



ACOFI

Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería



El compromiso de las facultades de ingeniería en la formación, para el desarrollo regional

Foros académicos
Reunión Nacional ACOFI 2010





El compromiso de las facultades de ingeniería en la formación, para el desarrollo regional

Foros Académicos
Reunión Nacional ACOFI 2010

Edición
Vicente Albéniz Laclaustra
Escuela Colombiana de Ingeniería

Luis Alberto González Araujo
Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería



Presentación

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-, durante el año 2010, trabajó su propuesta académica reflexionando, debatiendo y proponiendo conclusiones y recomendaciones acerca de la relación entre la formación de los ingenieros, que es la responsabilidad primera de las facultades de ingeniería, y el desarrollo de las regiones en las que las mismas se encuentran insertas. Todas las actividades que se llevaron a cabo, los Foros regionales, los talleres y la Reunión Nacional, tal como se han estructurado desde el año 2006, han seguido la pauta de las recomendaciones emanadas de las discusiones sobre los grandes retos que la academia de la ingeniería colombiana debe afrontar en la formación de las nuevas generaciones de profesionales, en la perspectiva del año 2020.

El presente texto recoge el trabajo de los profesores de ingeniería, las conferencias magistrales de los invitados especiales y las conclusiones de los talleres y las mesas de trabajo. Para la Asociación, este documento constituye tema de estudio y de debate permanente.

La publicación se ha elaborado con la documentación procedente de los Foros Preparatorios y de la Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, y contiene los textos de las conferencias, las Mesas de Trabajo y los Paneles.

Invitamos a los lectores a seguir con la tarea de formar cada vez mejores ingenieros, como parte de la construcción del país, y esperamos que la presente publicación les suministre información útil para llevar a cabo tan meritoria labor.

Bogotá D.C., marzo de 2011

Eduardo Silva Sánchez
Director Ejecutivo ACOFI

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA

Carrera 68D Núm. 25B – 86 oficina 205
Edificio Torre Central, Bogotá D.C., Colombia, Suramérica
PBX: + 57 (1) 427 3065
acofi@acofi.edu.co www.acofi.edu.co

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Adolfo León Arenas Landínez Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga

Vicepresidente

Héctor Vega Garzón Universidad de La Salle, Bogotá

Consejeros

Francisco Javier Rebolledo Muñoz	Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá
Carlos Alberto Palacio Tobón	Universidad de Antioquia, Medellín
Ramón Torres Ortega	Universidad de Cartagena, Cartagena
Javier Páez Saavedra	Universidad del Norte, Barranquilla
Diego Fernando Hernández Losada	Universidad Nacional de Colombia, Bogotá
Piedad Gañán Rojo	Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín
Alberto Ocampo Valencia	Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira

Director Ejecutivo

Eduardo Silva Sánchez Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá

Revisora Fiscal

Luz Mery Cuervo Garzón

ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Asistente de Dirección	Luis Alberto González Araujo
Asistente Administrativa	Arley Palacios Chavarro
Asistentes de Proyectos	José Miguel Solano Araujo
	Simón Andrés De León Novoa
Secretaria de Dirección	Janeth Pineda Molina
Auxiliares de Oficina	Hernán Reyes Díaz
	Martha Rodríguez Igua
Contador	Ariel Palomino Ulloa

ISBN: 978-958-680-068-6

Marzo 2011

Impreso en Colombia

Diseño e impresión

Opciones Gráficas Editores Ltda.

www.opcionesgraficas.com

Las opiniones expresadas en este libro no son necesariamente las de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería



Introducción

La presente publicación se ha estructurado teniendo en cuenta el trabajo de los profesores que participaron como conferencistas, panelistas y miembros de las mesas de trabajo, en los Foros académicos preparatorios y en la Reunión Nacional.

En esta ocasión, el texto se presenta organizado en tres capítulos, uno por cada uno de los ejes temáticos:

- El primer capítulo, denominado “El estudiante de ingeniería”, presenta el foro preparatorio realizado en la ciudad de Bogotá, el día 15 de abril de 2010 y lo tratado con respecto a este eje en la Reunión Nacional, con sus respectivas conferencias, panel, taller y mesas de trabajo.
- El segundo capítulo, dedicado al eje “La estructura curricular”, presenta el foro preparatorio realizado en la ciudad de Pereira, el día 3 de junio de 2010 y lo tratado con respecto a este eje en la Reunión Nacional, con sus respectivas conferencias, panel, taller y mesas de trabajo.
- El tercer capítulo trata los aspectos relacionados con el eje “La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional”, presenta el foro preparatorio realizado en la ciudad de Santiago de Cali, el día 12 de agosto de 2010 y lo tratado con respecto a este eje en la Reunión Nacional, con sus respectivas conferencias, panel, taller y mesas de trabajo.
- En el capítulo cuarto se presenta una descripción de los trabajos de los profesores presentados en forma oral y pósteres en la Reunión Nacional ACOFI 2010.

Finalmente, a manera de anexo, se recoge el listado de asistentes a los Foros y a la Reunión Nacional.

Las aportaciones de los Foros preparatorios y la Reunión Nacional se han organizado de acuerdo a los objetivos que se propusieron:

Objetivo general

Reflexionar, debatir y proponer conclusiones y recomendaciones acerca de la relación entre la formación de los ingenieros, que es la responsabilidad primera de las facultades de ingeniería, y el desarrollo de las regiones en las que las mismas se encuentran insertas.

Objetivos específicos

- Conocer la situación de los actuales estudiantes de ingeniería, encontrar aspectos motivadores que impulsen su opción para formarse como ingenieros y adecuar las estrategias de formación y de evaluación a dicha situación.
- Proponer lineamientos para ajustar las estructuras curriculares, de modo que tengan en cuenta el desarrollo de la región.
- Propiciar la responsabilidad social de las facultades de ingeniería en el desarrollo de la región, subrayando este aspecto de su misión formativa, tanto en los pregrados como en los posgrados y en la educación continua.

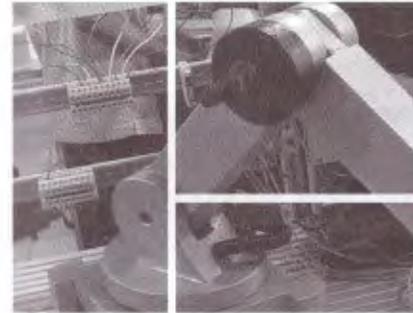
Dado el carácter de los Foros y de la Reunión Nacional, en la mayor parte de los textos se mantiene el lenguaje espontáneo propio de la comunicación verbal.

Contenido



Presentación	5
Introducción	7
Capítulo 1. El estudiante de ingeniería	11
Foro: El estudiante de ingeniería	13
Conferencia	15
Enseñanza de ingeniería: creando líderes invisibles	
José Carlos Quadrado, Instituto Superior de Ingeniería de Lisboa -ISEL- y Presidente de ASIBEI	
Conferencia	24
Caracterización del estudiante de ingeniería	
Vicente Albéniz Laclustra, Escuela Colombiana de Ingeniería	
Taller	34
Caracterización del estudiante de ingeniería	
Reunión Nacional. Eje: El estudiante de ingeniería	37
Conferencia	39
El estudiante de ingeniería	
Daniel Elso Morano, Ministerio de Educación de Argentina	
Panel	54
El estudiante de ingeniería	
Mesa de trabajo	81
El estudiante de ingeniería	
	87
Capítulo 2. La estructura curricular	87
Foro: La Estructura Curricular	89
Conferencia	91
Consideraciones sobre la estructura curricular	
Julio César Cañón Rodríguez, Universidad Nacional de Colombia	
Taller	98
La estructura curricular	
Reunión Nacional. Eje: La estructura curricular	101
Conferencia	103
Reforma de la formación en ingeniería: Propuesta CDIO	
Doris Brodeur, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA	
Conferencia	
Fenómenos de transporte en Ingeniería mecánica, una reforma curricular con cincuenta años de atraso	

Panel	
La estructura curricular	121
Mesa de trabajo	
La estructura curricular	129
Capítulo 3. La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional	143
Foro: La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional	145
Conferencia	
El ingeniero como agente del desarrollo regional	
<i>Marco Sanjuán Mejía, Universidad del Norte</i>	147
Taller	
La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional	161
Reunión Nacional. Eje: La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional	163
Conferencia	
La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional	
<i>Francisco de Roux, S.J., Compañía de Jesús</i>	165
Panel	
Responsabilidad social de la formación para el desarrollo regional	179
Mesa de trabajo	
La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional	187
Capítulo 4. Trabajos de la Reunión Nacional	191
Ponencias orales y pósteres	193
Anexo: Asistentes a los Foros Académicos y a la Reunión Nacional ACOFI 2010	195



Capítulo I

El estudiante de ingeniería



Foro: El estudiante de ingeniería

Tuvo lugar el día 15 de abril de 2010, en el Club de Ingenieros de la ciudad de Bogotá. Las conferencias estuvieron a cargo de José Carlos Quadrado, Presidente del Instituto Superior de Ingeniería de Lisboa -ISEL- y Presidente de ASIBEI y Vicente Albéniz Laclaustra, Director del Departamento de Ciencias Naturales de la Escuela Colombiana de Ingeniería, quien igualmente coordinó el taller realizado.

Conferencia

Enseñanza de ingeniería: creando líderes invisibles

José Carlos Quadrado

En esta oportunidad he venido hablar sobre la enseñanza de la ingeniería, sobre el Ingeniero joven. Sé que muchos de los aquí presentes se están formando en ingeniería, así que voy a comenzar mostrando de qué trata la ingeniería. En la figura 1 vemos un tranvía, se trata de un asunto que tiene que ver con ingeniería y con tecnología eléctrica. Pero, ¿es esto lo que los ingenieros colombianos quieren conseguir hoy en día? La fotografía parece invitarnos a regresar al pasado...



Figura 1. Tranvía en Bogotá

Ahora, una cuestión muy importante. Cuando me encuentro entre tantos jóvenes que desean ser ingenieros me pregunto: ¿Para qué quieren ser ingenieros? Todos sabemos que los ingenieros son pobres. Si desean conseguir dinero lo mejor es que se dediquen a la política. Además, sabemos que los ingenieros no son famosos. Si pregunto por tres nombres de ingenieros del siglo pasado, creo que nadie me respondería; pero si la pregunta fuera por tres nombres de grandes jugadores de fútbol, estoy seguro de que todos podríamos contestar.

Cuando preguntó ¿por qué quiere usted ser ingeniero?, pretendo entender las razones que llevan a los jóvenes a elegir esta formación. Al analizar las respuestas, podemos encontrarnos con estudiantes masoquistas y con profesores sometidos a pruebas de esfuerzo...

Es muy común comenzar cualquier ponencia de ingeniería hablando de las matemáticas, que es una de las bases de la ingeniería. Pero yo voy a abordar el asunto presentando los siguientes temas:

- Ciudades
- Naturaleza
- Energía
- Comercio
- Emociones

- Conocimiento
- Reflexión

Ciudades

Para hablar del primer asunto quiero dar una pequeña visión del mundo, que demuestra su desigual distribución. Las ciudades no tienen las mismas condiciones y esa es la razón por la cual no hemos poblado algunas regiones inhóspitas de la tierra. Por ahora no las hemos poblado porque aún no lo necesitamos, pero no dudemos de que el día en que esto cambie llegaremos a estos lugares. Y ¿quién nos puede garantizar que las podremos habitar: los políticos, los abogados...? ¡Los ingenieros!

Voy hablarles de una población muy pequeña en China, Shenzhen, que tiene una característica muy interesante. En 1980 era una ciudad pequeña, con pocos habitantes. No obstante, las personas eran felices con su propio desarrollo.

Una de las razones por las que elegí esa pequeña ciudad es que, en 1980, su dimensión era de 7,2 hectáreas: era una ciudad muy pequeña. De 1988 a 1996 tuvo un crecimiento importante. En 2010 su área es 1,5 mayor que la de Portugal. Es decir, que pasó de ser una ciudad de 7.2 hectáreas a superar en 1,5 veces la dimensión de un país que tiene 10 millones de habitantes. Pero en este caso, lo supero en todo; y ocurrió en muy poco tiempo.



Figura 2. Shenzhen en 1980



Figura 3. Shenzhen en 2010

Shenzhen es un caso particular, sin similitud en la historia de la humanidad. Ni el mismo César logró construir Roma con tanta velocidad. Esto se debe a que las nuevas mega-ciudades son programadas por ingenieros. Estas ciudades se convierten en algo más que una cultura que se acumula página sobre página durante muchas generaciones: **ison ingeniería!**

El planeamiento y la construcción se hacen muy deprisa, de tal manera que, en ocasiones, antes de terminar la construcción, ya está siendo habitada en sus primeros pisos. Esto genera un desarrollo con gran calidad.

Estas megaciudades son diseñadas y construidas por ingenieros.



Figura 4. Ejemplo de megaciudad

Naturaleza

De acuerdo con F. Osborne Jr, (1948), en su obra *Humanidad una fuerza geológica*, el tsunami más violento que pueden temer, o el temblor de tierra más fuerte que pueden llegar a imaginar, no son comparables con la fuerza de la humanidad, que cambia constantemente.

Hoy en día, lo que descubrimos en un área se puede aplicar a otra. Ya no se habla de naturaleza pura. Los ingenieros producen especies artificiales y hasta genética especial.

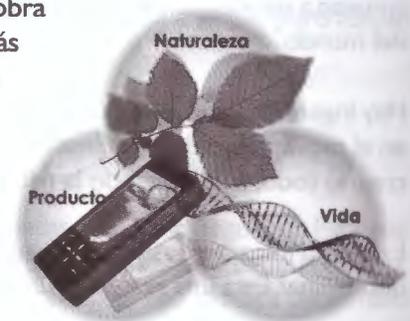


Figura 5. Relación naturaleza, producto, vida

Antiguamente, al construir una vía, se tenía en cuenta un solo impacto; actualmente se tiene en cuenta desde la extracción del material y su proceso de vida, hasta la evaluación de cómo va a funcionar.



Cuando se construye un nuevo proyecto, podemos utilizar muchos sistemas (algunos artificiales), para ver cuáles son sus impactos en la naturaleza. El reto es ser capaz de hacerlo sin provocar grandes cambios en la naturaleza.

Actualmente hacemos trabajos basándonos en un conocimiento que va desde la huella del carbono (totalidad de gases de efecto invernadero -GEI- emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto), hasta la acidificación del aire o acidificación atmosférica. ¿Quién se preocupaba por la huella del carbono en 1950, cuando lo importante era el crecimiento industrial? Todo esto cambió y empezó a ser algo fundamental para el desarrollo del mundo.



Figura 7. Huella de carbono

Hay ingenieros que, en sus desarrollos, imitan la realidad, basándose, por ejemplo, en el movimiento de los animales para hacer sus propios diseños, sin necesidad de crearlo todo, solo imitando la naturaleza.

Existe un impacto positivo o negativo de la humanidad en la naturaleza, ¿Quién lo determina? Esta una gran pregunta

Energía

¿Cuántos somos y dónde estamos? Ya vimos cómo está el mundo; pero también podemos ver cómo consume el mundo. Existen lugares donde se consume más que en otros. Por ejemplo, en África se consume muy poca energía; pero en Estados Unidos se consume mucha. Si en la noche miramos la tierra, se pueden observar las luces de las grandes ciudades. Pero esto no es lo único que se ve: también son visibles las llamas de gas natural.

¿Para qué queremos la energía? El tema de la energía es una de las grandes preocupaciones de la ingeniería.



Figura 8. Energía limpia



Figura 9. Central nuclear

Toda la sociedad mundial está preocupada por este asunto. Necesitamos resolver el problema de la energía. Existe una necesidad creciente de energía, pero ¿quién está buscando soluciones? ¡Los ingenieros!

Comercio

Hay un cambio muy grande en las nuevas maneras de hacer negocios. Estamos cambiando de ser consumidores a ser *consum-actores*. Somos los actores del consumo. Nosotros tenemos una parte fundamental en el consumo. Eso significa un cambio completo en la cadena de valores. Observando los proyectos mundiales de ingeniería se observa que uno produce, otro planifica, otro diseña, otro hace mantenimiento...



Figura 10. Nuevas formas de hacer negocios

Es grande el cambio que supone la experiencia de las compras virtuales. No es preciso salir a la calle: desde su ordenador, usted camina por los pasillos del supermercado y elige lo que quiere comprar. Lo que compra llega a su casa.

Continuamente se crean nuevos productos y nuevas formas de comercio. ¿Quién lo está haciendo? ¡Los Ingenieros!

Emociones



Figura 11. Filarmónica de Los Ángeles



Figura 12. Estadio olímpico de Beijing

La sala de la filarmónica de los Ángeles la diseñó un arquitecto. ¿Quién diseñó el estadio Nido de Águila?

He aquí una simple taza para tomar sopa, o algo más innovador.

FUSION | TOOLS



Figura 13. Elemento innovador



Figura 14. Elemento innovador

Estos dos objetos ¿existen?, ¿son solo imaginación?, pero, ¿podrían existir? ¿Quién los diseñó y quien los construye?

Información

Las TIC son dispositivos que cada día cargan más información y son capaces de hacer más cosas. ¿Por qué existen estos aparatos? A mis 15 o 20 de edad, teníamos

aparatos "parecidos". Yo no tenía un *smarthphone*; pero grababa películas, filmaba películas, tomaba fotos instantáneas, sabía computación, hacía cálculos complicados, escuchaba radio, escuchaba música móvil en un *walkman*, jugaba videojuegos, tenía despertador, usaba un medidor del tiempo, podía compartir mi voz por medio del teléfono, compartía imágenes, compartía texto, encontraba a las personas en un directorio telefónico que se llamaba "páginas amarillas", planeaba rutas y además conseguía prever el tiempo, cuando se suponía que iba a llover. También había visión 3D, computadores para visión 3D: eran muy grandes, pero ya existían. Todos estos componentes los tiene actualmente el *smarthphone*.



Figura 15. Smarthphone

¿Cómo será la IC(X)T común en 20 años? ¿Cómo recibiremos la información? ¿Cómo nos comunicaremos? No podemos saber cómo van a ser las cosas dentro de 20 años, pero tenemos una idea de quién va a hacerlo. ¡Los Ingenieros!

Estamos en la era de la inteligencia:



Figura 16. Productos inteligentes

Tenemos electrodomésticos inteligentes, carros inteligentes, edificios inteligentes, ropas inteligentes, compras inteligentes, teléfonos inteligentes... En las nuevas formas de presencia de la inteligencia que se involucra en todo, veo una nueva sociedad. Los productos inteligentes exigen colaboración multidisciplinar. No hay una sola estructura que pueda hacer todo. ¿Quién lidera esos equipos? ¿Quién transforma en realidad todas esas ideas? ¡Los ingenieros!

Conocimiento

Necesitamos producir más, de modo más diversificado, para más personas, en más lugares, más rápidamente y más barato. El problema es: imagina que se acaba lo más necesario, necesitamos producir, para más personas, en más lugares, más de prisa y más barato. ¿Quién lo va a hacer?

Ahora tenemos un desafío: educar a la generación web 2.0. El desafío más importante de las facultades de ingeniería es educar a la generación de la web 2.0¹. Actualmente los estudiantes tienen todo en la web. El clic manda en la vida: con un clic se obtiene toda la información. Para hacer una redacción, un niño de 10 años va a internet, lo copia todo y hasta arregla la portada... Ahora todo lo que está en la web es verdad, esa es la diferencia de la cultura que queremos cambiar. Recordar continúa siendo importante. Pero como los conocimientos están en la red, basta con hacer un clic y ya se tiene toda la información aunque no se sepa nada.

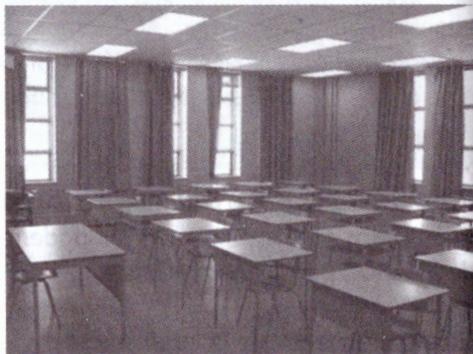


Figura 17. Aula de clase

El problema es cómo se consigue educar con todo esa tecnología. Los alumnos ya parecen profesores. Esa es la gran diferencia que implica este sistema. El aula de clase es el local donde, a veces, encontramos a los amigos, cuando no estamos en una red social.

Confucio dijo: "lo escucho y lo olvido, lo veo y lo comprendo, lo hago y lo recuerdo". Nosotros caminamos en la dirección en que solo escuchamos; como mucho vemos. Y si tenemos tiempo, hacemos, aunque esto casi nunca sucede.

Necesitamos educar a los educadores. El problema es que la mayor parte de los educadores no sabe qué es lo que ocurre. Hay profesores que siguen enseñando cómo se matan dinosaurios. Por eso hay que educar a los educadores, para que entiendan qué es lo que pasa.

¹ El término Web 2.0 está comúnmente asociado con un fenómeno social, basado en la interacción que se logra a partir de diferentes aplicaciones en la web, que facilitan el compartir información, la interoperabilidad, el diseño centrado en el usuario o O.C.U. y la colaboración en la World Wide Web. Ejemplos de la Web 2.0 son las comunidades web, los servicios web, las aplicaciones web, los servicios de red social, los servicios de alojamiento de videos, las wikis, blogs, mashups y folksonomías. Un sitio Web 2.0 permite a sus usuarios interactuar con otros usuarios o cambiar contenido del sitio web, en contraste con sitios web no-interactivos donde los usuarios se limitan a la visualización pasiva de información que se les proporciona. Consultado en: http://es.wikipedia.org/wiki/Web_2.0, enero 2011.

Reflexiones

Seguro a estas alturas, ya saben lo que había proyectado decirles en esta conferencia; ya tienen la respuesta sobre qué es lo que hice en este rato: reflexionar sobre la enseñanza de ingeniería para la creación de líderes. El proceso de liderazgo que mostré, necesita de alguien que asuma la responsabilidad, que está relacionada con:

- Conocer los sistemas de ingeniería. Es fundamental conocer la creación de sistemas de ingeniería.
- Pensar en el contexto de ciclo de vida. No se trata de tener únicamente en cuenta lo que va a ocurrir en un aspecto y olvidar el resto. El ciclo de vida es cada vez más importante.
- Pensar en el contexto del medio ambiente.
- Pensar en el contexto de la ecología global. Cada vez más, todo va a ocurrir a nivel mundial y no podemos hacer nada en contra.
- Colaborar con otras profesiones: con biología, arte, ciencias sociales, con turismo, medicina, comunicación, literatura, física, cine y tv. Un ingeniero no puede estar solo, tiene que compartir con los demás.
- Respetar el conocimiento de los maestros. Debemos tener mucho cuidado en no seguir únicamente la tecnología olvidando todo lo demás.
- Creer en lo increíble. Lord William Thomson Kelvin (1824-1907), dijo que "heavier-than-air flying machines are impossible" (máquinas voladoras más pesadas que el aire son imposibles). Yo vine en avión desde Portugal... Es fundamental creer en lo increíble.
- Prepararse para un nuevo tipo de crecimiento. Hasta el año 2009 hemos descendido económicamente en todos los países; pero ya estamos creciendo nuevo, aunque no de la misma forma. El nuevo crecimiento se basa en una nueva economía, no en la economía de cambiar cosas u objetos. Se trata de una economía distinta: vivimos en la sociedad de conocimiento.

