados productivos en general, se vieron abocados a cambiar o a adopotar sus esquemas, estructuras y preveer ciclos estructurales dinámicos para adaptarse a las exiagencias de un mundo abierto, cambiante, dinámico, competitivo y cooperativo, su pena de verse relegados o incluso, aniquilados por las fuerzas del conocimiento internacional, que se ha convertido en el factor productivo más importante de la sociedad moderna.

Los principales elementos de interacción y razgos característicos de la Universida-Entorno, se obtienen en el desarrollo de sus principales funciones académicas o docente, extensión ó prestación de servicios y de investigación.

Se menciona a continuación las discutidas de la Comisión II :

1. Respecto a la academia, durante la etapa de formación se realizan visitas de estudiantes a instalaciones de empresas y prácticas estudiantiles, con el fin de familiarizarse con los procesos productivos y deservicios.

Igualmente se desarrollan pasantías discentes y docentes para afianzar, aportar y verificar nuevos conocimientos y tecnologías. Finalmente se ha propendido por fortalece el intercambio académico-cientifíco nacional e internacional, especialmente orientar al desarrollo de posgrados en las diferentes áreas de la ingeniería.

2. Respecto a los trabajos de extensión se parte desde la realización de proyectos de grado, específicamente orientados a la solución de problemas empresariales, diseño de obras civiles y al desarrollo de modelos y sistematización de procedimientos etc.

Igualmente en algunas universidades se tiene como alternativa e proyecto de grado para optar al título de ingeniero, un semestre de gestión o práctica social donde el estudiante se integra a una empresa o entidad para tener vivencias de su vida profesional, enfrentando la realidad de la ingeniería y afianzando sus conocimientos.

En todas la universidades se ofrecen cursos de actualización en forma continuada o permanente para los profesionales en las diferentes áreas, orientando al reciclaje y ampliación de conocimientos y nuevas tecnologías e investigaciones para la aplicación inmediata en su ejercio profesional.

3. Repecto a la prestación de servicios se cristaliza mediante la realización de contratos y convenios interinstitucionales para el ofrecimiento de asesorías e interventorías para la industria y organizaciones de servicios local, regional y nacional, que implica la realización de diferentes pruebas y ensayos de desarrollo de actividades de planeación, diseño, construcción, operación funcionamiento y desarrollo de nuevos conocimientos para la solución de problemas específicos.

4. En relación con la investigación, ésta es enfocada al desarrollo de procesos industriales, equipos, estructuras, sistemas, modelos y materiales, especialmente de las universidades líderes en el país. La Universidad de provincia a incursionado recientemente con alguna significancia en el campo de la investigación, en cierto sentido en una forma aislada.

En el cumplimiento de las funciones anteriores, la Universidad ha venido cumpliendo su papel de ser el ente impulsor del desarrollo social, político y económico en la medida de sus potencialidades, buscando alcanzar el objetivo básico de la ingeniería, cual es la optimización de los recursos (conocimiento, tiempo y dinero), para mejorar el entorno y habitat natural de la comunidad. Debido a los nuevos compromisos y a responsabilidades frente al futuro de la sociedad, debe la Universidad plantear e implementar estrategias que permitan responder a estar al tanto del reto histórico impuesto por el nuevo modelo de desarrollo.

Entre algunas estrategias están las siguientes :

- Incrementar la imagen constitucional ante los entes de gobierno, la empresa privada y la comunidad inmersa en el entorno de la Universidad y consolidar el clima de confianza en sus aspectos académicos, de extensión y servicos. Mejorar la comunicación de doble vía o bilateral con su entorno. La Universidad debe promocionar sus fortalezas de forma más comercial para conocimientos de empresas y asociaciones gremiales y técnicas de ingeniería. Se debe intensificar la divulgación de los servicios ofrecidos en separatas, revistas, prensa nacional, etc.

- Fortalecer los intercambios entre las universidades en sus diferentes campos, mediante la realización de convenios interinstitucionales, académico-científicos y desarrollar proyectos conjuntos.

- Propender por una participación equitativa coordinada y establecer enlaces efectivos en función de su capacidad operativa en el desarrollo de proyectos de impacto regional y de innovación tecnológica que tenga repercusiones significativas en la comunidad y del medio ambiente de su entorno.