Conferencia

Caracterización del estudiante de ingeniería

Vicente Albéniz Laclaustra

Una vez concluido el trabajo del taller precedente¹ y, teniendo en cuenta las aportaciones hechas por los profesores y estudiantes que han participado en el mismo, vamos a hacer algunas reflexiones sobre el tema que nos ocupa: la caracterización del estudiante de ingeniería.

La propuesta de caracterizar a los estudiantes de ingeniería no es una tarea sencilla, debido a la natural heterogeneidad de los jóvenes, heterogeneidad que se ve amplificada en el presente momento histórico que exalta la individualidad y propicia la diversidad. Sin embargo, para poder hacer una propuesta formativa adecuada a la actual situación de los estudiantes de ingeniería, en lo que respecta a su identidad personal y a sus circunstancias socioculturales, resulta imprescindible encontrar algunas características comunes que permitan dotar de sentido a los diversos proyectos formativos de las escuelas y facultades de ingeniería. Para llevar a cabo este trabajo es imprescindible la decidida colaboración de todos miembros de las comunidades académicas: estudiantes, profesores, directivos funcionarios y egresados.

En la construcción de una propuesta de formación pertinente es condición *sine qua non* escuchar la palabra, no siempre cómoda, de los estudiantes. No resulta infrecuente que, a pesar de las solemnes declaraciones oficiales enunciadas en misiones, visiones y propuestas axiológicas, el desarrollo de los procesos educativos esté realmente al servicio de intereses ideológicos o económicos que olvidan la centralidad del estudiante. Por esa razón, tanto en este foro, como en las actividades que organice ACOFI sobre este tema, la voz de los estudiantes y su presencia activa deben ser elementos fundamentales

Introducción

En su reflexión sobre la tarea educativa, afirma Germán Marquínez Argote²: "qué se entiende por educar depende de la idea que nos formemos de hombre". Es decir, nuestro pensamiento y nuestras palabras sobre la educación nos traicionan; cuando expresamos nuestra idea sobre la educación, en rigor estamos confesando

¹ La conferencia tuvo lugar a continuación del taller "El estudiante de ingeniería" cuyas conclusiones pueden verse en las pp 34 a 36

² Marquínez, G. (1995). *Realidad y posibilidad. Fundamentos de ética y educación*. Editorial Magisterio, Bogotá, p. 119

lo que pensamos acerca del ser humano. Siguiendo a su maestro Zubiri, plantea Marquínez³ que el ser humano puede concebirse como *res naturalis* (cosa natural) o como *res eventualis* (cosa eventual). En el primer caso, la vida y la historia del hombre son maduración de lo que ya es germinalmente; la educación se reduce a sacar (*educere*) lo que ya es el educando; el educador ayuda al educando a sacar de sí todo lo que es. Podríamos decir que la propuesta educativa, desde este punto de vista, sigue el lema de Píndaro: "llega a ser el que eres". En la segunda concepción, el ser humano se considera como autor y actor de su propia vida: él es quien la proyecta y la conduce; la educación es un proceso de posibilitación; el educador es un posibilitador y un capacitador para que el educando llegue a ser lo que no es aún. El lema educativo de esta propuesta podría enunciarse así: "llega a ser el que puedes ser". Las diferencias entre los efectos de las propuestas educativas que se siguen de las dos concepciones de hombre planteadas por Marquínez, son evidentes.

Octavi Fullat⁴ lo expresa de modo clarividente:

"El ser humano es esto (bazo, bioquímica del cerebro...) y aquello (conocimientos, sentimientos...). Pero el hombre no acaba en lo que es hoy y mañana, sino que a esto añade el poder ser, añade la capacidad de proyectar, proyectándose. Esta capacidad anda ciertamente condicionada...; pero tales condicionamientos no anulan el que el hombre también sea lo que puede ser. Vivimos inexorablemente en situación. Ésta, con su realidad, nos desazona y nos ponemos entonces a proyectar irrealidades. Lo que hay, con lo que somos, hemos sido y vamos a ser de forma indefectible, nos causa insatisfacción. Uno puede instalarse en esta última desesperadamente o cínicamente. Resulta además posible vivir la insatisfacción como trampolín que nos hace nacer la esperanza en lo que colma y todavía no tocamos".

La práctica educativa exige esperanza y optimismo. Así lo afirma Fernando Savater⁵

"La enseñanza presupone el optimismo tal como la natación exige un medio líquido para ejercitarse[...] Porque educar es creer en la perfectibilidad humana, en la capacidad innata de aprender y en el deseo de saber que le anima, en que hay cosas que pueden ser sabidas y merecen serlo, en que los hombres podemos mejorarnos unos a otros por medio del conocimiento"

³ Ibid. pp. 119 y 120

⁴ Fullat, O. (1995). *El pasmo de ser hombre*. Editorial Ariel, Barcelona, p. 13

⁵ Savater, F. (1997). *El valor de educar*. Editorial Ariel, Barcelona, p. 10

El estudiante

Alexis Carrel, Premio Nobel de Medicina en 1912, publicó en 1935 su obra seguramente más conocida: *L'homme cet inconnu*, traducida al castellano con el título *La incógnita del hombre*. A la sombra del título de la obra de Carrel, podríamos preguntarnos si, a veces, no es el estudiante el gran desconocido de nuestras instituciones de educación superior. Revisando las propuestas educativas de las universidades, es frecuente encontrar enunciados del perfil del estudiante que consisten en la enumeración de las cualidades y virtudes que deben adornar al candidato que quiere formarse en una de esas instituciones: describen al estudiante no como es; sino como pretenden que sea... Los profesores debemos preguntarnos si conocemos a los estudiantes o tenemos de ellos imágenes no verificadas que responden más a nuestras creencias que a sus realidades. Al respecto, conviene no olvidar la advertencia de Ortega⁶: "las ideas se tienen; en las creencias se está"

En el *Libro de las Partidas*, dice Alfonso X el sabio que "la Universidad (que en aquellos días se llamaba Estudio general) es ayuntamiento (reunión) de maestros y escolares que se hace en algún lugar con voluntad y entendimiento de aprender los saberes". Si, a la luz de las palabras del rey sabio, nos preguntamos por los elementos esenciales de la universidad, es claro que son los estudiantes, los profesores y el conocimiento. De donde se sigue, que no es posible hacer una reflexión o una propuesta serias acerca de la universidad que ignore a los estudiantes. Los estudiantes son la razón misma de la existencia de una institución de educación superior. A pesar de ser tan evidente la importancia de los estudiantes para las universidades, quizá ha sucedido con ellos el mismo fenómeno señalado por Einstein e Infeld en el apartado *Una clave que pasó inadvertida*, de su obra *La física, aventura del pensamiento*⁷:

Al estudiar la mecánica, recibimos al principio la impresión de que, en esta rama de la ciencia, todo es simple, fundamental y definitivo. Difícilmente se sospecharía la existencia de una clave importante, que nadie notó durante más de tres siglos. La clave menospreciada está relacionada con uno de los conceptos fundamentales de la física, la masa.

¿Serán los estudiantes la clave inadvertida de las instituciones de educación superior? Ortega y Gasset afirma, sin titubeos, que "en la organización de la enseñanza superior, en la construcción de la Universidad hay que partir del estudiante, no del saber, no del profesor. La Universidad tiene que ser la proyección del estudiante"⁸

⁶ Ortega y Gasset, J. (1940; 1976). *Ideas y creencias*. Espasa-Calpe, Madrid, p. 17

⁷ Einstein/Infeld (1939; 2002). *La física, aventura del pensamiento*. Editorial Loesada, Buenos Aires, p. 39

⁸ Ortega y Gasset, J. (1930; 1968). *Misión de la universidad*. Revista de Occidente, Madrid, p.45

Y, ¿qué es un estudiante? La respuesta es tan sencilla como desconcertante: el estudiante es el que estudia! Es frecuente confundir la condición de estudiante con la de matriculado... Uno puede estar matriculado en una institución de enseñanza y no ser estudiante... sencillamente porque no estudia. La condición de estudiante es una condición transitoria, pasajera, coyuntural: uno es estudiante cuando estudia; y pierde la categoría de estudiante cuando deja de estudiar. Ser estudiante es un estado de acción, no una condición de estabilidad pasiva. Deberíamos ser más cuidadosos con el lenguaje. No es lo mismo afirmar que en Colombia hay 1.400.000 estudiantes que decir que hay esa cantidad de matriculados en las instituciones de educación superior. ¿Cuántos de ese 1.400.000 matriculados son verdaderamente estudiantes? En sus *Lecciones de metafísica*⁹, señala Ortega que "enseñar no es primaria y fundamentalmente sino enseñar la necesidad de una ciencia, y no enseñar la ciencia cuya necesidad sea imposible hacer sentir al estudiante".

Condiciones iniciales del estudiante

La *Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948)* hace una afirmación contundente en lo que se refiere a la educación superior, luego retomada por la *Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XX*, de la UNESCO, del año 1998: "El acceso a los estudio superiores será igual para todos, en función de los méritos respectivos". Ahora bien, una cosa es tener derecho a la educación superior y otra muy distinta es verse obligado, *vellis nollis*, a aparentar la condición de estudiante, frecuentando las aulas de una institución de educación superior. En la obra indicada¹⁰, hace Ortega una larga reflexión respecto a esta cuestión, que puede sintetizarse en esta afirmación suya: "Sería encantador que ser estudiante significase sentir una vivacísima urgencia por este y el otro y el otro saber. Pero la verdad es estrictamente lo contrario: ser estudiante es verse el hombre obligado a interesarse directamente por lo que no le interesa o a lo sumo le interesa solo vaga, genérica o indirectamente"¹¹.

En la *Misión de la universidad*, se pregunta Ortega y Gasset qué hay que enseñar al estudiante universitario. Teniendo en cuenta el *Principio de economía en la enseñanza*¹² que él mismo propone, considera Ortega y Gasset que, entre los muchos saberes que cultiva la universidad, hay que "quedarse solo con aquellos que se consideran estrictamente necesarios para la vida del hombre que hoy es estudiante". Este conjunto de conocimientos, "considerado estrictamente

⁹ Ortega y Gasset, J. (1966; 1974). *Unas lecciones de metafísica*. Revista de Occidente, Madrid, p. 27

¹⁰ Ver sobre todo la Lección I, pp. 13 a 29

¹¹ Ibid. p. 20

¹² El autor dedica a esta cuestión el segundo apartado de la obra, pp. 40 a 48

necesario, tiene que ser aún reducido a lo que de hecho puede el estudiante aprender con holgura y plenitud". En la universidad "hay que enseñar solo lo que se puede enseñar; es decir lo que se puede aprender".¹³ De acuerdo con la radical *autenticidad* que reclama como condición indispensable de cualquier propuesta formativa, propone Ortega que el quehacer universitario sea dirigido por imperativo de Leonardo: "*Chi non può quel che vuol, quel che può voglia*" («El que no puede lo que quiere, que quiera lo que puede»).¹⁴

De acuerdo con estas reflexiones, consideramos importante conocer las características de los estudiantes candidatos a las carreras de ingeniería, que podemos indagar con la ayuda de las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el interés, la motivación, que lleva a los estudiantes a matricularse en carreras de ingeniería? Los informes mundiales de educación de ingenieros confirman el generalizado descenso en el interés de los jóvenes por estudiar carreras de ingeniería y científicas, mientras crece la demanda de científicos e ingenieros. Es crítico seguir analizando las causas de esta situación para poder encontrar las respuestas adecuadas.
2. ¿Con qué preparación llegan los estudiantes a la universidad? Una queja generalizada de los profesores universitarios es que los estudiantes llegan a la universidad con muy pocos conocimientos y escasas habilidades académicas para comenzar su formación superior. Dice Juan Carlos Tedesco que los tres grandes problemas que, en el mundo entero, tienen los alumnos al llegar a la universidad son: que no saben leer, que no saben matemáticas y que no tienen ningún conocimiento de ciencias. Hay que advertir que Tedesco no habla de estudiantes de ingeniería sino de los estudiantes en general. Tenemos que continuar trabajando en la solución de este gravísimo problema.
3. La tercera pregunta es muy importante. La expresión "capital cultural" fue creada por el sociólogo francés Pierre Bourdieu. Hay investigaciones que demuestran que lo que más influye en el rendimiento académico de un estudiante es lo que le sucede fuera del aula. ¿Cuál es el medio cultural en el que viven nuestros estudiantes? ¿Es posible educar adecuadamente a un estudiante desconociendo o ignorando su capital cultural?

A continuación, presentamos algunos datos interesantes sobre este primer asunto.

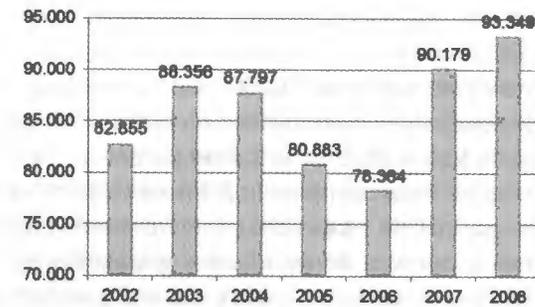


Figura 1. Número de estudiantes de primer semestre¹⁵

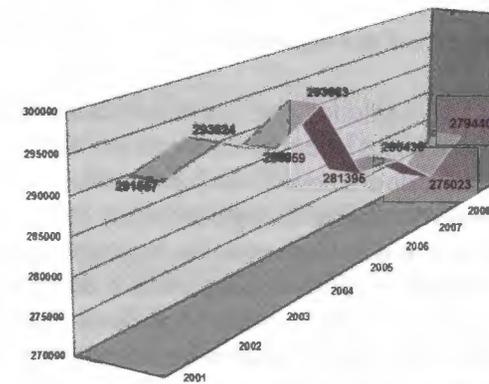


Figura 2. Número de estudiantes matriculados en el área de ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines, de 2001 a 2008¹⁶

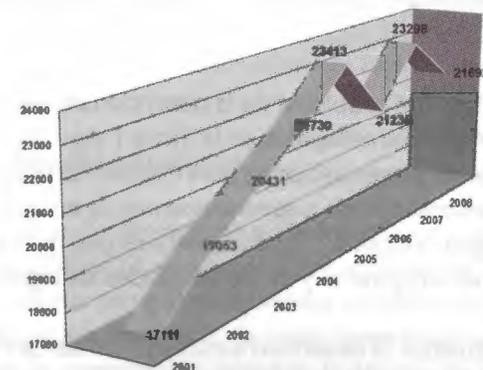


Figura 3. Número de estudiantes graduados en ingeniería de 2001 a 2008¹⁷

¹⁵ Fuente SNIES. Elaboración ACOFI, marzo 2010

¹⁶ Fuente ACOFI - ICES - SNIES. Elaboración ACOFI, marzo 2010

Se ve que el número de estudiantes de primer semestre en ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines, de los cuales el 85% son de ingeniería, oscila entre el año 2002 y el 2008. En este momento hay unos 93.000 estudiantes de primer semestre. En cuanto al número de estudiantes matriculados en el área de ingeniería, se observa que, en el mismo periodo, ha ido bajando. Esta parece ser la tendencia en todo el mundo. Hay que cuidar especialmente la primera relación que los estudiantes tienen con la ciencia, porque de este inicial contacto puede depender su decisión vocacional. En cuanto al número de estudiantes graduados en ingeniería, desde el 2001 al 2008, tras una importante subida, parece que hemos llegado a una situación estable.

Condiciones de continuidad del estudiante

Afirma el físico francés Lévy Leblond¹⁸ que “entre la física que suele enseñarse en las aulas y la física que se hace en los laboratorios media una distancia parecida a la que separa un tratado gramatical de una novela”. En la preparación de profesionales, como es el caso de las escuelas y facultades de ingeniería, hay que plantearse seriamente cuál es la relación que existe entre la formación impartida en las instituciones y el ejercicio profesional. Dicho en términos de perfiles o de competencias, es obvio que el perfil del egresado no puede coincidir totalmente con el perfil profesional pero hay un mínimo de competencias que debe dominar un estudiante antes de graduarse y que las instituciones de educación deben certificar. A la luz de estas competencias hay que revisar los procesos de formación.

De acuerdo con este planteamiento, hemos trabajado en el taller las tres siguientes preguntas:

1. ¿Qué análisis hacemos del problema de la deserción estudiantil en las carreras de ingeniería? Los números reflejados en la Tabla 1 dan idea de la gravedad del asunto. Por todas partes surgen iniciativas para intentar combatir, o al menos paliar, esta situación. Da la sensación de que no acabamos de encontrar la respuesta; lo que nos obliga a seguir buscando. Sin duda, este es uno de los mayores retos de la educación superior en general y de las facultades de ingeniería en particular en todo el mundo.
2. Parece ser que, al analizar la deserción estudiantil en las carreras de ingeniería, resulta evidente el impacto que tiene en el origen de este problema la formación en ciencias básicas. Esta formación, tradicionalmente considerada como fundamental en la preparación de los ingenieros, está en crisis. Basta con observar

atentamente la información que nos proporcionan al respecto los resultados obtenidos por nuestros estudiantes en las pruebas EXIM 2009.

3. Dada la naturaleza del ejercicio profesional de la ingeniería, parece conveniente preguntarse por la dimensión práctica que está presente en la formación que llevamos a cabo en nuestras facultades. Este tema, de gran importancia, hay que analizarlo con sumo cuidado, evitando caer en dos extremos igual de peligrosos: convertir la formación de los ingenieros en una pura retórica libresca con ausencia total de la dimensión práctica, u olvidar la formación teórica reduciendo la preparación de los ingenieros a un ejercicio técnico desprovisto de cualquier base científica.

Semestre	1	2	3	4	5	6	7	8
Deserción acumulada	20,64%	31,00%	38,70%	43,26%	46,57%	49,38%	51,68%	53,39%
Deserción por semestre	20,64%	10,36%	7,70%	4,56%	3,31%	2,81%	2,30%	1,71%
Semestre	9	10	11	12	13	14	15	
Deserción acumulada	54,66%	56,28%	57,56%	58,68%	59,40%	59,91%	60,17%	
Deserción por semestre	1,27%	1,62%	1,28%	1,12%	0,72%	0,51%	0,26%	

Tabla 1. Deserción en ingeniería. Fuente SPADIES. Elaboración ACOFI 2010

Matemáticas	Física	Química	Biología
50,8	49,5	53,3	49,8

Tabla 2. Resultados componentes EXIM año 2009. Elaboración ACOFI 2010

Nivel	Matemáticas	Física	Química	Biología
Bajo	51,02	45,49	53,52	46,53
Medio	45,48	51,16	42,32	50,41
Alto	3,50	3,35	4,16	3,06

Tabla 3. Resultados componentes EXIM por nivel año 2009. Elaboración ACOFI 2010

Condiciones de salida del estudiante

En el Comunicado de la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior que tuvo lugar en la sede de la UNESCO, en julio de 2009, se dice que “la educación superior debe no solo proporcionar competencias sólidas para el mundo de hoy y de mañana, sino contribuir además a la formación de ciudadanos dotados de principios éticos, comprometidos con la construcción de la paz, la defensa de los derechos humanos y los valores de la democracia”. Es frecuente que, en las declaraciones misionales de las instituciones de educación superior, se afirme que el propósito institucional es formar no sólo buenos profesionales sino buenas personas, buenos ciudadanos. Sin embargo, estos enunciados no siempre coinciden con los verdaderos intereses

de los implicados. Ya lo apuntaba certeramente Lyotard¹⁹ hace veinticinco años: “La pregunta que, de manera abierta o implícita, se plantean actualmente los estudiantes, el estado o las instituciones ya no es: «¿es esto verdadero?», sino más bien: «¿para qué sirve?»”

Respecto del estudiante que se encuentra en proceso de egresar de la universidad, resulta conveniente hacer algunas reflexiones a la luz de las siguientes preguntas:

1. ¿Qué información nos proporciona la evaluación final del proceso formativo de pregrado en relación con las competencias profesionales? Al analizar algunos proyectos formativos de ingenieros, a veces se tiene la impresión de que su objetivo sería formar profesores de ingeniería... La gran mayoría de nuestros estudiantes no se están preparando para ser nuestros herederos en las facultades de ingeniería. Se están preparando para ser ingenieros. Por lo tanto, la evaluación final de las competencias adquiridas, debiera ser respecto de las competencias profesionales, sabiendo que, aunque las competencias del egresado no coinciden (al menos en el grado de desarrollo) con las competencias profesionales, deben estar presentes siquiera de modo germinal.
2. La segunda cuestión se refiere al sentido de los ECAES y a la utilización que las instituciones hacen de los resultados obtenidos en las pruebas. Conviene recordar que el objetivo de los exámenes de calidad de la educación superior no es otro que el de proporcionar a las instituciones los datos (obtenidos de la evaluación de sus estudiantes a punto de egresar) que les permitan corregir, ajustar, mejorar sus procesos formativos. No resultan infrecuentes los diversos usos espurios y deformados que algunas instituciones hacen de estos resultados. Confiamos que con el establecimiento de las nuevas pruebas SABER PRO²⁰, se subsanen estos errores y se recupere el sentido primigenio de la evaluación, que no es otro que el de mejorar la calidad en la formación de los estudiantes.
3. Graduación en ingeniería, matrícula profesional y responsabilidad social
Parece del mayor interés que la comunidad académica dedicada a la formación de ingenieros reflexione y debata (ojala con la participación de los diversos consejos profesionales) sobre este delicado tema. Es muy grande la responsabilidad que frente al conjunto de la sociedad, adquieren quienes otorgan tanto el título universitario como la matrícula profesional.

Por el interés que puede tener, presentamos las gráficas de la evolución en el número de programas y de estudiantes que presentaron las pruebas ECAES en los años 2008 y 2009.

¹⁹ Citado por Barnett, R. (2001). *Los límites de la competencia. El conocimiento, la educación superior y la sociedad*. Gedisa, Barcelona, p. 9.

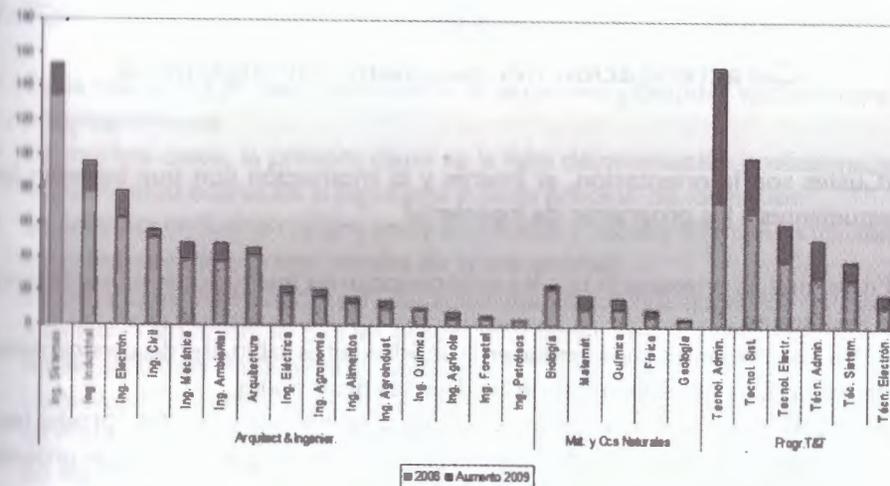


Figura 4. Incremento del número de programas ECAES 2008-2009²¹

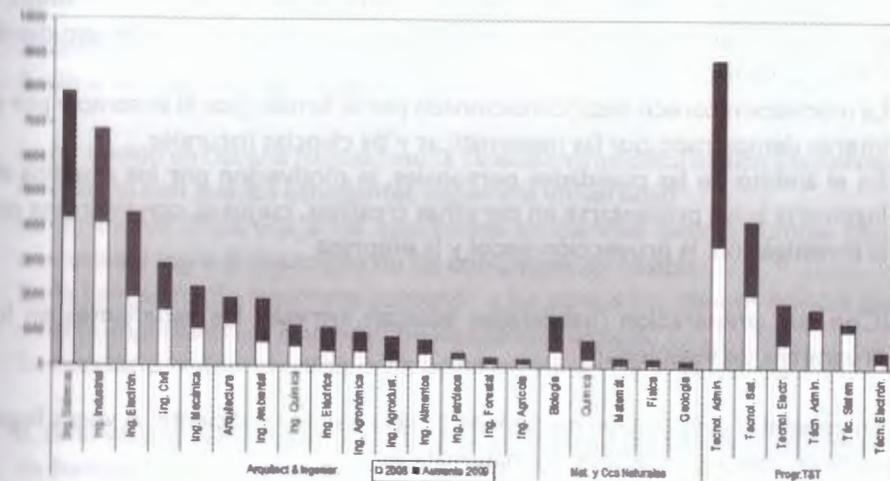


Figura 5. Incremento del número de programas ECAES 2008-2009²²

²¹ Fuente ACOFI – ICFES – SNIES. Elaboración ACOFI, marzo 2010

Taller

Caracterización del estudiante de ingeniería

1. ¿Cuáles son la orientación, el interés y la motivación con que ingresan los estudiantes a los programas de ingeniería?

- En general, la orientación que les proporcionan las instituciones es insuficiente o inexistente
- Entre los estudiantes que ingresan en la universidad es habitual el desconocimiento de los perfiles característicos de las diversas profesiones
- Abundan los estudiantes apasionados por la tecnología y por los "productos" de la ingeniería, pero que desconocen totalmente en qué consiste el proceso de formación para llegar a ser ingeniero
- El interés por el ejercicio de la ingeniería surge tanto de la curiosidad por saber cómo funcionan las cosas, como del propósito de querer mejorar el mundo, o de la posibilidad de lograr un mejor nivel social y económico para el estudiante y para su familia
- La motivación parece estar condicionada por la familia, por el entorno y por el interés demostrado por las matemáticas y las ciencias naturales
- En el ámbito de las cualidades personales, la motivación por los estudios de ingeniería suele presentarse en personas creativas, curiosas, con intereses por la investigación, la proyección social y la empresa

2. ¿Con qué preparación (habilidades básicas) ingresan los estudiantes en los programas de ingeniería?

- En general la preparación en ciencias básicas es muy deficiente. A veces llegan un poco mejor preparados en matemáticas
- La preparación en un segundo idioma es muy deficiente

3. ¿Cuál es la importancia del clima cultural que viven los estudiantes en su entorno para mejorar la probabilidad de éxito en los estudios universitarios?

- El entorno es definitivo, porque determina las posibilidades, las características y el perfil del futuro profesional
- El conocimiento del entorno del estudiante es crítico para hacer posible su formación

4. ¿Qué piensan de la deserción estudiantil en los programas de ingeniería?

- Se da más en los primeros semestres de la carrera y después va disminuyendo progresivamente
- En muchos casos, la primera causa es la falta de orientación profesional y de conocimiento acerca de la ingeniería y de su proceso de formación
- Se presenta un fuerte ruptura entre los modos y hábitos formativos usuales en los colegios y los que son propios de la universidad
- En parte es el resultado de la dificultad de adaptación que tienen los estudiantes a su nueva situación, lo que les genera problemas emocionales y sociales que les llevan al bajo rendimiento académico
- La mayor dificultad se presenta en su baja preparación académica sobre todo en matemáticas y ciencias naturales
- En algunos estudiantes se presentan dificultades económicas, a veces acompañadas de compromisos laborales y problemas familiares, que les llevan a la deserción

5. ¿Cómo consideran el nivel de la formación adquirida por los estudiantes al finalizar el ciclo de ciencias básicas?

- La formación en ciencias básicas resulta especialmente difícil debido a la deficiente formación con que los estudiantes llegan a la universidad
- La formación impartida a los estudiantes en ciencias básicas cumple con su cometido y logra el desarrollo de las competencias básicas
- En la formación de ingeniería posterior a los cursos de ciencias básicas no se ve ni la importancia ni la utilidad de las ciencias básicas
- Es necesario revisar el enfoque de la formación en ciencias básicas

6. ¿Cómo valoran la dimensión de la formación práctica presente en los proyectos de formación de los programas de ingeniería?

- Es fundamental, pero lo que se hace en este momento resulta insuficiente
- Los estudiantes desean que la formación práctica se inicie lo más tempranamente posible
- La falta de interdisciplinariedad en la formación genera una débil capacidad de trabajo en equipo
- Es necesario hacer el debate sobre si la formación integral del ingeniero es propia del pregrado o del posgrado

7. ¿Cómo consideran la formación de los egresados en relación con las competencias necesarias para el ejercicio inicial de la profesión?

- Existe una importante brecha entre el perfil del egresado y el perfil profesional que espera el sector productivo
- Al vincularse al trabajo profesional, los egresados descubren las insuficiencias de su formación en competencias laborales y sociales
- La especificidad en las competencias requeridas por la industria no alcanza a ser abordada durante la formación de pregrado del ingeniero
- Se deben replantear los programas formativos de los ingenieros de modo que se genere un mayor acercamiento entre la universidad y la empresa
- Las universidades deben incrementar las prácticas empresariales para garantizar que el egresado posee las competencias requeridas para el ejercicio profesional
- Se recomienda a ACOFI que invite al sector productivo a que formule los requerimientos del nuevo ingeniero y a que acompañe de modo más cercano los procesos de formación de los ingenieros

8. ¿Qué utilización hacen los programas de los resultados obtenidos por los estudiantes en los ECAES?

- Las instituciones no tienen plena confianza en los resultados. El nuevo planteamiento de los ECAES debe corregir las deficiencias anteriores.
- Hay instituciones que utilizan los resultados para tratar de mejorar los programas, lo que no siempre supone mejorar las competencias de los egresados
- Con frecuencia, los resultados se utilizan para establecer clasificaciones entre las universidades, lo que lleva a algunas instituciones a organizar actividades para preparar a los estudiantes para los ECAES, en lugar de dedicarse a trabajar en lo fundamental
- Se exalta a los estudiantes que han obtenido mejores resultados, pero no se establecen planes de mejoramiento de los programas

9. Desde el punto de vista de la responsabilidad social, ¿cómo consideran el proceso de obtención de la matrícula profesional por parte de los recién graduados?

- Es necesario trabajar este importante asunto con el estado.
- No existe suficiente conocimiento de la reglamentación de la profesión por parte de los ingenieros
- Actualmente la matrícula profesional es sólo un requisito. Se debe replantear el compromiso social de los ingenieros con el país, lo que exige un seguimiento riguroso y permanente del ejercicio profesional
- La responsabilidad social debe entenderse como la posibilidad de perfeccionar la formación mediante los posgrados y la formación continua

Reunión Nacional Eje: El estudiante de ingeniería

En el marco de la Reunión Nacional ACOFI 2010, el desarrollo de este eje tuvo una conferencia a cargo de Daniel Elso Morano, Coordinador del Programa de Calidad Universitaria de la Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación de Argentina. En el Panel participaron César Augusto Delgado García, investigador en el proyecto "Curso virtual para el mejoramiento de prácticas de enseñanza y aprendizaje de los profesores universitarios de matemáticas" y Mauricio Duque Escobar, profesor de la Universidad de los Andes, asesor en estrategias de enseñanza y evaluación de las ciencias, la tecnología y la ingeniería, así como investigador en didáctica de la ciencia y la ingeniería. La moderación estuvo a cargo de Javier Páez Saavedra, Decano de la División de Ingenierías de la Universidad del Norte. La Mesa de trabajo estuvo coordinada por Miguel Corchuelo Mora, Coordinador del programa de Maestría en Ingeniería Física de la Universidad del Cauca.

Conferencia

El estudiante de ingeniería

Daniel Elso Morano

Quiero compartir con ustedes los objetivos y las acciones que nos proponemos llevar adelante, en lo que se refiere a la formación de ingenieros, y su impacto en el desarrollo de las sociedades de cada uno de nuestros países, fundamentalmente de la sociedad latinoamericana.

En Argentina, el decano de ingeniería es, en cierta manera, quien marca el rumbo de la carrera de ingeniería. En ese marco se engloba toda mi intervención, teniendo en cuenta que presento lo que hemos hecho en estos últimos años, durante los cuales mi presencia en el Ministerio de Educación se debió fundamentalmente a que, en algún momento, el gobierno nacional decidió que las ingenierías eran carreras prioritarias. De acuerdo con esta decisión, en el año 2003 nos planteamos la búsqueda de objetivos comunes en cuanto a la formación de los ingenieros y esos objetivos se lograron a partir del trabajo de una comisión que analizó el tema. El proyecto se puso en marcha a principios del año 2005. No soy político. Pero puedo decir que el gobierno cumplió con todo lo que se comprometió con la comunidad académica de ingeniería e incluso cumplió mucho más de lo previsto. Hago esta aclaración porque lo que se ha conseguido se debió en gran parte a una confluencia de objetivos, en este caso del estado y de las universidades, particularmente en las carreras de ingeniería.

Comenzaré presentando un panorama general de la educación en Argentina.

Sistema de Educación Formal en Argentina

Todos los países de nuestro entorno tienen sistemas de educación similares. La ley de educación nacional planteó claramente que, para la Argentina, la educación en todos los niveles es una responsabilidad del estado y un bien social. El estado debe asegurar la calidad de la educación que ha de ser gratuita. La educación inicial comienza a los 45 días y llega hasta los 5 años; pero únicamente es obligatoria un año. Aclaro que, en Argentina, la educación inicial, primaria y secundaria, dependen de la provincia (el equivalente a los departamentos en Colombia).

En la Argentina hay 24 provincias que tienen acuerdos con el Ministerio de Educación en cuanto a los núcleos básicos de formación, tanto a nivel primario como secundario, así como acuerdos referentes a niveles mínimos de formación docente con algún tipo de equivalencia. Pero la educación inicial, obligatoria hasta



Provincias que tienen acuerdos con el ministerio de Educación en Argentina¹

los 5 años, y la educación primaria, a partir de los 6 años, dependen de las provincias. En este momento, la tasa de escolarización en la Argentina es cercana al 99%; solamente algunas comunidades, en algunas regiones, no tienen alfabetización primaria y se está trabajando para resolver esta situación. La educación secundaria es obligatoria. Hasta el año pasado hubo una tasa de escolarización de educación secundaria del 79%. Este año se puso en marcha un programa que se llama *Asignación Universal por Hijo*², para los hijos de empleados formales, no formales y desocupados; pero con la obligación de certificar que el hijo vaya a la escuela, tanto primaria como secundaria. De acuerdo con algunos datos todavía no consolidados, con esta iniciativa se habría llegado en el año 2010 a superar el 90% en la tasa de educación secundaria.

Dentro de la educación secundaria, y particularmente en las carreras científico tecnológicas, existe la educación técnico – profesional, lo que históricamente se llamaban las escuelas técnicas, las cuales fueron cerradas en la década del noventa. La desaparición de las escuelas técnicas de nivel medio tuvo un impacto muy fuerte en las carreras de ingeniería. La ley de educación nacional la puso nuevamente en marcha a partir del año 2008, con muchos problemas. La falta de docentes capacitados es uno de los grandes problemas. Se espera volver a tener técnicos de nivel medio, graduados a partir del 2013 o 2014.

En la educación superior tenemos dos sistemas de educación superior: el no universitario, constituido por institutos que dependen de las provincias, en los que se forman para carreras técnicas y técnico – instrumentales, y los institutos de formación docente; y el sistema universitario, formado por universidades públicas y universidades privadas. El 80% de los estudiantes del país estudia en universidades públicas y el 20% en las privadas. En el caso de la ingeniería, alrededor del 90% de los estudiantes se forman en universidades públicas y el 10% en universidades privadas. En la Argentina un alumno puede ingresar a cualquier carrera de cualquier universidad del país, con el único requisito de tener el título secundario. El ingreso es inmediato.

¹ Imagen tomada de: <http://www.me.gov.ar/edusol/referentes.html>, febrero de 2011

² Sistema de asignación por hijo creado por el Poder Ejecutivo de la Nación en la República Argentina para desocupados o empleados sin registrar por cada hijo menos de 18 años (aunque sin límite de edad para aquellos con discapacidad) y que no reciban otro beneficio social. Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Asignaci%C3%B3n_Universal_por_Hijo, consultado en enero de 2011

Sistema Nacional de Formación de Ingenieros



En Argentina, por decirlo de alguna manera, tenemos un solo tipo de ingenieros. La carrera de ingeniero tiene una duración teórica de cinco años. Los planes de estudio están pensados para estudiantes de tiempo completo, lo que constituye uno de nuestros problemas, porque la mayoría de los alumnos de ingeniería trabajan y la duración de la carrera es mayor que la propuesta. El Consejo Federal de decanos de Ingeniería -CONFEDI-, en el año 1992, puso en marcha un proceso que se denominó unificación curricular de las carreras de ingeniería, debido a la gran proliferación de titulaciones. Se tomó la decisión de comenzar a unificar, de modo que la mayoría de las carreras podían ser orientadas a una carrera troncal. Quiero hacer una aclaración. Cuando hablo de ingeniería me refiero a las ingenierías que están bajo la órbita de CONFEDI; las que no están en CONFEDI son la ingeniería agronómica, la ingeniería forestal y la ingeniería en recursos naturales, que, en general, se rigen por normas dictadas en las facultades de ciencias agrarias y tienen una formación básica distinta.

Actualmente en Argentina hay 396 programas de ingeniería, 306 en universidades públicas y 90 en universidades privadas. La acreditación es obligatoria para obtener la validez nacional del título. La entidad encargada de la acreditación es la Comisión Nacional de Acreditación y Evaluación Universitaria -CONEAU-. En el año 2010 están cursando carreras de ingeniería alrededor de 135.000 alumnos, de los cuales 31.000 son ingresantes anuales (en Argentina el ingreso es anual). El ingreso a las carreras de ingeniería representa alrededor del 11% del total de ingresantes en la universidad, que está alrededor de los 300.000 alumnos por año. La graduación es baja. En 2003 se graduaron 4.800 ingenieros, mientras que en 2009 lo hicieron 5.300 ingenieros. En Argentina, con 40 millones de habitantes, se gradúa por año un ingeniero por cada 8.000 habitantes; mientras que en los países desarrollados, como Francia, Alemania, China, se gradúa anualmente un ingeniero por cada 2.000 a 2.500 habitantes.

Sistema Científico – Tecnológico

Quiero dedicar unos párrafos al sistema científico tecnológico argentino, debido a su influencia en lo que estamos haciendo en las facultades de ingeniería. La queja permanente era que el sistema era exclusivamente científico y no tecnológico; es decir que se hacía ciencia para publicar *papers* y no tanto para aportar al desarrollo local. Nos quejábamos de que no había muchos ingenieros haciendo investigación, o de que no había fondos adecuados para la innovación productiva. Cuando, en

diciembre de 2007, asumió el cargo la actual presidenta Cristina Fernández, analizó todas las estrategias que se habían llevado adelante durante el gobierno anterior. De acuerdo con los datos que veníamos analizando en las carreras de ingeniería, decidió hacer énfasis en dos aspectos claves:

- El aporte de la ingeniería a la innovación productiva, con el desarrollo de cadenas de valores.
- Dada la importancia de la dimensión económica en la deserción, se puso en marcha un programa de becas, que hoy ofrece 30.000 becas anuales para alumnos de carreras científico – tecnológicas. En valores diferenciados, se paga más por esas becas que por las becas de las otras carreras.

En Argentina, en el año 2007, se invertía el 0,44% del PIB en investigación y desarrollo; en el 2010 se calcula que se está invirtiendo por lo menos el 1%. Se ha duplicado la inversión en ciencia y tecnología, considerando la ciencia y la tecnología para la innovación productiva. La inversión, comparada con otros países, era muy baja. Pero, ¿cuántas patentes se solicitaban por millón de habitantes? ¿Qué inversión del sector privado había en investigación y desarrollo? Este es uno de los problemas que tenemos en general en Latinoamérica: el sector privado hace muy pocas investigaciones y muy poca ingeniería. Se prefiere importar tecnología, con una alta desigualdad frente a las exportaciones manufacturadas. En ese sentido, comparativamente con países como Australia o Canadá, o con países de la región como Brasil, Chile o México, evidentemente en Argentina no estábamos muy bien.

Otro tema eran las limitaciones a la innovación productiva: había poca disponibilidad de capital de riesgo. Este factor lo determina el Foro Mundial de Economía de la Unesco, con calificaciones entre 1 y 7, en el que las compañías con indicador 1 no pueden absorber tecnología, y las que tienen indicador 7 son agresivas en su absorción de tecnología. En el 2008 la disponibilidad de capital de riesgo era baja. Había poca absorción de tecnología por parte de las empresas, en cuanto a desarrollo de tecnología propia; más bien se trataba de tecnología que provenía de países desarrollados. La capacidad de las empresas para la innovación era baja, la calidad de las instituciones de investigación, en lo que se refiere a la innovación productiva, era baja; había poca colaboración universidad – empresa; y, finalmente, el número de investigadores, no era malo, pero lo que estaban investigando poco tenía que ver con la innovación productiva. Por estas razones, el gobierno decidió definir este asunto como política de estado, con tres líneas prioritarias transversales: biotecnología, nanotecnología y TIC, con una inversión de 230 millones de dólares, de los cuales se dispusieron 34 millones para la formación de recurso humano, fundamentalmente en posgrado, especialmente en TIC, porque no contábamos con el capital humano necesario para absorber toda esa propuesta de desarrollo de

innovación productiva. Esta situación planteó a las facultades de ingeniería la pregunta sobre qué ingenieros estábamos formando. Me parece interesante preguntarnos si formamos ingenieros para la innovación o no, para la generación de empleo o no. Esta cuestión tiene que ver muchas veces con los programas y planes de estudio.

El estudiante de ingeniería

Tras esta introducción, vamos a desarrollar el tema planteado, que tiene que ver con el estudiante de ingeniería. He dividido mi reflexión en cuatro segmentos: el ingresante, el estudiante de ciclo básico, el estudiante de ciclo de especialización y el estudiante de posgrado.



Estudiantes Universidad Nacional de Jujuy³

Primer segmento: el ingresante

El tema de las vocaciones tempranas está presente en todo el mundo. De hecho, para el Congreso Mundial de Ingeniería que se realizará en el próximo mes de octubre de 2010 en Buenos Aires (Argentina), oficiado por la Federación Mundial de Ingeniería, dicha Federación nos planteó que debemos tratar dos temas: la movilidad entre países y las vocaciones tempranas. El segundo tema tiene que ver con la calidad del ingresante en las carreras de ingeniería, es decir, con la formación del estudiante en el nivel secundario, que es uno de los problemas que se observan. Este tema se estuvo analizando durante toda la década, no solamente en cuanto al conocimiento en matemáticas y ciencias, que a veces no es el adecuado, sino también en otros aspectos que tienen que ver con las competencias básicas, las

capacidades para desarrollar cualquier tipo de actividad intelectual o las capacidades claves para los estudios superiores.

CONFEDI, a partir de los proyectos de mejoramiento que se pusieron en marcha en todas las facultades de ingeniería, financiados por la SPU⁴, comenzó a diagnosticar, analizar y proponer soluciones para el problema del ingreso y la deserción en primer año. En ese sentido, lo planteado fue: ¿cuál es el punto de corte, hablando del estudiante ideal?; ¿qué debería conocer un estudiante para ingresar con éxito en una carrera en ingeniería de modo que ese conocimiento sea un acuerdo entre todos los sectores educativos? Estoy hablando de las Provincias y la Secretaría de Educación Básica del Ministerio de Educación. Un alumno de secundaria tendría que salir con unos conocimientos determinados y las universidades, a través de sus facultades de ingeniería, deberían manifestar en qué punto de conocimiento comenzarían sus estudios, porque de otro modo cada parte (instituciones de secundaria y universidades) dice que el problema es del otro.

CONFEDI llevó adelante este proyecto entre los años 2006 y 2008. Definió lo que se llamó el proyecto de competencias de ingreso a las carreras de ingeniería: cuáles son las competencias que debe tener un alumno para comenzar a cursar con éxito una carrera de ingeniería. Se definieron tres tipos de competencias: básicas, transversales y específicas. El proyecto contempló estas competencias y el nivel de logro que se debería plantear. Su descripción es la siguiente:

Competencias básicas	Competencias transversales
Aluden a capacidades complejas y generales, necesarias para cualquier tipo de actividad intelectual. Tienen que ver esencialmente con: <ul style="list-style-type: none"> • Comprensión lectora • Producción de textos • Resolución de problemas 	Aluden a capacidades claves para los estudios superiores. Se relacionan con: <ul style="list-style-type: none"> • Autonomía en el aprendizaje • Destrezas cognitivas generales
Competencias específicas	
Remiten a un conjunto de capacidades relacionadas entre sí, que permiten desempeños satisfactorios en el estudio de las carreras de ingeniería. Se tienen en cuenta los aspectos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de una función o un fenómeno físico y/o químico sencillo a partir de su representación gráfica o sus ecuaciones matemáticas. • Reconocimiento y utilización de conceptos en matemática, física o química • Reconocimiento y análisis de propiedades físicas y/o químicas de la materia en ejemplos cotidianos • Transferencia del conocimiento científico de física, química y matemática a situaciones problemáticas variadas. • Utilización de la computadora aplicando lógica procedimental en la utilización del sistema operativo y diversas aplicaciones tales como: procesador de textos, Internet y correo electrónico 	

El documento lo cotejamos con lo que decían la Secretaría de Educación Básica y los Ministerios de Educación provinciales sobre la formación que debería tener un egresado de secundaria. La verdad es que el documento de CONFEDI pide menos de la formación que, según la Secretaría de Educación Básica y los Ministerios de Educación provinciales, debería tener un egresado de secundaria. No estábamos pidiendo nada que estuviera por fuera de lo que aparece en los documentos: es más, está algo por debajo. De este modo, sobre la base de confluencia teórica entre los dos sistemas, es decir dónde tiene que terminar uno y dónde debe comenzar el otro, se presentó un documento a la Secretaría de Educación. La Secretaría de Educación lo analizó y en este momento está pendiente la aprobación de este acuerdo en el Consejo Federal de Educación, representado por el Ministro de Educación y los 24 Ministros de Educación de las provincias y el Consejo de Rectores. Queremos que ésta sea una política de estado, porque tenemos que dar continuidad a las competencias con que el estudiante debe terminar el secundario.