- Establecimiento de mecanismos para que la información sea pública para todas las universidades, que permita identificar oportunidades e integrarse en el desarrollo de proyectos de interés y competencia de cada universidad.

- Estimular programas de transferencia e interación nacional e internacional de los nuevos conocimientos y popularizar los sistemas de transmisión de información.

- Consolidar el apoyo y compromiso de la industria con los grupos de investigación universitaria.

- La Universidad debe consolidarse como factor de cambio, desarrollo y progreso de su entorno.

- Respecto al currículo de las ingenierías se plantean las siguientes sugerencias :

a. En el currículo explícito debe jerarquizar niveles de formación de tal manera, que en su ciclo terminal se difinan líneas de profundización de acuerdo con las necesidades del entorno, lo que implica el desarrollo de planes de estudio flexibles, abiertos y adaptables a los avances técnico-científicos en las diferentes áreas del conocimiento.

- Propender por una evaluación constante del currículo en participación efectiva de exalumnos y representantes del sector productivo y empleador en los cómites universitarios.

- Formación y actualización docente y fomento de la participación en la investigación y la solución de problemas de la comunidad y que sirva como ejemplo a las nuevas generaciones de ingenieros, lo cual forma parte del currículo oculto, muy valioso en la calidad profesional del egresado.

- Promover en el estudiante la solidaridad social y ambiental.
- Incrementar el nivel de profundización en ciencias básicas.
- Fortalecer el área de informática y de comunicaciones para aprovechar los avances tecnológicos y optimizar el desarrollo de procesos de ingeniería.
- Hacer compatibles la docencia, investigación y extensión a través de las líneas de desarrollo de conocimiento.
- Fomentar un elevado nivel de gestión y capacidad gerencial con sensibilidad social del ingeniero.
- Intercambio experencias universitarias y abolir los divisionismos y clasificación de universidades con el fin de propender por el avance científico y tecnológico, más que el desarrollo de entidades individuales.
- Financiar los sistemas de enseñanza-aprendizaje modernos.
- Busca la concertación de la trilogía Gobierno-Industria para orientar el desarrollo de su entorno.

COMISION III
La Investigación en Ingeniería

Moderador y Relator: ***Eugenio Betancourt E.***

Tema No. 1

Tipo de investigación que se realiza en la ingeniería en el país.

1.1 Consideraciones generales

Al contemplar el panorama de la Investigación en la Ingeniería Nacional se encuentran muchos tipos, categorias, niveles de profundidad y compromiso. Para dar respuesta a la cuestión propuesta (Tema No. 1) se definen dos categorias mayores en las cuales se puede involucrar toda la experiencia investigativa de nuestras instituciones, a saber :

1) Investigación especializada cuyo objeto es la generación de nuevos conocimientos, de nuevos materiales, de nuevos modelos.

2) Investigación general, entendida en un sentido muy amplio y es aquella que contiene alguna creatividad, alguna iniciativa, algún aporte académico o de laboratorio, alguna nueva idea.

1.2 La investigación especializada

Esta se encuentra en el país en diversas manifestaciones y aplicaciones: Ciencias básicas, Materiales, Bioingeniería, Tecnologías de punta, Gestión Tecnológica, Reconversión Industrial, Estudio de Redes Eléctricas, etc.

Sin embargo son contadas las aplicaciones rescatables y presentables a la comunidad científica internacional. Nuestra Universidad colombiana de caracter eminentemente profesionalizante y no se ha comprometido con una investigación formal por multiples razones,entre las cuales se destaca la limitación financiera. Estas investigaciones han sido el fruto del interés de un profesor o de un grupo que se compromete con un tema y en forma aislada pero persistente, logra resultados investigativos importantes, que de una política concertada y patrocinada para investigar.