La realidad indica que el estudiante real diagnosticado desde el año 2004 hasta la fecha, particularmente por las facultades de ingeniería, tiene dificultades y carencias relacionadas con la interpretación de textos, dificultades para organizar el material informativo, dificultades para la expresión oral y escrita, dificultades para aplicar estrategias de profundización, tales como clasificar, preparar, organizar o sintetizar, y tiene poco desarrolladas las habilidades matemáticas. El objetivo es que el estudiante vaya alcanzando realmente los niveles propuestos y que las facultades, particularmente las científico – tecnológicas, validen el logro de sus competencias. Por el momento, este asunto se está discutiendo. La mayoría está de acuerdo y ya hemos puesto en marcha proyectos con algunas universidades y con algunas provincias, para el logro de estos objetivos.

Todo surgió a partir de lo que hicieron las facultades de ingeniería: realización de pruebas diagnósticas a los ingresantes, en las que se encontraron los inconvenientes anteriormente mencionados en los tres tipos de competencias. En los últimos años se observa un incremento en la falta de competencias básicas. Es importante mencionar que la situación es similar en todo el país.

Se han llevado adelante acciones remediales, por ahora respecto al ingresante. En el año 2011, se ha apoyado a las facultades de ingeniería en la implementación de cursos de ingreso, para asegurar, desde la facultad, las competencias de acceso y luego comenzar a cursar el programa. Estos cursos cuentan fundamentalmente con asesores pedagógicos y orientadores vocacionales. Se han apoyado proyectos de articulación con la escuela media, en los que la universidad trabaja esencialmente con los alumnos que dicen querer ingresar en una carrera científico – tecnológica.

Como acción de fondo, el planteamiento que nos hicimos es que tenemos que trabajar con quienes forman a los estudiantes: los profesores. Los profesores de matemáticas, física, química y biología son formados, particularmente en Argentina, en las facultades de ciencias exactas y naturales. Pero también se forman en otro sistema de formación: en los institutos de formación docente que dependen de las provincias. Lo que se ha llevado adelante, como estrategia, es fomentar proyectos de articulación de formación docente entre universidades e institutos de formación docente de una región y haciendo la práctica docente en escuelas medias de la propia región. Se han elaborado documentos de mejoramiento para la formación de profesores, se han convocado expertos en las cuatro áreas (matemáticas, física, química y biología) para decir qué aspectos no pueden faltar en la formación de los docentes de estas áreas. Este tema se está trabajando con el Consejo de Decanos de Ciencias Exactas y Naturales, y lo que ha decidido el ministro es que esos proyectos sean gestionados y dotados por las universidades nacionales. Éstas son algunas de las cuestiones que estamos planteando para tratar de lograr una formación adecuada de los profesores de media que, repito, en matemáticas y ciencias, en Argentina, puesto que el 60% son formados en las universidades, es un problema de las universidades.

Segundo segmento: el estudiante de ingeniería

Por lo general, la carrera de ingeniería es de cinco años, de los cuales los dos primeros años constituyen el ciclo básico y los tres últimos son de especialización. En los dos primeros años está incluida la totalidad de las materias de matemáticas, física, química y biología y todo lo que tenga que ver con dibujo, informática, idioma y algunas materias introductorias. CONFEDI decidió que el ciclo básico de ingeniería esté presente en todas las carreras de ingeniería, lo cual fue aprobado como estándar de acreditación. Este tema ha traído algunos inconvenientes, porque el alumno llega con una expectativa profesional y se encuentra solamente con estudios de matemáticas, física, química... ¡y nadie le habla de ingeniería! Una forma de resolverlo es poner en marcha materias introductorias que tienen que ver con el fundamento de la ingeniería. La sugerencia es hacer que el alumno de primer año "juegue a ser ingeniero", en algunas horas de su carrera: esa es una de las estrategias que se han llevado adelante.

Por distintos motivos ha crecido la intención de estudiar ingeniería; pero, de los que se inscriben, no todos comienzan los cursos. En promedio, en los últimos años, solamente el 61% de los que se anotan a cursar las carreras de ingeniería, comienza efectivamente sus estudios. La tasa de aprobación de materias de primer año era en promedio del orden del 30%, es decir, que, de siete u ocho materias que veían en primer año, solo se aprobaban dos.



Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires⁵

Está programada una reunión de los sistemas nacionales de tutoría de carreras científico – tecnológicas, en la que, de acuerdo con una de las solicitudes de la SPU, se van a cuantificar las causas de deserción para seguir profundizando en las políticas adecuadas. La deserción es un problema multifacético y muy complejo. En las cuantificaciones hasta ahora realizadas, no hay ninguna causa que prácticamente sobresalga de las otras, en cuanto a porcentajes. A veces las causas son múltiples: los problemas vienen de secundaria, los estudiantes no están preparados adecuadamente, no saben leer o interpretar, no saben matemáticas, no saben física, etc. Entre la expectativa del alumno y lo que de verdad encuentra en la universidad, hay un fuerte choque. Aparecen causas socioculturales difíciles de resolver, como por ejemplo la situación de los que llegan de una ciudad diferente a la sede de la universidad: no se adaptan adecuadamente y quieren volver a su casa. También hemos analizado el caso de familias que no sólo no apoyan, sino que intentan disuadir al estudiante, sobre todo en los sectores de menores recursos en los que el ambiente socio cultural no es propicio para animar al estudiante a ir a la universidad. Son problemas muy complejos que exceden con mucho el ámbito de las facultades, pero que no se pueden dejar de tener en cuenta. Finalmente, las cuestiones económicas siempre aparecen como el menor de los problemas, por una razón muy simple: los sectores de menos recursos, o no terminan el secundario o ni siquiera se plantean ingresar a la universidad. De las 30.000 becas que se pusieron en marcha, solamente el 8% pertenece al sector de ingreso del quinto quintil. La mayoría son del cuarto o del tercer quintil de ingresos del grupo familiar. Ese es un tema que está muy presente en nuestras sociedades.

Acciones desarrolladas

- Mejoramiento en la relación docente – alumno.
- Puesta en marcha de sistemas de tutorías, con alrededor de 1.800 módulos tutores.
- Formación pedagógica de los docentes de primer año.

⁵ Imagen tomada de: http://www.uba.ar/recorridos/ingenieria_paseo_colon/ingenieria_biblioteca.html, consultada marzo 2011

- Equipamiento para asegurar la intensidad de la formación práctica.
- 30.000 becas para estudiantes de carreras científico – tecnológicas a partir de 2009, lo cual hace que, aparte de que la educación en la Argentina es gratuita, el 35% de los alumnos tenga beca y una beca diferencial con respecto a las ofrecidas en otras carreras. Esto ha producido algunos logros, aunque todavía no hemos analizado a fondo su impacto. Los primeros análisis indican que, en el 2010, renovó el 68% de los becarios del 2009, lo que implica haber aprobado en dos tercios las materias del primer año; y de los no ingresantes del 2009 renovó el 92,5% para el 2010. En los estudiantes avanzados el problema ya no es tanto académico o vocacional, sino económico: son muy demandados por el mundo del trabajo.
- La tasa de retención en primer año creció del 46%, en año 2003, al 67%, en el año 2008. Esta tasa se mide como el número de alumnos que se anotaron en el 2002 y se reinscribieron en el 2003; o el número de alumnos que ingresaron en el 2008 y se reinscribieron nuevamente en el 2009, teniendo en cuenta la carrera. Es decir, que si el alumno se cambió de carrera, se le consideraría un desaprobado.
- En lo relacionado con el comportamiento académico, en el año 2003 el 30% de los estudiantes aprobó las materias de primer año; y en el 2008, en promedio aprobó la mitad, dato que para nosotros es un logro.
- La variación del ingreso fue un logro por dos motivos: el primero es que antes de que se anotara, ya se le consideraba alumno de ingeniería; en el 2003, prácticamente no había cursos de ingreso; es decir se anotaba y muchas veces ni aparecía. Hoy todos tienen cursos de ingreso y nivelación. El segundo tema es que el año 2002 fue el último año en que hubo graduados de las escuelas técnicas, porque se cerraron en 1997. Muchos de estos graduados eran los principales interesados en seguir una carrera de ingeniería. A pesar de ello, se mantuvo el número de ingresantes en ingeniería. Hay expectativas para los años 2013 o 2014, cuando se gradúen nuevamente los técnicos, ya que se han reabierto 1.400 escuelas en el país.

Desafíos

Articular los niveles educativos como una política de estado	Asegurar la formación en ciencia y tecnología, en la educación media	Desarrollar vocaciones tempranas
Sostener la política de aseguramiento de la calidad	Asegurar la formación pedagógica de los docentes de primer año	Consolidar los sistemas de ingreso y tutoría

Tercer segmento: el estudiante del ciclo de especialización

En el ciclo de especialización, hay una altísima inserción laboral de los estudiantes de tercer y cuarto año, que van a desempeñar actividades técnicas, debido al cierre de las escuelas técnicas en 1997. Alrededor del 60% de los alumnos del ciclo de especialización trabaja; y, en el último año, trabaja alrededor del 80% de los estudiantes. Son contratados como mano de obra certificada. El número de materias que cursan es bajo; por lo tanto hay una alta tasa de aprobación: más del 90% de las materias que cursan son aprobadas. Por otra parte, menos del 10% de los alumnos de ingeniería se plantea insertarse más tarde en el sistema científico – tecnológico.



Estudiantes Universidad Nacional de Rosario⁶

Las causas encontradas para la *deserción* en el ciclo de especialización son las siguientes:

- Alta inserción laboral.
- Planes de estudio poco flexibles.
- Baja utilización de TIC en los procesos de formación.
- Poco incentivo por parte de las empresas para que los alumnos se gradúen.

En cuanto a las *acciones desarrolladas* en el ciclo de especialización:

- Tratamos de consolidar los equipos docentes disponiendo fondos para la creación de cargos en las carreras de ingeniería, en todas las áreas, fundamentalmente en ciertas áreas de vacancia.
- Tratamos de impulsar, a través de los proyectos de apoyo, la formación docente específica, es decir disciplinar, fundamentalmente en tecnologías aplicadas, equipamiento y bibliografía para asegurarles la intensidad de la formación práctica.

- Las 30.000 becas que, a partir del tercer año, tienen montos incrementables. Las becas son de 1.250 dólares para el primer y segundo año, de 2.000 dólares en tercer y cuarto año y de 3.000 dólares por el quinto año. Esos son los valores de las 30.000 becas para los alumnos, para tratar de evitar que tengan una vinculación laboral temprana y dejen de estudiar.

Uno de los logros obtenidos ha sido el aumento de la cantidad de estudiantes de ingeniería entre el 2003 y 2008. Así mismo ha aumentado la retención, que, entre el 2007 y 2008, fue del 10%. En 2009 se graduaron 5.300 alumnos, pero tenemos 25.800 que adeudan menos de siete materias en este momento, es decir siete actividades académicas, lo cual da una variación, entre 2003 y 2008, del 42%. En la actualidad existen problemas graves de deserción en el primer año. Quizás en dos años, se debería estar recibiendo un promedio de 12.000 estudiantes por año. En la Argentina, tenemos problemas por deserción o porque alargan la carrera por distintos motivos en todos los niveles de ingeniería. Y el tema de fondo: nos faltan ingenieros, nos faltan ingenieros por todas partes.

Los desafíos para el ciclo de especialización son:

- Asegurar el logro de competencias genéricas en todos los estudiantes.
- Fomentar el espíritu emprendedor: tenemos que formar no solamente empleados, sino generadores de empleo.
- Fomentar la inserción en instituciones académicas y de investigación científico – tecnológicas: que el 10% decida dedicarse a investigar, acceder a una beca del instituto de investigación, etc.
- Utilizar más las herramientas de educación virtual y a distancia, fundamentalmente en el ciclo de especialización, porque algunos estudiantes trabajan lejos de la universidad.
- Actualizar a los docentes.
- Sustener las políticas de aseguramiento de calidad.
- Tratar de disminuir los índices de inserción laboral temprana como mano de obra calificada.

Competencias básicas transversales de los graduados

Todavía queda mucho por hacer en las facultades de ingeniería. Formamos técnicos, pero no formamos ni líderes, ni dirigentes, ni personas con una amplia cultura general. No olvidemos la reflexión de Ortega y Gasset: “Mientras los ingenieros se dedican a su tarea, la historia le quita la tierra de debajo de los pies”⁷

⁷ Ortega y Gasset, J. [1939; 1998] *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*. Revista de Occidente en Alianza Editorial. Madrid (Nota del editor)

Competencias tecnológicas	Competencias sociales, políticas y actitudinales
Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos) Gestionar – planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos) Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos o innovaciones tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. • Comunicarse con efectividad. • Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. • Aprender en forma continua y autónoma. • Actuar con espíritu emprendedor.

Cuarto segmento: el estudiante de posgrado

Cuando el estado dijo: “necesitamos innovación productiva”, los ingenieros no estábamos preparados; cuando se nos dijo: “tenemos que definir cadenas de valor”, no estábamos preparados ... Es verdad que siempre habíamos afirmado que debíamos formar a los estudiantes en áreas temáticas, pero nunca lo habíamos hecho. El resultado es que el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva, pretende que haya más ingenieros investigando, y no los hay. En la última convocatoria de becas sólo fueron cubiertas en un 11%. Todos los ingenieros que se presentaron tuvieron su beca. El tema también tiene que ver con las empresas. Hay muchos estudiantes de posgrado que prácticamente no tienen inserción laboral en las empresas, sino en el sistema universitario. Es muy distinto lo que sucede en países europeos: los profesionales en ejercicio solicitan carrera de especialización, pero la carrera de especialización mayoritariamente tiene que ver con la gestión antes que con cuestiones específicas de la carrera.



Estudiantes graduados⁸

⁸ Imagen tomada de: <http://www.lng.unlpam.edu.ar/>, consultada marzo 2011

Existen posgrados de formación docente; pero en Argentina lo que se han hecho son posgrados genéricos de formación docente. No existe formación docente específica, aunque se está trabajando en la creación de una maestría de docencia en ingeniería y sobre todo en formación por competencias. Creo que todavía tenemos mucho por hacer en la formación continua de los docentes de ingeniería, fundamentalmente en lo referente a la escasa utilización de las TIC. La formación continua de nuestros docentes se centra en las tecnologías aplicadas, en conocer cuál es el estado del arte y de la temática específica que desarrollan.

En cuanto al sistema de investigación y desarrollo, existe poco interés de los graduados de ingeniería por ingresar en instituciones académicas. Es cierto que pesa el factor económico; es cierto que un recién graduado gana más en el sector privado que en una universidad o en un instituto de investigación. Pero también es cierto que no fomentamos en los alumnos el interés, al menos, de pensar en pertenecer al sistema de investigación e innovación. El tema también está relacionado con la falta de motivación de espíritus emprendedores. Considero, personalmente, que en las facultades ya es tarde para promover esta motivación. El asunto es que hay muchos alumnos que tienen ese espíritu, tal vez no todos, y la verdad es que en la Argentina no lo estamos trabajando. Se ha puesto en marcha un proyecto conjunto entre la Argentina, Brasil, Chile y Uruguay sobre la formación de formadores de emprendedores en las carreras de ingeniería; éste es el primer año de su ejecución. El proyecto, a pesar de todos los problemas de gestión, está avanzando, se están cumpliendo las etapas y me parece que puede llegar a tener un impacto importante. A la par, por supuesto, se precisa la política de los países, es decir, las ideas, el capital semilla, el apoyo, el desarrollo del polo tecnológico ... Creo que nosotros, en las facultades de ingeniería, tenemos la obligación de detectar estas ideas y tratar de avanzar más rápidamente.

En Argentina la investigación siempre estuvo asociada a la investigación científica; no se valora tanto la investigación o transferencia tecnológica. Este asunto, si bien en parte es responsabilidad del estado y del Ministerio de Educación, en la mayor parte es problema de las universidades. En las universidades con carrera docente, para que un docente vaya ascendiendo, se mira cuántos papers publicó y no cuántas transferencias tecnológicas hizo. Estas son decisiones de los consejos superiores de las universidades, no del gobierno. Hay muchas de estas cuestiones que tienen que ver con lo cultural. El Ministerio de Ciencia y Tecnología tiene las puertas abiertas para la ingeniería, porque quiere definir la carrera científica y quiere definir la carrera de tecnólogo. Se pretende que la carrera de tecnólogo en la Argentina tenga tanta validez y sea tan respetada como la carrera de científico. El tema es prioritario y es lo que siempre solicitamos desde las facultades de ingeniería. En el

2011 esperamos definir la carrera de tecnólogo. Ojalá consigamos que la carrera de tecnólogo sea tan valorada como la de científico. Pero este asunto también es una responsabilidad fundamental de las facultades de ingeniería y de las universidades en cuanto a la definición de carreras docentes. La relación entre universidad y empresa ha mejorado; pero todavía falta muchísimo. En algunas universidades todavía existen bolsones que piensan que no deben relacionarse con las empresas, que no tienen necesidad de entender qué pasa en el mundo ... Afortunadamente en ingeniería, es una discusión saldada. Pero quienes forman parte de universidades que tienen todas las carreras, saben que las discusiones en los consejos superiores son complejas.

Todos estos son asuntos en los que tenemos que trabajar y, fundamentalmente, debemos convencernos de que la enseñanza de la ingeniería no es un fin en sí misma sino un medio para el desarrollo de nuestras sociedades. Por lo tanto, debemos estar en contacto permanente con las sociedades, preocupándonos por la formación del ingeniero para el desarrollo sostenible, teniendo en cuenta los factores económicos, sociales, ambientales y el respeto por la diversidad. Pero, ¿cómo hacemos para que nosotros, los docentes que no hemos sido formados en estos aspectos, tratemos de inculcárselo a las futuras generaciones de ingenieros? Me parece que ahí está uno de los puntos básicos que tenemos que trabajar cuando hablamos del estudiante de ingeniería o del perfil del graduado de ingeniería.

Para concluir, un tema muy importante: la integración latinoamericana. Creo que estamos en condiciones de avanzar en la integración, a partir de programas de movillidades académicas de nuestros alumnos de grado y de posgrado. En Argentina están dadas todas las condiciones para hacerlo. En la actual política exterior de la Argentina, la prioridad es el sur, de manera tal que, en ese sentido, tenemos programas por todo el sur. Para Colombia concretamente, si así lo decidieran las autoridades colombianas y aceptaran apoyarme, podríamos tener 20 o 25 alumnos por año, de ida y vuelta, tomando módulos, pero fundamentalmente integrando. La mejor manera de integrarse es conocerse primero; me parece que si hacemos conocer nuestros países a los estudiantes de grado o posgrado, con el tiempo, cuando esos estudiantes sean graduados, y ojalá dirigentes, impulsarán la integración latinoamericana.

Fue una muestra interesante y representativa. Analizando los resultados, lo primero que observamos es que Colombia está en el penúltimo lugar: la mayoría de nuestros estudiantes (61%) quedaron en el nivel inferior y ningún estudiante quedó en el nivel superior.

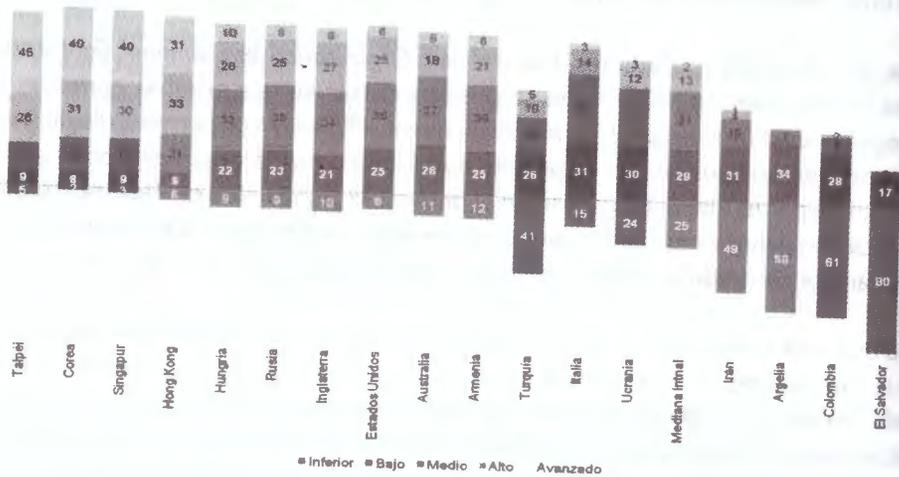


Figura 3. Resultados TIMSS 2007 por países

En los siguientes cuadros se ven los resultados TIMSS¹, discriminando colegios oficiales y privados por una parte, y población rural y urbana por otra:

GRADOS	OFICIAL		PRIVADO		DIFERENCIA
	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.	
Cuarto	345	86	410	92	65
Octavo	369	74	427	82	58
GRADOS	URBANA		RURAL		DIFERENCIA
	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.	
Cuarto	365	91	327	83	38
Octavo	385	78	340	78	45

GRADOS	OFICIAL		PRIVADO		DIFERENCIA
	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.	
Cuarto	389	93	457	98	68
Octavo	407	73	462	78	55
GRADOS	URBANA		RURAL		DIFERENCIA
	Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.	
Cuarto	408	98	376	82	32
Octavo	422	76	383	74	39

Los resultados de TIMSS se expresan en puntajes promedio y en niveles de desempeño. A partir de las respuestas de los estudiantes en cada prueba, TIMSS estima sus puntajes. Con base en los puntajes de cada estudiante se calculan los promedios globales de cada país por área, grado y dominio. Estos resultados se presentan en escalas que tienen internacionalmente un promedio de 500 (que se denomina "promedio TIMSS") y una desviación estándar de 100.

Hay grandes diferencias en el desempeño de los estudiantes, lo cual muestra un sistema que no está siendo democrático y homogéneo para todas las poblaciones, sino que está contribuyendo claramente a un esquema que no es el apropiado.

La siguiente gráfica, tomada del mismo estudio, muestra que, además, no es un problema de recursos. Si ustedes observan el ingreso *per cápita* del 2007 de varios países, la gráfica muestra que, incluso respecto de países que invierten y que tienen un producto interno bruto similar, nos va relativamente mal: no logramos ni siquiera lo que logran países de ese nivel.

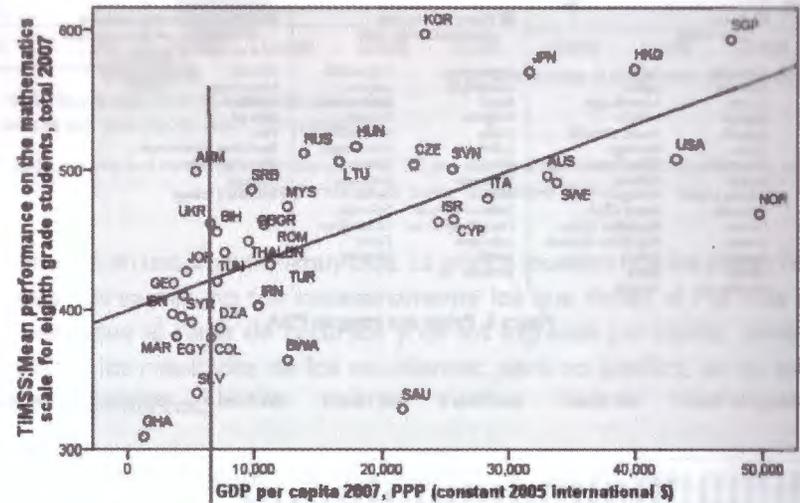


Figura 4. Resultados TIMSS 2007 por países e ingreso *per cápita* en matemáticas

El segundo estudio son los resultados de PISA 2006, cuya orientación fue justamente hacia las ciencias naturales. El examen PISA se hace cada 3 años y va variando sus temáticas. Se ha aplicado en matemáticas, ciencias y lenguaje.

Los países que aparecen en la gráfica en gris claro son los de la comunidad de la OECD, y los países en gris más oscuro son otros países participantes. Esta prueba se hace para estudiantes que tienen 15 años, independientemente del grado en que se encuentren.

En esta prueba también encontramos un resultado similar: se ve que la gran mayoría de los estudiantes colombianos quedaron por debajo del nivel I, y otra parte quedó en nivel I. En el desarrollo de competencias en ciencias, nadie alcanzó el nivel alto.

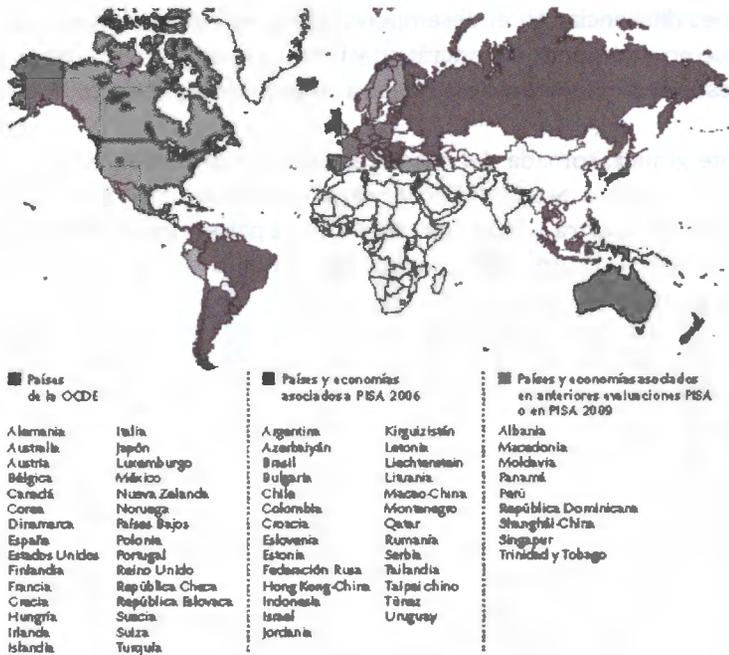


Figura 5. Países que integran PISA

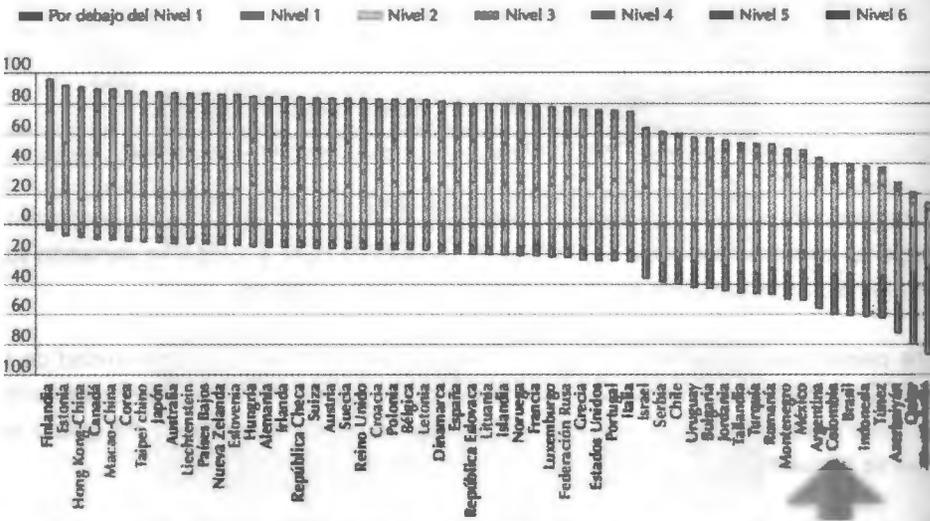


Figura 6. Porcentaje de alumnos en cada nivel de aptitud de la escala de ciencias

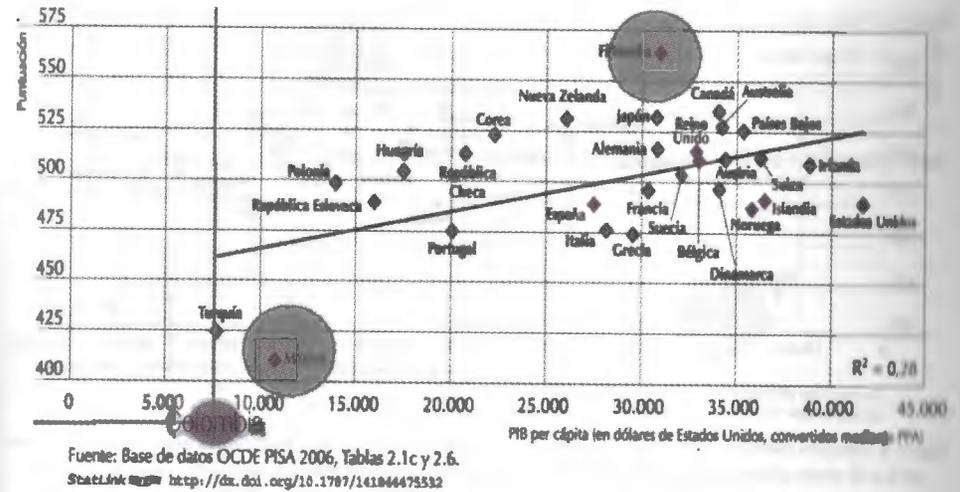


Figura 7. Relación entre el rendimiento en ciencias y el PIB per cápita, en dólares de Estados Unidos, convertidos mediante paridades de poder adquisitivo (PPA)

Colombia está en una situación muy baja. La gráfica muestra que los países respecto de los que nos va mal, no son necesariamente los que tienen el PIB más alto. Se puede decir que el tema de recursos y de los ingresos *per cápita*, tiene alguna incidencia en los resultados de los estudiantes; pero no justifica, en su totalidad, los bajos rendimientos.

Finlandia está relativamente abajo con respecto a muchos otros países respecto al PIB *per cápita*, y sin embargo es el que tiene mayor desempeño. Cuando se estudia el caso de Finlandia, uno se da cuenta de que el esquema de selección y desarrollo profesional de los profesores de primaria y de secundaria es la razón del gran éxito que tienen, al menos en esta prueba. Aunque a veces también se dice que los buenos resultados, en estos países, se deben a que los currículos están muy alineados con la prueba, hay un estudio americano que muestra exactamente lo contrario: países como Colombia, en teoría, están bastante bien alineados con la prueba; mientras que Finlandia no está tan bien alineada. Pero, sin embargo, en la prueba los resultados son exactamente al contrario.

Si se entra a analizar los ingresos o recursos que el país destina a educación, por niño o por estudiante, los resultados son exactamente los mismos.

En la siguiente gráfica se observa nuevamente que el tema de recursos, es coincidente con el planteado en el estudio TIMSS.

Quiero insistir en el hecho que nosotros debemos ver la formación como una cadena que va permitiendo al estudiante agregar valor en la medida que va construyendo conocimiento. Esto está muy relacionado con el ambiente de aprendizaje que tienen los estudiantes. Si esto no se logra hacer en forma adecuada, es muy probable que no podamos formar ingenieros de talla mundial, tal como deberíamos esperar, y tendremos que seguir incurriendo en grandes costos en programas remediales que hay que hacer necesariamente con diversas poblaciones y diversos grupos en todas las universidades, para tratar de reducir la deserción de los primeros años. El problema de la deserción es un problema mucho más complejo, que no tiene que ver exclusivamente con las capacidades cognitivas de los estudiantes, aunque éste es uno de los elementos que sin duda hay que manejar. Puesto que no podemos controlar el factor familia, al menos desde las facultades de ingeniería, no nos queda otra salida que concentrarnos en el desarrollo de programas, de currículos y de formación de profesores.

Ahora viene la gran pregunta ¿Quién va a ayudar a cambiar al conjunto de profesores de la primaria y la secundaria, en sus creencias y prácticas de aula, para que tengamos mejores candidatos para hacer carreras de ingeniería? Es difícil pensar que otros van a encargarse de este problema, porque quienes más claridad tenemos de lo que necesitamos al ingreso en la universidad somos los que estamos recibiendo los estudiantes. Por otro lado, son las universidades, finalmente, las que están formando a los profesores de primaria y de secundaria, de una u otra forma, salvo en el caso de las escuelas normales. Aprovechando la apertura que llevó a cabo el Ministerio de Educación para recibir candidatos de muchas profesiones, como profesores de secundaria, hubo varios ingenieros que concursaron y entraron. Empieza a ser cada vez más claro que la ingeniería tiene una responsabilidad grande, sobre lo que va a pasar en el conjunto del sistema educativo.

Necesitamos mejores profesionales en todos los niveles: es la única forma de tener un sistema de calidad. El sistema de calidad no puede resolverse trabajando por islas. Se necesitan mejores currículos en todos los niveles. En Colombia nunca hemos hecho un debate sobre cuáles son las necesidades de formación que tiene un estudiante, ni sobre las competencias que debe tener un graduado de undécimo año. De hecho, los estándares colombianos en matemáticas y ciencias (creo que no hubo participación de ingeniería en ningún momento), fueron formulados desde otras orillas diferentes. En ese sentido, hay que decir que la ingeniería ha estado ausente de las grandes decisiones de política pública en Colombia. La participación activa de las universidades en la educación básica y media es fundamental y evidentemente ahí está la ingeniería. Se necesita más investigación para comprender lo que está pasando en educación, más formación apropiada, más tecnología y más ingeniería.

Quiero terminar afirmando que la educación también es un asunto de la ingeniería. La responsabilidad de la ingeniería es desarrollar la infraestructura de un país, y uno de los componentes de la infraestructura de un país es la educación. Dependemos de la educación y los ingenieros podemos y debemos aportar en las soluciones, con soluciones de ingeniería.

Cesar Augusto Delgado

Mi trabajo sobre la educación y el trabajo social en los primeros años, por ejemplo, me ha convencido de que el sistema escolar es, efecto, nuestra forma de mantener un sistema clasista (...); por lo que a los niños de la parte más baja de los niveles socioeconómicos se refiere, es un sistema que mutila su capacidad de participar con plenos derechos en la sociedad, mutilación que lleva a cabo de manera efectiva y a una edad muy temprana.

Jerome Bruner

El aumento de cobertura en todo el sistema escolar (educación, primaria, media técnica y superior) es un reto permanente y un mandato de las organizaciones Internacionales que se ocupan de la educación y el desarrollo. En Colombia, el sistema educativo ha estado sujeto a transformaciones constantes ante la necesidad de mejorarlo y ofrecer una educación de calidad que incluya a las comunidades más vulnerables y proporcione a las nuevas generaciones una nueva oportunidad real para insertarse en una sociedad de conocimiento y un mundo globalizado.

El artículo 67 de la Constitución de 1991, establece que "la educación es un derecho de la persona y un servicio público, que tiene una función social..." señalando como responsables al estado, a la sociedad y a la familia. Con la expedición de la Ley General de la Educación (115/1994), se señalan las normas generales para regular el servicio público educativo que cumple una función social. El artículo 47 del decreto del 1860/94 instauró que en el plan de estudios debía incluirse la evaluación de logros de los estudiantes, entendida ésta:

[...] como el conjunto de juicios sobre el avance en la adquisición de conocimientos y el desarrollo de las capacidades de los educandos, atribuibles al proceso pedagógico. La evaluación será continua, integral y cualitativa y se expresará en informes que respondan a estas características...

Paradójicamente, a pesar de las buenas intenciones de la normatividad, la 'evaluación por logros' no se reflejó en una exigencia sobre la calidad del aprendizaje de los alumnos, sino que simplemente ésta disminuyó al abandonar la evaluación cuantitativa.

Quiero insistir en el hecho que nosotros debemos ver la formación como una cadena que va permitiendo al estudiante agregar valor en la medida que va construyendo conocimiento. Esto está muy relacionado con el ambiente de aprendizaje que tienen los estudiantes. Si esto no se logra hacer en forma adecuada, es muy probable que no podamos formar ingenieros de talla mundial, tal como deberíamos esperar, y tendremos que seguir incurriendo en grandes costos en programas remediales que hay que hacer necesariamente con diversas poblaciones y diversos grupos en todas las universidades, para tratar de reducir la deserción de los primeros años. El problema de la deserción es un problema mucho más complejo, que no tiene que ver exclusivamente con las capacidades cognitivas de los estudiantes, aunque éste es uno de los elementos que sin duda hay que manejar. Puesto que no podemos controlar el factor familia, al menos desde las facultades de ingeniería, no nos queda otra salida que concentrarnos en el desarrollo de programas, de currículos y de formación de profesores.

Ahora viene la gran pregunta ¿Quién va a ayudar a cambiar al conjunto de profesores de la primaria y la secundaria, en sus creencias y prácticas de aula, para que tengamos mejores candidatos para hacer carreras de ingeniería? Es difícil pensar que otros van a encargarse de este problema, porque quienes más claridad tenemos de lo que necesitamos al ingreso en la universidad somos los que estamos recibiendo los estudiantes. Por otro lado, son las universidades, finalmente, las que están formando a los profesores de primaria y de secundaria, de una u otra forma, salvo en el caso de las escuelas normales. Aprovechando la apertura que llevó a cabo el Ministerio de Educación para recibir candidatos de muchas profesiones, como profesores de secundaria, hubo varios ingenieros que concursaron y entraron. Empieza a ser cada vez más claro que la ingeniería tiene una responsabilidad grande, sobre lo que va a pasar en el conjunto del sistema educativo.

Necesitamos mejores profesionales en todos los niveles: es la única forma de tener un sistema de calidad. El sistema de calidad no puede resolverse trabajando por islas. Se necesitan mejores currículos en todos los niveles. En Colombia nunca hemos hecho un debate sobre cuáles son las necesidades de formación que tiene un estudiante, ni sobre las competencias que debe tener un graduado de undécimo año. De hecho, los estándares colombianos en matemáticas y ciencias (creo que no hubo participación de ingeniería en ningún momento), fueron formulados desde otras orillas diferentes. En ese sentido, hay que decir que la ingeniería ha estado ausente de las grandes decisiones de política pública en Colombia. La participación activa de las universidades en la educación básica y media es fundamental y evidentemente ahí está la ingeniería. Se necesita más investigación para comprender lo que está pasando en educación, más formación apropiada, más tecnología y más ingeniería.

Quiero terminar afirmando que la educación también es un asunto de la ingeniería. La responsabilidad de la ingeniería es desarrollar la infraestructura de un país, y uno de los componentes de la infraestructura de un país es la educación. Dependemos de la educación y los ingenieros podemos y debemos aportar en las soluciones, con soluciones de ingeniería.

Cesar Augusto Delgado

Mi trabajo sobre la educación y el trabajo social en los primeros años, por ejemplo, me ha convencido de que el sistema escolar es, efecto, nuestra forma de mantener un sistema clasista (...); por lo que a los niños de la parte más baja de los niveles socioeconómicos se refiere, es un sistema que mutila su capacidad de participar con plenos derechos en la sociedad, mutilación que lleva a cabo de manera efectiva y a una edad muy temprana.

Jerome Bruner

El aumento de cobertura en todo el sistema escolar (educación, primaria, media, técnica y superior) es un reto permanente y un mandato de las organizaciones internacionales que se ocupan de la educación y el desarrollo. En Colombia, el sistema educativo ha estado sujeto a transformaciones constantes ante la necesidad de mejorarlo y ofrecer una educación de calidad que incluya a las comunidades más vulnerables y proporcione a las nuevas generaciones una nueva oportunidad real para insertarse en una sociedad de conocimiento y un mundo globalizado.

El artículo 67 de la Constitución de 1991, establece que "la educación es un derecho de la persona y un servicio público, que tiene una función social..." señalando como responsables al estado, a la sociedad y a la familia. Con la expedición de la Ley General de la Educación (115/1994), se señalan las normas generales para regular el servicio público educativo que cumple una función social. El artículo 47 del decreto del 1860/94 instauró que en el plan de estudios debía incluirse la evaluación de logros de los estudiantes, entendida ésta:

[...] como el conjunto de juicios sobre el avance en la adquisición de conocimientos y el desarrollo de las capacidades de los educandos, atribuibles al proceso pedagógico. La evaluación será continua, integral y cualitativa y se expresará en informes que respondan a estas características...

Paradójicamente, a pesar de las buenas intenciones de la normatividad, la 'evaluación por logros' no se reflejó en una exigencia sobre la calidad del aprendizaje de los alumnos, sino que simplemente ésta disminuyó al abandonar la evaluación cuantitativa

y ante la ausencia de acciones que influyeran en los procesos mismos de aprendizaje. Los profesores no estaban preparados para abandonar la enseñanza entendida como 'transmisión de conocimientos', centrada en objetivos y contenidos, y no tomaron conciencia de la necesidad de *transformar sus prácticas* hacia una enseñanza orientada a la mediación de la actividad de estudio que deberían realizar los alumnos con el objetivo de aprender. El resultado real de los efectos de este decreto es que los escolares construyeron la ilusión que en dos semanas podían recuperar lo que no habían aprendido en un año escolar.

Por otra parte, pero también con relación a las leyes 115 de 1194 y 715 de 2001, en el decreto reglamentario 230/2002 que propende a mejorar la calidad del sistema educativo, se establece, en el artículo 9, respecto a la promoción de los educandos, que:

Los establecimientos educativos tienen que garantizar un mínimo de promoción del 95% de los educandos que finalicen el año escolar en cada uno de sus grados.

[...] Es responsabilidad de la Comisión de evaluación y promoción estudiar el caso de cada uno de los educandos considerados para la repetición de un grado y decidir acerca de ésta, pero en ningún caso excediendo el límite del 5% de educandos que finalicen el año escolar en cada grado. Los demás educandos serán promovidos al siguiente grado, pero sus evaluaciones finales no se podrán modificar.

El efecto de esta decisión fue un incremento de la retención en los ciclos educativos de primaria y secundaria a pesar de que los resultados, en términos de las competencias que logran desarrollar los alumnos, están muy por debajo de los estándares deseados, como lo demuestran los resultados de las pruebas ICFES (ver Figura 11). La "promoción automática" que se reglamentó en el 2002, produjo la promoción al ciclo de educación superior de una población que no había realizado los aprendizajes exigidos y necesarios para responder por las demandas que impone el currículo universitario. En consecuencia, la retención en el nivel superior es muy baja: de los pocos que logran un cupo en las carreras de ingeniería, un 65% abandonan sus estudios en los dos primeros años; sin hablar de los indígenas afrocolombianos que ingresan por régimen de excepción en algunas universidades y que, en su totalidad, están destinados a abandonar sus estudios.

Esta situación es la que abordaré en este eje, *Las condiciones iniciales del estudiante de ingeniería*, que hace parte de la reflexión sobre "El compromiso de las facultades de ingeniería en la formación, para el desarrollo regional" objeto de esta reunión de ACOFI 2010.

¿Es posible hacer el bien sin mirar a quién?

Habría que decir, en primer lugar, que uno de los factores que incide en la retención de los alumnos en el sistema educativo superior, aún más que los factores económicos y todos los otros ya conocidos y estudiados, es la brecha entre el capital académico y cultural con el que llegan los estudiantes a la universidad y el que sería necesario alcanzar para responder a las demandas de un modelo educativo de la educación superior pensando en función de aquellos que hayan logrado desarrollar buenas capacidades de adaptación para enfrentar situaciones abstractas y generales, y estén mejor informados. Este modelo está fundamentado en teorías epistemológicas y ontológicas (implícitas y explícitas) que orientan qué enseñar, cómo se aprende y, en consecuencia, cómo se enseña. A este respecto, lo más pertinente sería señalar que la solución del problema se reduciría a demandar que los sistemas educativos previos a la universidad, hagan bien su trabajo. Sin embargo, esta respuesta, aun teniendo algo de razón, no es consciente de la responsabilidad social de la universidad. No se puede esperar a disponer de la población ideal, con la justificación que el problema del fracaso escolar tiene sus fuentes en los niveles educativos precedentes. Por el contrario, hay que actuar y trabajar con la población que nos llega. No es ético, ni económicamente justificable, trabajar con un modelo educativo que tiene efecto positivo sólo sobre el 20% de la población.

Algunas cifras ponen en evidencia la brecha entre el capital académico y cultural de los estudiantes candidatos a ingresar a la educación superior y las demandas del modelo educativo de la educación superior actual.

Mayor cobertura, menor capital académico

Según las estadísticas del Sistema de Prevención y Análisis a la Deserción en las Instituciones de Educación Superior –SPADIES², el porcentaje de matriculados en las universidades, según la calificación de las pruebas ICFES (niveles: alto, medio y bajo), desde 1998 al 2009, muestra que, en el 2009 las universidades, públicas y privadas, están trabajando con más estudiantes del nivel bajo y medio que del nivel alto; situación que se diferencia de la del año 1999 en la que el porcentaje de los matriculados de nivel alto era mayor que el de los de nivel bajo. El porcentaje de estas dos poblaciones, al cabo de doce años, se invierte negativamente: se incrementó el porcentaje de nivel bajo y decreció el porcentaje de matriculados del nivel alto (ver Figura 11).

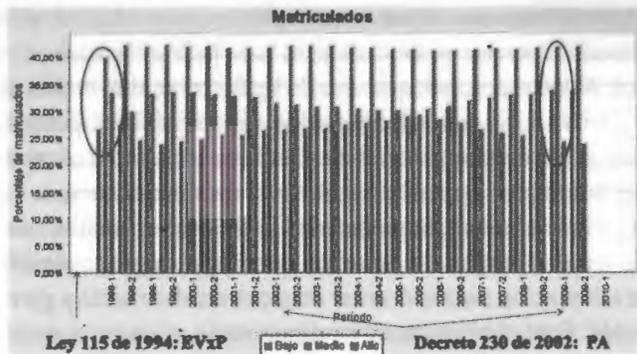


Figura 11. Porcentaje de matriculados según resultados pruebas ICFES por años y periodos de admisión. Se observa el efecto, sobre la calidad de los aprendizajes, de los decretos que determinan la "evaluación por logros" (Ley 115 - Decreto 1815 de 1994) y la promoción automática (Decreto 230 de 2002). Fuente SPADIES, Septiembre 10 de 2010.

Mayor cobertura, menor retención

De modo contrario al espíritu de la ley 115 de 1994 y a los decretos que la reglamentaron, los resultados de retención en el nivel universitario son catastróficos. La deserción de los estudiantes que, según las pruebas ICFES son de nivel alto, en el tercer semestre llega al 25%; es mayor en los estudiantes calificados como de nivel medio (33%) y en los estudiantes de nivel bajo (42%). Esta deserción va en aumento a medida que transcurren los semestres cursados, para llegar en el semestre 15, al 42% en los estudiantes de nivel alto, al 55% en los de nivel medio y alcanza el 65% en los de nivel bajo (ver figura 12). Se podría concluir que el modelo educativo actual de las universidades, aun en el caso de los alumnos más competentes, no logra transformar las deficiencias del capital académico y cultural que impiden a los alumnos cubrir las demandas que impone el trabajo intelectual de nivel superior.