La Comisión plantea la siguiente estratégia para suplir esta deficiencia institucional, la cual debe tener al menos los siguientes elementos:

a) Crear el clima, el hábito natural investigativo, el ambiente para la creatividad. Ojalá desde la primaria y el bachillerato se propiciara un ambiente como este. Este paso es difícil puesto que supone vencer los paradigmas de la pedagogía tradicional encajonada en patrones y currículos rígidos, como enquistados en nuestras instituciones durante muchos años. de esta acción habla el documento de los diez sabios cuando propone que es necesario endogenizar el proceso investigativo.

b) Es necesario que a los más altos niveles universitarios y con compromiso de todos los estamentos, se formule una decidida política investigativa, la cual sea el norte a donde apunte todo el esfuerzo pedagógico de la Ingeniería.

c) Se deben formular estrategias que dinamicen y hagan realidad la política trazada para el proceso investigativo: Formación de profesores al más alto nivel, creación de infraestructura y laboratorios especializados, búsqueda de apoyo nacional e internacional, etc.

d) Se deben efectuar sustanciosas inversiones destinadas a la investigación en Ingeniería, sin el ánimo de recuperarlas o de producir algún lucro, al menos en el corto plazo.

1.3 La investigación de tipo general

Si bien la investigación especializada es apenas incipiente en nuestras ingenierías, la investigación de tipo general, una que podemos llamar de amplio espectro, se encuentra por fortuna en múltiples aplicaciones en cada una de nuestras instituciones; basta recordar:

- Las tesis de grado, cada vez con mayores elementos creativos y con el apropiado uso de nuevos materiales.
- Las múltiples asesorías en nuestros centros de estudios e investigaciones: Elementos y materiales químicos, pruebas y ensayos de materiales, pruebas de normas Icontec, etc.
- Los ensayos y seminarios de estudiantes y profesores, de tipo académico y/o experimental, etc.

Para encontrar en todos ellos alguna chispa creativa, alguna investigación primitiva, alguna innovación rescatable. Este nivel de investigación bien puede ser el caldo de cultivo sobre el cual se desarrolle una investigación de mayor profundidad y compromiso.

Por tanto este nivel en el crecimiento investigativo no es nada despreciable y hay que plantear estrategias para incentivarlo: Usualmente eventos bastante simples y la apertura de espacios y de tiempos en los cuales profesores y estudiantes hagan un gratificante

ejercicio investigativo son bien adecuados para mantener vivo este nivel de la investigación primitiva. También vale la pena recomendar que se formule dentro del pensum de cada materia, especialmente en las de nivel superior, un espacio en donde el estudiantes tenga que pensar, crear, inventar algo que represente una, así sea pequeña, innovación en el universo de la Ingeniería que él estudia.

Tema No. 2

Relación de la investigación con el currículo de pregrado.

2.1 Consideraciones generales.

En consecuencia con lo planteado en el No. 1.3, en el cual se pone de relieve la importancia de que el pensum de nuestras carreras esté comprometido en una forma natural con el proceso investigativo, se puede decir además que si bien es importante que al interior de nuestras universidades se establezca un decidido compromiso administrativo y financiero con la Investigación, es también necesario que este compromiso refleje las verdaderas necesidades y problemas a resolver tomadas del entorno externo a la Universidad. Esta es la única fórmula que le da sentido de realidad nacional a nuestra educación en Ingeniería.

2.2 Estrategias generales a seguir.

Para cumplir con lo anterior, la comisión plantea las siguientes estrategias en la seguridad de que son realmente eficientes en la consecución de un sano nexo Universidad-entorno exterior:

a) Abrir Muestras de «inventos» de Ingeniería, al menos durante uan semana cada año, en la cual el esfuerzo pedagógico se centre en la observación y estudio de los trabajos presentados y en la premiación de los mejores. En estas muestras se deben hacer presentaciones paralelas de productos y de técnicas industriales

que creen el nexo Universidad-entorno externo.

b) Adherir estudiantes a procesos investigativos y existentes, a tesis de posgrado, a pasantías industriales en las cuales se garantice que habrá una exigencia innovadora.

c) Preparar el profesorado al más alto nivel, logrando que un alto porcentaje tenga maestrías y doctorados.

d) Incentivar las redes modernas de contacto científico nacional e internacional vía INTERNET.

e) Formular unos currículos, que sean sólo un marco de referencia educativo, que sean muy flexibles y acomodables a buenas inquietudes de estudio e invención, que permitan que el estudiante piense ordenada pero libremente, aporte, invente nuevas cosas y resuelva problemas tomados del entorno exterior.

ACOFI
Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería

ACOFI

ASOCIACION COLOMBIANA
DE FACULTADES DE INGENIERIA