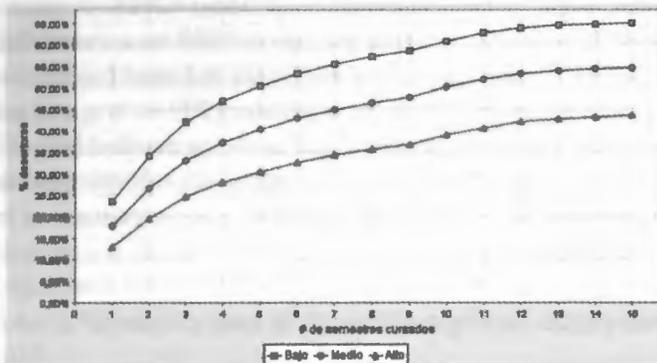


Figura 12. Deserción por cohorte según puntaje del ICFES. Fuente: SPADIES, septiembre de 2010

¿Cómo deciden a qué carrera ingresar?

Resulta claro que las condiciones en que llegan los estudiantes a la universidad, imponen serias limitaciones a su desempeño. Sin embargo, conviene destacar que no sólo el área de los conocimientos, aptitudes y habilidades se ha visto afectada; también se han impactado, negativamente, las actitudes y creencias de los alumnos respecto a lo que deberían ser los criterios para elegir su carrera y a lo que es estudiar una carrera. Veamos sólo algunos ejemplos de las respuestas obtenidas por el equipo de investigación *Universidad y Culturas*, de la Universidad del Valle, en la "Encuesta de habilidades académicas", del segundo semestre del año 2009, respecto a la pregunta ¿por qué eligió la carrera? Algunas de las respuestas fueron:

- [Escogí ingeniería agrícola] "porque las ingenierías *dan más plata que la música y lo demás*".
- [Escogí esta carrera] "por la demanda que tiene, pues en mi familia *necesitamos una estabilidad económica y buena*".
- "Siendo sincero [escogí esta carrera] porque ser ingeniero *tiene una importancia social*. Suena algo vacío y sin sentido, pero creo que es una presión que muchos tenemos".
- "Escogí arquitectura *para ingresar a la universidad y no quedarme en la casa sin hacer nada*".
- "Quiero ser un ciudadano reconocido y pienso pasar a la historia como un arquitecto famoso".
- "Voy a conseguir mucho dinero (\$) siendo arquitecto".
- "No tenía conocimiento sobre de qué se trataba la carrera".

Llama la atención en las respuestas obtenidas, justificables de acuerdo a las necesidades primarias de los alumnos, el hecho que ninguna menciona algo al respecto de lo que es la ingeniería o la arquitectura y la relación que ello pueda tener con los gustos y competencias de quienes optan por ellas.

¿Cuál es el capital académico de los estudiantes?

En la investigación a que nos hemos referido, también se indagó acerca del capital académico con que llegan los estudiantes.

- "No estábamos adaptados a estudiar en la casa y no le dedicábamos más tiempo al estudio de lo que hacíamos en clase."
- "En el colegio no se estudiaba, no estudiábamos, y aquí [en la universidad] sí".
- "En el colegio uno veía poquitos temas; pero yo, por ejemplo, en este semestre [en la universidad] he visto todo lo que vi en bachillerato".

Podemos afirmar, al igual que lo hacen otros estudios internacionales³ que los estudiantes creen que *estudiar significa asistir a clases*. Si toman notas, no estudian de ellas, no están acostumbrados a elaborar resúmenes, esquemas, síntesis, relaciones y preguntas sobre los diferentes temas, no se preparan para la clase: todo ello define un pobre capital académico del alumno.

Conciencia respecto a la acción educativa de las instituciones.

En el desarrollo del proyecto “Curso virtual para el mejoramiento de prácticas de enseñanza y aprendizaje de los profesores universitarios de matemáticas”, que realizamos el grupo de *Universidad y Culturas* de la Universidad del Valle, junto con la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, se ha encuestado a los estudiantes respecto a su percepción de la labor educativa de sus instituciones escolares de enseñanza media y el impacto de la experiencia universitaria. A continuación se presentan algunas razones por las que los estudiantes creen que la formación recibida fue o no suficiente para enfrentar la vida universitaria:

- “Porque he tenido buenas bases en las materias que estoy viendo actualmente”. (Colegio privado, muy superior)
- “Muy alcahueta” (Colegio privado muy superior)
- “Dado el excelente nivel académico de mi colegio no tuve problemas para adaptarme a la universidad”. (Colegio privado muy superior).
- “Porque el colegio le hace pensar que uno va muy bien, y cuando uno se enfrenta a la universidad, se ve jodido” (Colegio, público, alto)
- “Porque el colegio y el programa son muy exigentes”. (Colegio privado, superior)
- “En matemáticas particularmente no se ven los temas a fondo como en la universidad” (Colegio privado, superior)

El conflicto, o no, que producen las demandas académicas del currículo universitario da lugar a una toma de conciencia de la experiencia educativa anterior. Esta toma de conciencia debería ser aprovechada para reforzar o, en la mayoría de los casos, lograr la transformación de la actividad de estudio de los alumnos, diseñando mecanismos institucionales orientados a afectar las malas prácticas de estudio y reforzar las buenas.

¿Qué nos preocupa?

En Colombia son muy importantes tanto el nivel de deserción universitaria, como el bajo aprovechamiento estudiantil.

³ Como ejemplo se puede ver: Delgado, C & Tenorio M., 2009, pp. 37-38

Según el Ministerio de Educación, la deserción en el nivel universitario colombiano es del 45%. En la Universidad del Valle la tasa de deserción para ingenierías, en el año 2000, en el ciclo básico (los dos primeros años), es del 58.02%. En promedio, el peso de la deserción en el ciclo básico representa el 64.7% de la deserción total. En los grupos étnicos de la Universidad del Valle, la deserción (al cabo de 2 años) de la población de indígenas y afrocolombianos que ingresó en el año 2005 a las carreras de ingeniería, fue del 62.5%. Las matemáticas constituyen un factor de mucho peso es este fenómeno y las reformas curriculares no logran variar esta situación. Para respaldar lo dicho basta con observar los resultados de la reforma curricular del año 2002, en el caso de la Universidad del Valle.

El fracaso en los primeros cursos, antes de la reforma curricular y en la actualidad, se muestra en el siguiente cuadro, que presenta el porcentaje de fracaso de los alumnos que toman el curso:

Antes de la reforma curricular (2002)	En la actualidad (2010)
Primer semestre: Matemáticas fundamental: 50% Geometría vectorial: 55% Segundo semestre: Cálculo: 40% Álgebra lineal: 45%	Primer semestre: Cálculo I: 70% Álgebra lineal: 75%

65% de deserción de los planes de ingeniería al cabo de dos años

El cambio, en el caso de la componente matemática, se orientó sólo en función de materias y contenidos, y no respecto de la competencia de los alumnos para responder al cambio. En consecuencia no se adoptaron las acciones educativas pertinentes. Como se puede observar, las cifras que señalan el fracaso aumentaron.

La reforma se orientó por la disputa de créditos entre el ciclo básico y el de profesionalización, argumentada en torno a los contenidos de los cursos, más que por la *integración* de materias y componentes. En concreto, estuvo ausente el análisis de las metodologías y prácticas de enseñanza, y los cambios necesarios al modelo educativo que respondieran a las demandas de una educación que trabajara en función del desarrollo de pensamiento. Así, por ejemplo, se omitió el curso de *Geometría vectorial* orientado a desarrollar pensamiento geométrico y, en particular, la habilidad de los usos de dos métodos fundamentales: el método de las coordenadas y el método de los vectores. Sin este sustento, la asimilación del *Álgebra lineal* es un imposible, como lo han experimentado docentes y alumnos. La eliminación del curso de *Matemática fundamental* privó del tiempo necesario para

desarrollar concepciones estructurales de número real y de función, necesarias para entender y abordar los problemas de la variación y el cambio, que es de lo que trata el cálculo.

Como veremos a continuación, el problema del bajo aprovechamiento de los cursos de matemáticas en los planes de ingeniería es un problema antiguo y ya diagnosticado. Pero no se resuelve, porque exige acuerdos de diferentes voluntades institucionales y procesos que se deben armonizar en los entornos (culturales, sociales, políticos y económicos) con los que interactúa la universidad. Y no basta con copiar soluciones de otros países, como es el caso de los cursos de pre-cálculo y remediales de geometría y álgebra al estilo del sistema educativo de Estados Unidos. A este respecto vale citar al filósofo José Ortega y Gasset (1883-1955) quién en su libro *Misión de la universidad* (1930) advierte sobre la necesidad de partir de la realidad propia, en lugar de copiar y transferir acríticamente modelos foráneos por perfectos que estos sean.

La fortaleza de una nación se produce íntegramente. Si un pueblo es políticamente vil, es vano esperar nada de la escuela más perfecta. Solo cabe entonces la escuela de minorías que viven aparte y contra el resto del país.

Acaso un día los educados en ésta influyan en la vida de su país y al través de su totalidad consigan que le escuela nacional (y no la excepcional) sea buena.

Principio de educación: la escuela, como institución normal de un país, depende mucho más del aire público en que íntegramente flota que del aire pedagógico artificialmente producido dentro de sus muros. Sólo cuando hay ecuación entre la presión de uno y otro aire la escuela es buena.

Consecuencia: aunque fuesen perfectas la segunda enseñanza inglesa y la Universidad alemana, serían intransferibles, porque ellas son sólo una porción de sí mismas. Su realidad íntegra es el país que las creó y mantiene.

(Ortega y Gasset. *Misión de la universidad*, p.2)

Rupturas que son fuente del bajo aprovechamiento

Hace ya más de dos décadas investigamos el problema del bajo aprovechamiento estudiantil, en cinco universidades del suroccidente colombiano, que, aunque no alcanzaba la magnitud actual, ya era preocupante⁴. Se consideró entonces que las principales causas del bajo aprovechamiento de los primeros cursos universitarios respondían a cinco rupturas entre lo que ahora denominamos modelo educativo,

Ver: Grupo de Educación Matemática de la Escuela Regional de Matemáticas (ERM), (1990). El problema del bajo aprovechamiento estudiantil en los primeros cursos universitarios de matemáticas. *Revista Matemáticas: Enseñanza Universitaria*. Vol. 1, No 1, pp 51-58.
 Álvarez, J & Marmolejo, M, (1990). Sobre el Bajo Aprovechamiento Estudiantil en los Primeros Cursos de Matemáticas en la Universidad del Valle: *Enseñanza Universitaria*. Vol. 1, N° 2, pp. 85-100

formación matemática de los alumnos y condiciones de estudio. Hemos hecho ajustes en las definiciones y la terminología, pero se han respetado las rupturas señaladas en la época porque siguen siendo actuales.

- El modelo educativo (ME). *Es la concreción de una teoría pedagógica. Comprende la estructura de contenidos, objetivos, medios, actividades y reglas que definen cómo se planifica, ejecuta y evalúa la enseñanza.* Determina la visión institucional del qué se enseña, cómo se enseña y cómo se concibe el aprendizaje de los alumnos.
- La formación matemática (FM). *Es un sistema complejo adaptativo del comportamiento. Se construye a lo largo de la vida del sujeto, por experiencias de todo tipo y se estructura en actitudes y creencias, campos conceptuales, habilidades y estrategias intelectuales asociadas a la actividad matemática. Evoluciona por la maduración y el aprendizaje.* Determina tanto el ritmo de aprendizaje como la zona de desarrollo próximo (ZDP) que favorecen el aprendizaje de conocimiento matemático en un momento dado.
- Las condiciones de estudio (CE). *Se refieren al capital académico y cultural: hábitos y habilidades de estudio, tiempo dedicado a la actividad de estudio, ambiente sociocultural.* Determina el nivel de concentración y esfuerzo reales que alcanza el alumno en el estudio de un curso.

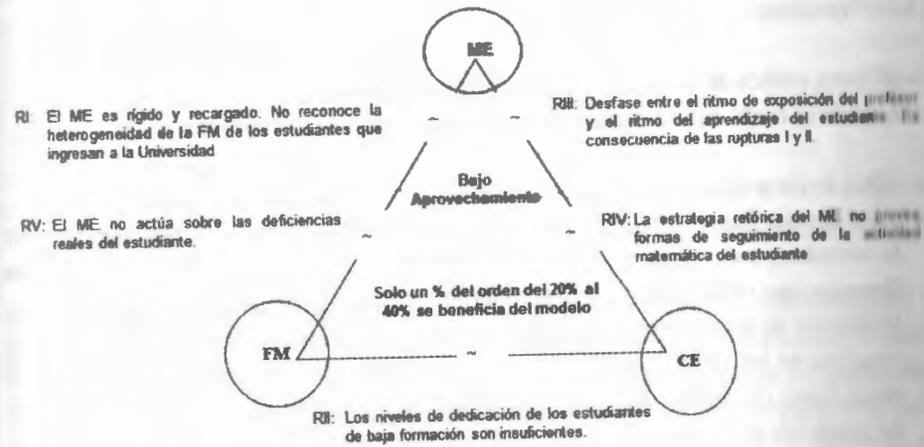


Figura 13. Elementos determinantes del aprovechamiento y las principales rupturas que originan estados de funcionamiento no deseables del sistema.

En tanto no se aborden estrategias orientadas a superar estas rupturas, el problema del bajo aprovechamiento continuará vigente. Nuestras investigaciones durante estas dos décadas señalan que hay que considerar el modelo educativo de tal manera que

se centre la atención en el alumno que nos llega y en lo que hoy sabemos sobre las didácticas de las ciencias y el aprendizaje de los alumnos, y que trabajemos en consecuencia. Hoy sigue siendo actual la observación del filósofo Ortega y Gasset:

Una institución en que se finge dar y exigir lo que no se puede exigir ni dar es una institución falsa y desmoralizada. Sin embargo, este principio de la ficción inspira todos los planes y la estructura de la actual Universidad.

Por eso yo creo que es ineludible volver del revés toda la Universidad o, lo que es lo mismo, reformarla radicalmente, partiendo del principio opuesto. En vez de enseñar lo que, según un utópico deseo, debería enseñarse, hay que enseñar solo lo que se puede enseñar, es decir lo que se puede aprender.

(Ortega y Gasset, *Misión de la universidad*, p. 7)

Paradójicamente, la universidad que se dice responsable de la educación científica de las nuevas generaciones, es ciega respecto de la experiencia que ha permitido a la mayor parte de los escolares que van a demandar su servicio, desarrollar una inteligencia práctica para resolver problemas complejos pero en contextos locales, particulares y concretos. Se trata entonces de que, en el ciclo básico, el modelo educativo debería trabajar sobre la evolución de esta inteligencia hacia una inteligencia formal que trabaja sobre objetos generales y descontextualizados, actuando sobre proposiciones y abstrayendo de acciones re-significativas por el lenguaje.

Esta idea se puede ver en la entrevista⁶ que concedió el neurólogo Rodolfo Llinás a UN Periódico.

— ¿Cómo califica el nivel de la educación colombiana?

— El nivel es malo. No es ni siquiera regular, es malo. Es claramente malo.

— ¿Qué le hace falta para mantener unos estándares internacionales?

— *¿Qué hay que hacer? Modernizarnos. Hay que cambiar los *pensum*, hay que cambiar la metodología de enseñar. Hay que explicarle a la gente que los maestros no son las personas que tienen y dan el conocimiento. Son apenas los guías del conocimiento. La función de los profesores es explicar y poner en contexto la información que se consigue en los libros y en los computadores ahora. Antiguamente, cuando había pocos libros, el maestro decía. Era el conductor de la información; ya no. La educación ha cambiado profundamente. Hay que cambiar, por lo tanto, la metodología de la educación.*

(Llinás, 2007),⁴

En el marco de nuestra disertación esto implica dos cosas: la primera es *transformar las prácticas de enseñanza*, y la segunda *transformar las prácticas de estudio de los alumnos*.

Masificación y prácticas escolares

En Colombia, en los últimos 50 años, se ha pasado de una escolaridad para minorías a una escolaridad masiva. De pocos bachilleres, que se formaron con la ayuda de 'maestros' comprometidos con la enseñanza, que exigían el compromiso de sus alumnos y creaban hábitos de estudio, se ha pasado a graduar a jóvenes que, en su mayoría, no lograron ser motivados para desarrollar una auténtica actividad de estudio para conseguir el aprendizaje.

Respecto a las prácticas de enseñanza

A medida que aumenta el número de jóvenes que ingresan en las universidades, se masifican los estilos de enseñanza con la consecuencia de volver canónicas, por fuerza de las nuevas circunstancias, las maneras tradicionales de enseñar, en detrimento de estrategias educativas orientadas a optimizar la actividad de estudio de los alumnos. Se trata de recuperar el eslabón perdido (Yves Chevallard, 1997) entre la enseñanza y el aprendizaje: *la actividad de estudio*.

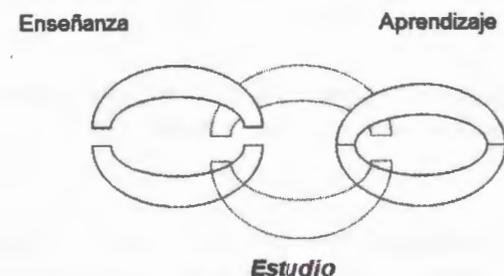


Figura 14. La actividad de estudio, eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje

La actividad de estudio surge de la necesidad de alcanzar un conocimiento o procedimiento que permita resolver o perfeccionar la respuesta a una determinada cuestión. En consecuencia, no se limita a los escenarios típicamente escolares sino que se realiza en diferentes contextos que ayudan a mejorar las competencias para responder a situaciones ya conocidas u otras novedosas, donde los alumnos se ven obligados a adaptarse a nuevas condiciones y, por lo tanto, a transformar sus creencias y actitudes, esquemas inconscientes de conocimiento técnico.

En situaciones de enseñanza, este escenario no es menos cierto. En consecuencia, recuperar el eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje por parte del

⁶ UN Periódico. El Tiempo Septiembre 11 de 2007. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-3718006>

profesor consistirá en *re-contextualizar* el saber que será objeto de la enseñanza, es decir, cristalizar en situaciones artificiales el conocimiento abstracto y general: *re-personalizar* este saber, considerando los esquemas y actitudes que los alumnos tienen disponibles, pero que pueden resultar insuficientes o contradictorias para enfrentar con éxito la situación y, finalmente, *re-temporalizar*, fijar un tiempo para gestionar “la construcción de significados socialmente compartidos” en secuencia didáctica centrada en la actividad de estudio de los alumnos y no en el ritmo de exposición del profesor. Para ello, el estudiante dispondrá de dispositivos de ayuda al estudio tales como guías de trabajo, guías teóricas, el texto matemático, software, etc. El profesor, en calidad de director de estudios, tendrá como cometido *modelar y ajustar* las experiencias escolares para producir el desequilibrio en un conocimiento ya establecido pero que, por el diseño de la situación resulta insuficiente, y de esta manera obligar a aprender a los alumnos.

Por otra parte, recuperar el eslabón perdido por parte de los alumnos, implica una toma de conciencia de lo que aporta *la acción*, del papel de los diferentes *lenguajes* en los procesos de *abstracción, generalización e invención* de nuevos posibles y la reflexión sobre el error. Todo esto requiere adquirir buenos hábitos de estudio para trabajar en su propio proceso de formación orientado hacia una meta. Este trabajo exige el desarrollo de capacidades críticas, rigor, sistematicidad, evolución en el tiempo, acumulación y consolidación de experiencias y participación en comunidades de aprendizaje.

En resumen, quien desee permanecer en la universidad y alcanzar una formación profesional de calidad, requiere de saber estudiar. Sin estudio no es posible el aprendizaje.

Paradójicamente, como ya lo hemos expuesto, los estudiantes que llegan a la universidad no saben lo que significa estudiar. Sin embargo, nuestra docencia supone que quienes acuden a nuestras clases ya son estudiantes.

Evidencias empíricas de una posible solución

La Universidad del Valle, en su Plan Estratégico 2005-2007, incluyó una acción de acompañamiento a los estudiantes que ingresan por cuota de excepción étnica (“desde 1993 creó para los indígenas como favorabilidad y luego reglamentada con el 4%, para los afrodescendientes se reglamentó otro 4% desde nov. 2003”⁷) a

⁷ Tenorio, M. C. Inclusión Social en las Universidades. Cali. Ponencia de la Universidad del Valle en el Panel rectoral, 8 a 10 de octubre de 2008. Disponible en: http://www.ascun.org.co/eventos/pleno_2008/memorias_xix_plenoBienestar_Rectores/Ponencia_Pleno_Bienestar.pdf

cargo del grupo de investigación *Universidad y Culturas* del Instituto de Psicología. Estos estudiantes llegan con muy bajos ICFES. La promoción del 2005 presentó una deserción del 62,5% de la población de indígenas y afrocolombianos admitidos, al cabo de los primeros semestres, a pesar del acompañamiento con tutores. Se decidió entonces, en el 2006, realizar un curso piloto para la nueva promoción, que sirviera como una investigación-intervención.⁸ La intervención se comprometía a cubrir los contenidos de los cursos de los programas actuales de *Cálculo I* y *Cálculo II*. Sin embargo, se tuvo libertad para manejar el tiempo asignado para cada temática. Así, en el primer semestre sólo se cubrió el tema de números reales, que oficialmente tiene asignadas tres semanas. En el segundo semestre se estudiaron las funciones y se construyeron las definiciones ε - δ de continuidad y límite, y los teoremas que permiten desarrollar un álgebra de estos conceptos y las relaciones entre ellos. En el verano se cubrieron los temas de diferenciación, integración, sucesiones y series. El texto usado fue el *Calculus*, Tomo I, de Tom Apostol.

Propusimos una estrategia didáctica socioconstructivista (Delgado, 1998) en el marco de un proceso de investigación-intervención, para comprobar que, bajo ciertas condiciones, los estudiantes que ingresan por régimen de excepción étnica a los planes de ingenierías, tienen una oportunidad real de acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos, y de responder a las exigencias académicas de alto nivel que demanda la formación profesional en ingenierías. Estas condiciones están relacionadas principalmente con:

- La transformación de las prácticas de enseñanza tradicionales.
- La transformación de las prácticas de estudio de los alumnos.
- El respeto por los ritmos de aprendizaje del estudiante.

La estrategia socioconstructivista plantea los siguientes principios que regulan la intervención didáctica:

- I. Sólo interesa lo fundamental y básico
- II. La reflexión sobre el error es importante
- III. La necesidad es generadora de conocimiento
- IV. Interesa la superación del error
- V. Se aprende haciendo

⁸ Para conocer más detalles, ver Delgado, C. (2009). Construir conocimiento matemático para incluir en la educación superior: una experiencia con estudiantes indígenas y afrodescendientes en la Universidad del Valle. *Revista Internacional de Magisterio*. N° 39 (Junio-Julio). Pp.62-72

El primer principio surge de las investigaciones en didáctica de las matemáticas que revelan que, aún en aquellas experiencias de enseñanza consideradas como exitosas, muchos estudiantes, incluyendo los más talentosos, comprenden menos de lo que ellos realmente piensan. Estas investigaciones muestran que la parsimonia -en los sentidos de moderación y lentitud- es recomendable: considerar los conceptos más importantes y las competencias, para centrarse en la calidad de la comprensión más que en la cantidad de información presentada.

El segundo principio responde a las epistemologías del error que surgen a partir de los trabajos de Karl Popper (1972) y Gastón Bachelard (1938)

Cuando se investigan las condiciones psicológicas del progreso de la ciencia, se llega muy pronto a la convicción de que hay que plantear el problema del conocimiento científico en términos de obstáculos. No se trata de considerar los obstáculos externos, como la complejidad o la fugacidad de los fenómenos, ni de incriminar a la debilidad de los sentidos o del espíritu humano: es en el acto mismo de conocer, íntimamente, donde aparecen, por una especie de necesidad funcional, los entorpecimientos y las confusiones. Es ahí donde mostraremos causas de estancamiento y hasta de retroceso, es ahí donde discerniremos causas de inercia que llamaremos obstáculos epistemológicos. El conocimiento de lo real es una luz que siempre proyecta alguna sombra: jamás es inmediata y plena. Las revelaciones de lo real son siempre recurrentes. Lo real no es jamás lo que podría creerse, sino siempre lo que debiera haberse pensado. El pensamiento empírico es claro, inmediato, cuando ha sido bien montado el aparejo de las razones. Al volver sobre un pasado de errores, se encuentra la verdad en un verdadero estado de arrepentimiento intelectual. En efecto, se conoce en contra de conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal adquiridos o superando aquello que, en el espíritu mismo, obstaculiza la espiritualización.

(Bachelard, 1990, p. 15)

Este planteamiento del papel de los conocimientos ya establecidos por el sujeto en la construcción del *conocimiento objetivo*, es desarrollado y explicado de manera particular por la epistemología genética de Jean Piaget (1975; 1987). Piaget considera el proceso de generación de "nuevos posibles" como las variaciones interpretativas de los "hechos", que surgen a partir de lo que el sujeto cree comprobar, en sus acciones o en los objetos - *observables*-, y la movilización de recursos para alcanzar la meta de la acción junto con sus intenciones operatorias e inferencias de sus acciones o de las acciones entre los objetos-coordinaciones. En consecuencia, para poner en marcha este mecanismo, el profesor recontextualiza el saber que se va a enseñar, para motivar la acción del alumno y la toma de conciencia de aquello que proviene de los observables de las acciones y de las

coordinaciones de tales acciones y, de esta manera, generar la necesidad de una compensación al desequilibrio.

El tercer principio da cuenta de la generación de nuevo conocimiento (Invencción de nuevos posibles) gracias al desequilibrio que surge de los encuentros con situaciones que oponen resistencia a los esquemas de conocimiento actuales, provocando perturbaciones a lo que se ve como necesario, pero que no lo es para la situación actual, y ello se deberá traducir en compensaciones -nuevos posibles- pero éstas no son ni automáticas ni inmediatas:

[...] para concebir nuevos posibles no es entonces suficiente pensar en procedimientos orientados hacia una meta particular (una búsqueda óptima o limitada de variaciones): uno también necesita compensar aquella perturbación actual o virtual que es la resistencia de lo real a la explicación cuando ella es concebida como pseudo-necesaria. Tal mecanismo compensatorio, una vez habilita a los sujetos a conquistar este obstáculo (pseudo-necesidad) en una situación particular, además los conduce a concluir a través de una inferencia cuasi evidente que, si una variación es posible, otras son también posibles, comenzando con las más similares o aquellas que son opuestas.

(Piaget, 1984 pp. 5-6)

Sin embargo, la investigación didáctica muestra que es necesario complementar el papel de los encuentros con situaciones que oponen resistencia a los esquemas actuales, y el de la necesidad, con el reconocimiento del papel de la *sociocultura* en los procesos que vinculan las acciones del experto con las acciones del novato en torno a un objeto de conocimiento propuesto por una institución cultural, papel que se pone de manifiesto en la construcción de dominios de intersubjetividad, como creemos quería expresar Vygotsky con su concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP)⁹, construcción en la que el conocimiento jalona los conceptos espontáneos hacia estructuras más objetivas.

El cuarto principio guarda estrecha relación con el tercero. Se refiere tanto al modelamiento como al ajuste necesario en el proceso de construcción de una ZDP

El modelamiento implica la construcción de situaciones que para su solución requieren de un conocimiento específico, que en este caso es el objeto de

⁹ La ZDP es la distancia (cognitiva) entre lo que uno puede hacer por uno mismo, sin asistencia (desarrollo actual), y lo que uno puede realizar con sugerencias y ayudas que proceden de la capacidad de otro (desarrollo potencial). De este concepto se deriva una ley fundamental de aprendizaje: todo lo que se enseña por encima del desarrollo potencial del alumno, no lo aprende; y todo lo que se enseña en el plano del desarrollo actual el alumno ya lo sabe. En consecuencia, se trata de construir ZDP de aprendizajes, gracias a la ayuda del experto.

enseñanza. La situación debe estar ligeramente por encima del desarrollo actual del aprendiz y de tal naturaleza que la acción del experto produzca ajustes que ayuden a la estructuración cognoscitiva.

El ajuste se orienta por las respuestas observables en la acción del aprendiz y están sujetos a las restricciones de no plantear exigencias que superen el nivel del desarrollo potencia del sujeto.

(Delgado, 2009, p. 68).

El quinto principio, finalmente, se refiere a la acción. Piaget (1977) concluye que la imitación no es suficiente para explicar el progreso del conocimiento:

La razón es que el conocimiento no es una copia estática de la realidad. Conocer un objeto no es proporcionar una simple copia del mismo: es actuar con el fin de transformarlo y captar dentro de estas transformaciones el mecanismo por el que se produce. Conocer, por lo tanto, es producir o reproducir el objeto dinámicamente, pero para reproducirlo es necesario saber cómo producirlo y esta es la razón por la que el conocimiento se deriva de la acción completa, no sólo de sus aspectos figurativos.

(Piaget, 1977, p.30).

Teniendo en mente las condiciones necesarias para el desarrollo de nuestra estrategia constructivista y con el aparejo de estos principios, realizamos nuestra experiencia con los siguientes resultados.

Principal resultado cuantitativo: se revertió la deserción de la población de indígenas y afrocolombianos. En el 2005, la deserción, al cabo de dos semestres, fue del 62,5%. Los resultados de quienes tomaron el curso piloto en el 2006 fueron los siguientes:

- Al cabo de seis semestres permanece el 65% de la población objeto de nuestra experiencia
- El 100% de los estudiantes que aprobaron *Cálculo I* y *Cálculo II*, ganaron *Cálculo III* (matriculados en cursos tradicionales) con una nota promedio del grupo, de cuatro con cinco (4.5). Todos terminaron la componente matemática sin repetición de materias y algunos de ellos actualmente gozan de estímulos académicos.
- El 100% de los alumnos que perdieron *Cálculo I* y los que repitieron en un grupo tradicional, ganaron este curso (que en su mayor parte presentaba contenidos nuevos para ellos; recuérdese que sólo vieron números reales en el curso piloto).

El principal resultado cualitativo respecto a la formación matemática es la transformación sensiblemente positiva de la formación matemática de la población objeto. La conclusión más importante es que es posible incluir en el proceso educativo de nivel

superior a poblaciones que ingresan a la universidad con bajos y muy bajos niveles de formación matemática, con la condición de disponer de una estrategia didáctica que aborde con seriedad y responsabilidad social la educación matemática. Pero, sobre todo, tal estrategia debe ser un compromiso institucional y la responsabilidad de un equipo de profesores sensibilizados y preparados para enfrentar el reto de formar matemáticamente a los futuros profesionales.

Los estudios que acabamos de exponer muestran que los alumnos deben superar los obstáculos creados por una cultura perezosa, canonizada en el aula de matemáticas, que descansa en la magia de las fórmulas teóricas y algoritmos con los que se resuelven ciertos tipos de problemas, estimulando con ello el "dígame cómo se hace" antes que propiciar situaciones de acción en la dirección opuesta, que obedezcan a la necesidad de construir cierto conocimiento para resolver un problema. Se trata de modificar hábitos y creencias: de abrir las puertas del aula de matemáticas a prácticas que hagan necesario el recurso a los lenguajes matemáticos para plantear y resolver problemas, que promueven la imaginación de hipótesis y el razonamiento regulado por la lógica para validar aquello que se revela por la acción y la intuición. En consecuencia, nuestra estrategia didáctica toma el nombre de *socioconstructivista* para señalar el marco teórico que orienta la respuesta a los conflictos que surgen cuando nos lanzamos a la aventura de recuperar el "eslabón perdido", como lo llama Chevallard, entre la enseñanza y el aprendizaje: la actividad de estudio.

Finalmente, en el proceso educativo, ¿es posible hacer el bien sin mirar a quién?

Referencias

- Bachelard, G. [1938] *La formación de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris: PUF. Traducción al castellano: *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. Siglo XXI. Buenos Aires. Argentina. 1990.
- Chevallard, Y., Bosch, M., y Gascon, J. (1997). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. I.C.E.-Horsori. Universidad de Barcelona.
- Delgado, C. (1998). *Estudio Microgenético de Esquemas Conceptuales Asociados a Definiciones de Límite y Continuidad en Universitarios de Primer Curso*. Tesis Doctoral. Publicaciones Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- Delgado, C. (2009). Construir conocimiento matemático para incluir en la educación superior: Una experiencia con estudiantes indígenas y afrodescendientes en la Universidad del Valle. *Revista Internacional Magisterio*. N° 39 (Junio-Julio), pp. 62-72.
- Delgado, C. & Tenorio M. C. (2009). Construcción de conocimiento matemático e inclusión. Experiencia con indígenas y afrocolombianos en la Universidad del Valle. Publicado en: *Memorias del Seminario de matemática educativa: Fundamentos de la matemática universitaria*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 22, 23 y 24 de octubre de 2009. Bogotá, pp. 31-61

- Delgado, C. (2009). Enseñanza, actividad y aprendizaje. En C. Delgado, N. Castro, J. Guerrero & M. Trujillo (Eds.), *El concepto de función y la teoría de situaciones. Bases epistemológicas y didácticas en la enseñanza del concepto de función con la ayuda de calculadoras graficadoras*. Universidad de La Salle. Bogotá (en prensa), pp.48-73.
- Grupo de Educación matemática de la Escuela Regional de Matemáticas (ERM), (1990). El problema del bajo aprovechamiento estudiantil en los primeros cursos universitarios de matemáticas. *Revista Matemáticas: Enseñanza Universitaria*. Vol. 1, No 1, pp. 51-58.
- Ortega y Gasset, J. (1930) *Misión de la universidad*. Versión consultada: Ortega y Gasset. *Misión de la universidad*. Con notas de Palma, R. 2001, Buenos Aires. Disponible en: <http://www.esi.us.es/~fabio/mision.pdf>
- Piaget, J. (1975). *L'Équilibration des Structures Cognitives. Problème Central du Développement*. «Etudes d'Epistémologie Génétique». Vol. 33, P.U.F. Paris. Traducción al castellano: *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Siglo XXI. Madrid. (Edición consultada 1990a).
- Piaget, J. (1977). The role of action in the development of thinking. In: Overton, WF and Gallagher, JM, Editors, 1977. *Knowledge and development. Vol. 1, Advances in Research and Theory*. Plenum Press, New York. Miezitis, S. pp. 17-42. Traducción al Castellano César Delgado G.
- Piaget, J. (1987). *Possibility and Necessity*. 2 vols. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Popper, K. (1972). *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. Brace & World, Inc., New York. Versión consultada: *Conjeturas y Refutaciones: el Crecimiento del Conocimiento Científico*, 3ª reimpresión en España, 1991., Ediciones Paidós Iberoamérica, SA. Barcelona. El Título original: *The Structure of Science*. (1961). Harcourt, Brace & World, Inc. New York. Versión revisada y ampliada por el autor en 1972.

Mesa de trabajo

El estudiante de ingeniería

Moderador:

Miguel Corchuelo Mora
Universidad del Cauca, Popayán

Relatora:

Lina María Jaramillo Echeverry
Universidad La Gran Colombia, Armenia

El objeto central de las facultades de ingeniería es la formación profesional de sus estudiantes. Se trata de una población dinámica y, ante la exigencia de mejorar la eficiencia y la calidad en los procesos de formación de ingenieros, surge la necesidad de identificar las características de quienes cursan estudios de ingeniería, como un elemento importante para cumplir la misión de dichas facultades. Así, en esta mesa se abre un espacio de reflexión sobre el estudiante de ingeniería en tres diferentes momentos: en la admisión, al cumplir el nivel básico de formación en ingeniería (5º / 6º semestre) y al egresar. En este sentido, la mesa pretende identificar aciertos, potencialidades y dificultades en cada uno de estos momentos, a través del diálogo entre los participantes, como posibles aportes para los planes de mejoramiento que puedan emprender las facultades de ingeniería en el país.

Metodología y desarrollo

La mesa de trabajo, en consenso, optó por la discusión en plenaria de cada uno de los momentos (ingreso, desarrollo, egreso) del proyecto de formación, a partir de unos cuestionamientos guía. El tiempo permitió la discusión de los dos primeros y se dejó planteado el tercero. Como síntesis de la discusión, se señalan los siguientes aspectos.

1. Sobre las características de los estudiantes admitidos a cursar ingeniería

Cuestionamientos sobre:

- Políticas y criterios especiales para el ingreso, motivación para cursar estudios de ingeniería, nivel académico de los admitidos, edad, programas de mayor demanda, procedencia e incidencia de los contextos culturales, entre otros.

Discusión y aportes

Es importante conocer las características de los estudiantes en el momento de su admisión como un elemento clave para enfrentar y disminuir los índices de deserción. Mediante las pruebas de admisión, así como en el desarrollo de las clases de los primeros semestres, una de las características identificada es el bajo nivel académico en el pensamiento matemático y en las habilidades comunicativas. En este sentido, algunas universidades realizan pruebas específicas, principalmente de matemáticas y español¹, con el propósito de identificar las personas con debilidades en estas materias e implementar estrategias tales como cursos de nivelación. En otros casos, se trata del denominado semestre cero y en algunos otros, como en la Universidad del Valle, se adelantan programas especiales para el desarrollo del pensamiento matemático, en particular con aquellos estudiantes que provienen de ciertas comunidades étnicas con bajos niveles de formación académica. El problema del rendimiento académico en matemáticas resulta bastante generalizado y se convierte en una limitante para quienes quieren estudiar ingeniería. Se propone que las facultades de ingeniería adelanten programas con los colegios para mejorar el nivel de formación en el área de matemáticas.

Otras instituciones, además del examen de conocimientos, optan por realizar una entrevista al aspirante. De esta manera se tiene la oportunidad de recolectar información adicional sobre potencialidades y dificultades, respecto a la familia, vocación, área sentimental y demás factores de riesgo. Dada la edad de quienes están ingresando a estudiar ingeniería², el apoyo de los padres de familia juega un papel importante en los procesos de admisión y mientras los estudiantes adquieren la suficiente madurez para tomar decisiones.

El proceso de selección de acuerdo con las pruebas del ICFES, puede dar lugar a establecer diferencias entre los estudiantes que provienen de instituciones educativas privadas y los que provienen de instituciones educativas públicas. Sea uno u otro el caso, el puntaje de la prueba se convierte en un factor que determina la inclusión o la exclusión, dado que, en buena parte, define el futuro del estudiante como profesional de la ingeniería. La cuestión es si la prueba recoge todos los aspectos suficientes para decidir si el candidato está preparado o no para estudiar ingeniería. En aquellas instituciones con baja demanda de población estudiantil, la limitante se centra en el factor económico y dicha condición hace que sea muy importante implementar un proceso de acompañamiento del estudiante para no perderlo.

¹ También pueden proponerse, en otros casos, pruebas de comprensión de lectura.

² En la actualidad, resulta significativo el número de estudiantes menores de edad que ingresan en las facultades de ingeniería.

Otra característica de los estudiantes está relacionada con los estilos de aprendizaje, diferentes de una generación a otra, debido a los canales de información y los modos de comunicación que se utilizan. Los actuales estudiantes son más dados a procesos interactivos, en virtud de las tecnologías de la información y la comunicación, que a procesos reducidos a la audición. Por lo tanto, se presentan dificultades con el modelo de clase expositivo por parte del profesor, convirtiéndose en otro factor que incide en la deserción, principalmente durante los primeros semestres. Se sugiere que el modelo pedagógico de una institución educativa sea tal que pueda potenciar el desarrollo de la inteligencia a través de la experiencia y capitalizar esta experiencia en la formación de los ingenieros a través de la vinculación con léxicos, técnicas y procedimientos característicos de la profesión. Pero el modelo por sí solo no es suficiente. También es necesaria la formación, como docente, del profesor de ingeniería. A veces, se considera que una universidad, por ser de carácter oficial, tiene mejores docentes; sin embargo, la experiencia revela que es escasa la formación pedagógica de sus profesores.

Una característica que puede ser relevante en algunos programas, consiste en la falta de conocimiento sobre las demandas y posibilidades de desempeño de la profesión. Se desconoce lo que es y lo que representa la ingeniería para una sociedad o para un país. Se presentan casos en los que los estudiantes eligen la carrera por presiones familiares, afinidades con amigos, o sencillamente por probar: "¿será que esto sí es lo que quiero estudiar?" La carencia de identificación con la ingeniería, así como un claro sentido de la formación en los estudios profesionales en ingeniería como proyecto de vida, inciden en el rendimiento y en la actitud de los estudiantes. Esta situación se refleja en un amplio número de estudiantes que realizan sus labores académicas más por la calificación que por el deseo y la satisfacción de aprender. Este tipo de estudiantes piensan sólo en 'pasar' o aprobar las asignaturas. En otros contextos, como en el caso de algunas instituciones de Argentina, se adelanta una preparatoria vocacional y actitudinal, con buenos resultados en cuanto a la reducción de índices de deserción. Se detecta el mejoramiento de las habilidades, destrezas y comunicación con los estudiantes de primer semestre, por ejemplo con el uso de términos propios de la ingeniería. Desde luego, este tipo de políticas requiere que estén acompañadas de inversión en equipamiento de los laboratorios de los ciclos básicos.

2. Sobre las características de los estudiantes en los diferentes niveles de formación en ingeniería

Cuestionamientos sobre:

- Dificultades asociadas al rendimiento académico, expectativas frente a la profesión.
- Capacidad para analizar e identificar problemas, niveles de deserción.

Discusión y aportes

En estos niveles de formación resulta preocupante el alto porcentaje de deserción debido a diferentes factores: rendimiento académico, sustento económico, estabilidad emocional y afectiva, motivación, entre otros. Los resultados indican que el porcentaje de quienes concluyen con éxito sus estudios puede estar alrededor del 25%. Los índices más altos de deserción se suelen presentar al cabo del primero y del segundo semestre.

Los vertiginosos cambios científicos y tecnológicos inciden en el aceleramiento de los ritmos de vida. Del mismo modo, las dinámicas de los medios publicitarios y de la comunicación en general, hacen que mantener la atención de los estudiantes en clase resulte más complejo. Por lo general, se observa que los estudiantes interesados y exitosos se ubican en las primeras filas del salón de clase, cerca del docente; en tanto que quienes se ubican en las últimas filas suelen coincidir con los que presentan mayores dificultades de aprendizaje. Lo que se considera que mejor funciona es el 'aprender - haciendo', una formación en ingeniería holística que facilite la integración con otras facultades: formas de organización y actividades que faciliten al estudiante focalizar su atención y comprender lo que implica el trabajo en ingeniería. Pueden surgir importantes aportes desde la mirada crítica a las prácticas docentes, por ejemplo, en el curso de introducción a la ingeniería. De aquí la necesidad de identificar los intereses y aspiraciones de los estudiantes, para contrastarlas con las exigencias en el desempeño de los ingenieros y, a la vez, para diseñar estrategias didácticas pertinentes.

El ingeniero en ejercicio puede considerarse como 'una víctima del sistema de formación'. Se presentan dificultades con la actualización de los conocimientos, la capacidad creativa, la interacción y los ritmos de trabajo³; tanto más, si durante la formación no se ha tenido la oportunidad de articular los saberes. Estas dificultades se incrementan cuando el sistema adopta el 'facilismo' como práctica. ¿Cómo pueden llegar los jóvenes a investigar y a diseñar? Un número significativo de estudiantes suele mostrar resistencia a las actividades que implican proponer e innovar.

Por otra parte, el problema trasciende el campo curricular. Usualmente se diseña un sistema exitoso para el estudiante exitoso, para el que no tiene dificultades. Las propuestas fallan si no se realizan desde el enfoque sistémico. Además, el docente se convierte en un recurso limitado para atender a los estudiantes de diferentes condiciones socioeconómicas.

³ Es diferente el ritmo de trabajo de la industria, de los centros de investigación científica y del estudio en las facultades de ingeniería. Posiblemente el de las facultades resulta muchas veces menor que el de las otras organizaciones.

Se sugiere la posibilidad de encontrar aportes significativos si la situación se enfrenta desde la teoría de sistemas: identificar los estados de equilibrio y desequilibrio, los elementos de autorregulación, las perturbaciones en el desarrollo, así como las acciones de intercambio o interacción con otras disciplinas y contextos. Igualmente resulta necesario que, al enfrentar los procesos de diseño, se hagan las pruebas de escritorio antes de la experiencia; se motive la elaboración de mapas mentales y conceptuales; se estudie la posibilidad de elaborar propuestas basadas en el aprendizaje activo, en la solución de problemas o en el desarrollo de proyectos; se planeen salidas de campo y se realicen charlas con ingenieros en ejercicio. En síntesis, se trata de una formación que dé cuenta de cada detalle.

Se conocen experiencias que manifiestan que las propuestas anteriores son más factibles cuando las facultades y los programas cuentan con grupos de investigación. Estos, como los semilleros, adoptan a los estudiantes, preferiblemente desde tempranos semestres y les facilitan mejorar las competencias; aportan a los diferentes estilos de aprendizaje y a la interacción con situaciones problemáticas concretas.

También puede resultar muy fructífero incursionar en el conocimiento de la neurociencia para explorar cómo funciona el cerebro, en particular en lo referido a los procesos de aprendizaje.

3. Planteamientos para discusiones posteriores, sobre el momento anterior al egreso

Como se mencionó al comienzo, el tiempo sólo permitió proponer los cuestionamientos sobre:

- El grado de satisfacción del recién egresado
- La capacidad de interacción con el entorno y con los otros profesionales de otras áreas
- La capacidad de gestión y de emprendimiento
- Las estrategias de seguimiento de egresados
- La participación en los planes de mejoramiento de la institución

En conclusión, si bien en las facultades de ingeniería se vienen adelantando acciones para enfrentar los altos índices de deserción, así como se están adoptando estrategias para mejorar la calidad de los procesos de formación, aún falta mucho por investigar en el tema de los estudiantes. El término 'desertor' todavía guarda diversas incógnitas que están a disposición de los grupos de investigación. Falta indagar por la causas, tanto las inherentes al sistema educativo, como las externas: por qué y cómo ocurre la deserción. Se espera que en las próximas reuniones de ACOFI se pueda contar con respuestas argumentadas, así como con novedosas alternativas para afrontarlas.

Capítulo 2

La estructura curricular



Foro: La estructura curricular

Tuvo lugar el día 3 de junio de 2010, en la Universidad Tecnológica de Pereira de la ciudad de Pereira. La conferencia estuvo a cargo de Julio César Cañón Rodríguez, profesor asociado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, quien igualmente coordinó el taller.

- Las políticas públicas sobre Ciencia, Tecnología e Innovación
- Las políticas públicas sobre Responsabilidad Social
- Las políticas públicas sobre

Conferencia

Consideraciones sobre la estructura curricular¹

Julio César Canón Rodríguez

El objetivo del eje temático “La estructura curricular” es estimular el debate académico acerca del compromiso y la pertinencia de los programas de formación de ingenieros en relación con el desarrollo de las regiones en las cuales ejercen influencia. Así mismo, se trata animar la reflexión sobre la incidencia que tienen las relaciones con el entorno en la definición de características del currículo, tales como el número de créditos, la flexibilidad en relación con las líneas de profundización y la integración entre programas de pregrado y posgrado.

En el proceso de identificación y caracterización de los efectos de algunos elementos externos sobre la estructura curricular de los programas, es conveniente considerar la incidencia de los planes de desarrollo locales, regionales y nacionales; la calidad de la escuela básica y la educación media; los mecanismos de construcción, gestión y autorregulación curricular existentes en las instituciones de educación superior; la adopción de los créditos académicos, así como su cuantificación y estrategias e instrumentos de evaluación; los compromisos de promoción del autoaprendizaje y la existencia de alternativas de graduación, líneas de profundización, formación para la investigación e integración entre programas de pregrado y posgrado.

Una visión del currículo

La valoración de las relaciones entre los programas de ingeniería y el desarrollo regional se facilita cuando se adopta una visión del currículo como un sistema abierto y dinámico, conformado por el agregado, articulado estructural y funcionalmente, de recursos, procesos, infraestructura, actores, mecanismos de evaluación y estrategias de relación con la sociedad, orientados a cumplir los compromisos misionales. Desde esta perspectiva, conviene considerar, dentro del amplio conjunto de componentes integrados al currículo, los siguientes:

- Las políticas públicas sobre ciencia, tecnología, sociedad, innovación y responsabilidad social
- Las expectativas sociales

¹ Este texto se preparó a partir del contenido de la presentación que acompañó la exposición en el foro que tuvo lugar en la ciudad de Pereira el día 3 de junio de 2010 (Nota del conferencista)

- Los lineamientos del desarrollo regional
- Los compromisos, promesas y relaciones institucionales
- Los modelos de organización y gestión
- Los profesores
- Los estudiantes
- Los egresados
- Los recursos

En un análisis del diseño curricular que contemple como un valor importante la participación como mecanismo de construcción social de las propuestas académicas de formación de ingenieros, es esencial considerar el conjunto de los involucrados: grupos, instituciones y organizaciones relacionados, directa o indirectamente, con el proceso de gestión curricular. En un ejercicio constructivo es necesario explorar sus expectativas, su potencial y sus limitaciones, teniendo en cuenta que los intereses, tanto los explícitos como los ocultos, evolucionan a lo largo del tiempo y no siempre son fácilmente identificables.

El diseño curricular orientado a la atención del compromiso de los programas de ingeniería con el desarrollo regional, debe incorporar el análisis de alternativas de solución para resolver, total o parcialmente, problemas relacionados con el compromiso esencial de las instituciones educativas con su entorno social. Tales problemas son, en general, de carácter complejo, débilmente estructurados, con crecientes restricciones de recursos para su atención, permanentemente sometidos a la presión de los sectores gubernamental, productivo y social. Desde esta perspectiva, el diseño curricular es una respuesta, en permanente construcción, de las instituciones educativas –para el caso que nos ocupa, de los programas de ingeniería– a las exigencias y demandas provenientes del entorno. En general no se percibe un compromiso de trabajo armónico entre la academia y la sociedad, integrado como propósito dentro del diseño de los programas de ingeniería que se ofrecen en el país. La discrepancia en la identificación de prioridades y las diferencias de tiempos de respuesta, dificultan esa acción coordinada. Usualmente los plazos de ejecución de los planes de desarrollo coinciden con los periodos de gobierno, mientras que las propuestas curriculares maduran, se desarrollan y evalúan –como parece ser propio de los asuntos de interés para la academia– en periodos de mayor duración.

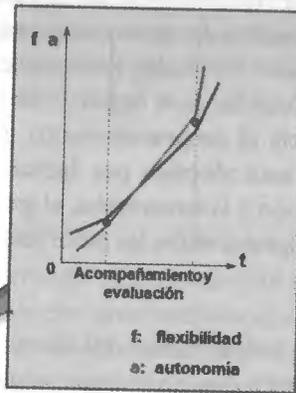
Las necesidades de investigación e innovación en el sector productivo deben influir categóricamente en el diseño curricular de los programas de ingeniería para fortalecer el binomio academia – producción como soporte del desarrollo social en las regiones. En algunos casos, esas necesidades se atienden a través de mecanismos no necesariamente integrados al currículo, de tal manera que el

conjunto de los estudiantes y profesores no se beneficia del contacto del programa con las necesidades de la producción. En otras ocasiones, se apela a mecanismos un poco más cercanos a la estructura curricular, tales como pasantías de estudiantes y profesores en empresas e industrias de la región, trabajos de grado o actividades de formación orientados hacia el emprendimiento. Pero en cualquier caso, la dinámica de estas relaciones está afectada por factores tales como la capacidad institucional para la investigación y la innovación, el grado de desarrollo industrial del entorno y la confianza recíproca entre las autoridades académicas y los líderes del sector productivo.

Las comunidades académicas responsables del diseño, la gestión y la evaluación curricular, deben tener presente que no existen soluciones universales ni éxitos garantizados y que en general se actúa bajo la presión de limitaciones de plazos, apremios normativos y escasez de recursos. En los procesos de construcción curricular, la existencia de alternativas reales de acción es el germen de la flexibilidad anunciada en los programas y es justamente esa necesidad de disponer de opciones la que hace imperativo contar con tres insumos esenciales: liderazgo, conocimiento y reconocimiento. Las intervenciones que buscan reducir los efectos de los problemas detectados en el currículo se ejecutan en el corto plazo, pero sus resultados se hacen manifiestos en el mediano y largo plazo, por lo cual es aconsejable la prudencia de diseñadores y administradores curriculares quienes deben considerar que la obsolescencia de contenidos y estrategias pedagógicas, la autocomplacencia y las deformaciones generadas por la sobreadaptación de los programas a las demandas del entorno, son algunas de las amenazas frecuentes en el ámbito del diseño curricular.

El tránsito de los estudiantes a través del territorio curricular tiene importantes referentes cuya consideración puede orientar el diseño y la gestión de los programas: las relaciones con los planes de desarrollo locales, regionales y nacionales; la calidad de los niveles educativos precedentes; la existencia de modalidades de formación técnica y tecnológica que coexisten con la formación profesional; los resultados de la aplicación de pruebas de estado y, muy especialmente, los recursos sociales e institucionales realmente disponibles para respaldar proyectos curriculares sustentables. Las modalidades de formación técnica y tecnológica existentes en las regiones no tienen actualmente una incidencia apreciable en el diseño curricular de los programas de ingeniería, lo cual, en principio, podría acentuar una superposición de titulaciones y competencias que contribuye al despilfarro de recursos de formación y genera un ambiente propicio para el aprovechamiento irresponsable del trabajo de técnicos y tecnólogos en detrimento de las expectativas de remuneración y promoción profesional de los ingenieros.

- Relaciones con los Planes de Desarrollo locales, regionales y nacionales
- Niveles educativos precedentes
- Modalidades de formación
- Pruebas de Estado
- Recursos sociales e institucionales



- Efectos sobre la calidad de vida de la sociedad
- Aprendizaje autónomo
- Investigación e innovación
- Entorno del ejercicio profesional

Figura 1. El tránsito a través del territorio curricular

Las dificultades de los niveles educativos primario y secundario se trasladan a los programas de formación en ingeniería y afectan negativamente los esfuerzos de cualificación de la educación superior en su conjunto. Si los responsables del diseño curricular de los programas de ingeniería participaran en la formulación de los proyectos educativos inscritos en los planes de desarrollo de las regiones podrían esperarse en el mediano plazo algunas mejoras en el desempeño de los estudiantes universitarios. La acción de las universidades debe propiciar la elevación de los niveles de la escuela primaria y de la educación media, pero, bajo circunstancia alguna, el rigor y las exigencias de la educación superior —especialmente los requeridos para la educación de ingenieros— deben ceder en beneficio de los malos resultados y la mediocridad de los niveles precedentes. En el balance de responsabilidades frente a la calidad de los niveles educativos básicos deben considerarse seriamente sus efectos sobre la calidad de los programas de ingeniería y, a través de ellos, sobre la calidad de vida de la sociedad, los compromisos de fomento del aprendizaje autónomo, la promoción de la investigación y la innovación y la remodelación permanente de los escenarios del ejercicio profesional.

Justamente en relación con la influencia mutua entre las condiciones de desarrollo del ejercicio profesional de la ingeniería y el diseño y la gestión curricular de los programas, es necesario ratificar la responsabilidad de las instituciones de formación de profesionales en lo que se refiere a su dotación con los elementos necesarios para ser competentes y competitivos. El carácter internacional del ejercicio de la ingeniería impone, dentro de los compromisos institucionales, la consolidación de propuestas de internacionalización y movilidad en un contexto amplio de conocimiento y respeto por otras culturas y experiencias profesionales que debe redundar en beneficio para el conjunto de la sociedad, al mejorar su capacidad de negociación y el nivel de su presencia en el escenario mundial.

Especial consideración deben tener en el diseño curricular de programas de ingeniería la componente de responsabilidad social, los valores y el rigor ético necesarios en el ejercicio profesional. Desde las aulas y en forma permanente debe imprimirse en los estudiantes el respeto por los compromisos adquiridos, la seriedad en el cumplimiento de programaciones y presupuestos y, muy especialmente, el manejo escrupuloso de los recursos —sobre todo los públicos— que le son confiados al ingeniero para el desarrollo de los proyectos. En este punto es plausible promover el acercamiento al diseño curricular de las experiencias de egresados y profesionales destacados, a través de mecanismos que permitan a los estudiantes aproximarse desde muy temprano a la naturaleza de la profesión que han elegido, de tal manera que una vez graduados puedan ser aceptados sin objeciones por la comunidad profesional de la que harán parte.

A lo largo del recorrido por el *continuo del aprendizaje*, se requieren acciones curriculares orientadoras, integradas como recursos reales al discurso institucional sobre flexibilidad y autonomía. Dichas acciones —que pueden ser exámenes, trabajos, concursos, proyectos— deben tener como propósito guiar a los estudiantes a través de rutas alternas en el desarrollo de su plan personal de formación, considerando la influencia del entorno en el diseño de ese plan personal. El aprendizaje basado en proyectos de interés para la sociedad se insinúa como una estrategia consistente con el objetivo de acercar el diseño de los programas a las expectativas de desarrollo regional y al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad. El uso de los resultados de estas acciones orientadoras permitirá racionalizar el uso de los recursos institucionales de tal forma que favorezcan tanto a los estudiantes en su proceso de aprendizaje autónomo, como a la sociedad en su conjunto.

A propósito, no resulta del todo clara la relación entre los diseños curriculares y la promoción del autoaprendizaje. En general, los diseños y estrategias curriculares desconocen, en la mayor parte de los programas e instituciones, el impacto de la autonomía en el proceso de aprendizaje, situación que se pone de manifiesto en el diseño de los créditos asignados a las actividades curriculares que integran los planes de estudio. La caracterización de las distintas componentes del tiempo empleado por el estudiante en la tarea de aprender, especialmente aquel que se presume utilizado por el estudiante sin acompañamiento del docente, sigue siendo una asignatura pendiente dentro de las reflexiones curriculares de interés para el país. A pesar de marcar diferencias teóricas en las componentes de los créditos (tiempo de trabajo presencial, tiempo de trabajo asistido y tiempo de trabajo autónomo), no se ha profundizado en la diferenciación de estrategias pedagógicas ni en la propuesta de alternativas de evaluación adecuadas a cada una de esas componentes.

La garantía de calidad y pertinencia de las ofertas curriculares en relación con los planes de desarrollo regionales, debe ser una consigna permanente de las instituciones de educación superior encargadas de los programas de ingeniería. La prevalencia de actos simbólicos frente a la planeación de acciones sostenibles de verdadero impacto social, demerita las iniciativas de mejoramiento y produce en la sociedad la sensación de que los esfuerzos institucionales deben orientarse hacia la satisfacción de exigencias coyunturales de algunos sectores o hacia la consecución de galardones o reconocimientos temporales, privando de esa manera a los programas de opciones de mejoramiento permanente y a la sociedad del beneficio que puede ofrecerle una oferta curricular comprometida con el desarrollo.

Los resultados de las pruebas de estado pueden influir perniciosamente en la dinámica de construcción curricular, dado que, alentados por el uso mediático y promocional de los resultados, algunos programas obsesionados con la aritmética de los resultados, pueden estar tentados de reemplazar la reflexión permanente sobre la gestión curricular por el halago de los escalafones y la publicidad basados en el entrenamiento de los estudiantes para obtener resultados apenas tangencialmente relacionados con los esfuerzos permanentes de cualificación y mejoramiento de los programas.

Por otra parte, no existe articulación entre las pruebas de estado y los modelos de evaluación empleados habitualmente en los programas. En general, las instituciones responsables de la formación de ingenieros y las autoridades educativas promueven periódicamente nuevas formas de evaluación, tanto desde el punto de vista conceptual como desde la perspectiva instrumental, alejadas de las prácticas de evaluación de uso cotidiano en las aulas y desprovistas de conexión con la información provista por los problemas, necesidades y expectativas del entorno.

Los indicadores de calidad de vida de la sociedad deben considerarse detenidamente al construir las propuestas curriculares de ingeniería en el país. El desconocimiento de las realidades locales, regionales y nacionales dificulta la aproximación efectiva de las propuestas curriculares a la realidad socioeconómica de las regiones. El Sistema de Educación Superior en Colombia, ha centrado sus esfuerzos de los últimos años en la ampliación de la cobertura, y, como resultado, registra un notable crecimiento cuantitativo en las dos últimas décadas, lo cual debería interpretarse como una señal alentadora para la sociedad, dado que los programas de Ingeniería tienen un rol protagónico en el desarrollo de las regiones. La vivienda con su adecuada provisión de servicios públicos, el conveniente abastecimiento alimenticio, la seguridad social, la dotación de infraestructura para atender las necesidades de movilidad de personas, bienes y servicios, el desarrollo respetuoso del ambiente y el progreso científico y tecnológico, son algunas de las áreas que deben incidir en

la concepción, construcción y desarrollo curricular de los programas. Es urgente evaluar la forma en la que las políticas y estrategias curriculares de los programas de Ingeniería se alimentan de las demandas particulares de cada región del país y acordar la manera como han de conciliarse los intereses de la academia con las expectativas de la sociedad.

Taller

La estructura curricular

1. En los procesos de construcción, revisión y actualización curricular de los programas de ingeniería, ¿qué incidencia real tienen las necesidades identificadas en los planes de desarrollo locales, regionales y nacionales?

- En general, existe desconocimiento de las necesidades de la región
- La articulación entre los planes de desarrollo y los currículos es muy débil, lo que refleja el distanciamiento entre la academia y la política
- Hay una clara desconfianza hacia la administración pública
- El exceso de adaptación del ingeniero al medio tiene el riesgo de su rápida desactualización
- Existe una importante brecha entre el sector productivo y la universidad, debido a los diferentes intereses que animan a cada uno
- Conviene analizar con cuidado el tema de los practicantes: si bien, por una parte, pueden realimentar el currículo con su experiencia, por otra ocupan plazas que deberían estar cubiertas por profesionales

2. En los procesos de construcción, revisión y actualización curricular de los programas de ingeniería, ¿qué incidencia real tienen las características y resultados de los niveles educativos precedentes?

- No existe comunicación alguna entre la educación media y la superior
- Es una realidad constatada permanentemente el bajo nivel con que llegan los estudiantes a la universidad, tanto en lo que se refiere a los conocimientos como en lo relativo a las habilidades necesarias para iniciar los estudios de ingeniería
- El bajo nivel con que los estudiantes llegan a la universidad se refleja en los altos índices de pérdida de asignaturas de ciencias básicas y en una elevada deserción en los primeros semestres
- La situación anterior obliga a las instituciones a poner en marcha diversas estrategias remediales; pero, en general, en los currículos no se tienen en cuenta las deficiencias previas de los estudiantes

3. En los procesos de construcción, revisión y actualización curricular de los programas de ingeniería, ¿qué incidencia real tienen las modalidades de formación existentes en la región (por ejemplo, la formación por ciclos)?

- La concepción actual de los currículos de los diversos ciclos no permite articulación entre ellos

- La formación por ciclos exige un acuerdo previo sobre las competencias propias de cada ciclo
- No está clara la diferencia entre el modo de orientar las asignaturas propias de la formación tecnológica de aquellas dirigidas a la formación de ingenieros
- La promoción de la formación por ciclos propedéuticos por parte del Ministerio de Educación Nacional puede tener efectos perversos sobre el desarrollo de la misión propia de la universidad

4. En los procesos de construcción, revisión y actualización curricular de los programas de ingeniería, ¿qué incidencia real tienen los resultados de las pruebas de estado (Grado II y ECAES)?

- Los resultados de las pruebas que se llevan a cabo con los estudiantes de grado II se usan únicamente para los procesos de admisión
- Los resultados de las pruebas ECAES son, tal vez, los elementos que más se tienen en cuenta a la hora de revisar los currículos, a pesar de la confusión actual
- Sin embargo, la utilización que las instituciones de educación superior hacen de los resultados de los ECAES no siempre responde a su finalidad de mejorar la formación de los ingenieros

5. En los procesos de construcción, revisión y actualización curricular de los programas de ingeniería, ¿qué incidencia real tienen los indicadores de calidad de vida de la sociedad?

- Bajo la propuesta de formación integral del estudiante, se hacen algunos intentos de ir más allá de lo puramente disciplinar. Sin embargo, la incidencia de los indicadores de la calidad de vida de la sociedad en los currículos es prácticamente nula
- Se presume que se utilizan como referente contextual de la formación
- Falta formar a los estudiantes en responsabilidad social

6. En los procesos de construcción, revisión y actualización curricular de los programas de ingeniería, ¿qué incidencia real tienen las consideraciones sobre el compromiso de aprendizaje autónomo?

- En general, muy limitada: las instituciones no brindan los recursos necesarios, los estudiantes se dedican prioritariamente a preparar exámenes, los profesores no utilizan las metodologías de enseñanza-aprendizaje y evaluación más adecuadas para propiciar el compromiso de aprendizaje autónomo

7. En los procesos de construcción, revisión y actualización curricular de los programas de ingeniería, ¿qué incidencia real tienen las necesidades de investigación e innovación en el sector productivo?

- En general, la universidad y la industria marchan por caminos distintos y a velocidades distintas
- Existen algunos acercamientos, pero faltan políticas claras e impulsoras de la relación universidad-empresa
- Las propuestas de emprendimiento están tomando fuerza en las facultades de ingeniería

8. En los procesos de construcción, revisión y actualización curricular de los programas de ingeniería, ¿qué incidencia real tienen las condiciones de desarrollo del ejercicio profesional?

- Las condiciones de desarrollo del ejercicio profesional deben tener incidencia en los currículos

Reunión Nacional Eje: La estructura curricular

En el marco de la Reunión Nacional ACOFI 2010, el desarrollo de este eje tuvo dos conferencias. La primera a cargo de Doris Brodeur, investigadora y especialista en evaluación de proyectos educativos en Ingeniería en el Massachusetts Institute of Technology (MIT) en Cambridge, Massachusetts. La segunda a cargo de Tim Osswald, codirector del Centro de Ingeniería de Polímeros en la Universidad de Wisconsin, Madison y Profesor Honorario de Tecnología de Plásticos en la Universidad de Erlangen, Nuremberg en Alemania. En el Panel participaron, los profesores Brodeur, Osswald y Giovanni Orozco, Vicerrector Académico de la Universidad de San Buenaventura y Comisionado Coordinador de la Sala CONACES de Ingeniería. La moderación estuvo a cargo de Francisco Javier Rebolledo, Decano Académico de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana. La Mesa de trabajo estuvo coordinada por Julio César Cañón Rodríguez, profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia e investigador del grupo Educing.

Conferencia

Reforma de la formación en ingeniería: Propuesta CDIO

Doris Brodeur, MIT



La necesidad de reformar la formación en ingeniería no es un asunto relacionado solo con Colombia: es una necesidad a nivel mundial. La iniciativa CDIO¹ es una colaboración global de las escuelas de ingeniería que han reconocido la necesidad de reformar su currículo, su proceso de enseñanza-aprendizaje y su relación con los negocios, frente a las nuevas realidades de la ingeniería en el mundo. Particularmente, puedo decir que, durante los últimos diez años, ha habido muchos cambios en la forma de hacer ingeniería y de llevar los negocios. Debemos concentrarnos en la productividad, en la innovación y en la creación de empresas. ¿Cómo abordar la creación de programas de ingeniería que respondan a estos nuevos retos?

Hemos de poner especial atención en el reclutamiento y retención de estudiantes. Ustedes utilizan la palabra 'retirarse' en las estadísticas de deserción escolar. Nosotros hacemos lo contrario: calculamos el porcentaje de las personas que permanecen. Los dos modelos dan la misma información; pero nosotros nos centramos en la cantidad de personas que están en cada uno de los programas y no en quienes los dejan.

Debemos revisar con cuidado la forma en que desarrollamos el proceso efectivo de enseñanza-aprendizaje y en cómo hacer los cambios necesarios. A veces se toman decisiones sobre este asunto sin tener en cuenta a las universidades, sin importar el país, ni el nivel que tengan. Cuando las escuelas no logran atraer a los estudiantes, se plantean hacer buenos programas para atraer estudiantes y mantenerlos en la universidad. Quizá por eso, muchas universidades tratan de reclutar a los mejores profesionales para enseñar y hacer más emocionantes e innovadores los programas. Tratan de tener buenos profesores, innovadores, probablemente como ustedes.

¿Cuál es nuestra visión acerca de cómo reformar un currículo? ¿Cómo lograr que haga énfasis en el conocimiento disciplinar y en el contexto de la práctica profesional? ¿Cómo se ve la iniciativa CDIO?

El currículo se centra siempre en los estudiantes y en lo disciplinar. Además existe un espacio específico para evaluar los resultados del aprendizaje, identificado dentro

¹ CDIO: Conceive, Design, Implement, Operate

del currículo. Es lo que ustedes llaman "competencias". Nosotros las llamamos *learning outcomes*. Veremos que estos conceptos tienen un significado similar, en la forma como ustedes usan el término competencias.

Nosotros nos centramos en el proceso de aprendizaje y no tanto en el proceso de enseñanza. Quiero decir con esto que lo que hacemos como profesores en la clase no es tan importante como lo que nuestros estudiantes hacen en la clase y lo que pasa con los estudiantes como resultado de que lo que nosotros hacemos con ellos en nuestra clase.

Siempre debemos estar centrados en lo que sucede con los estudiantes. En algunas ocasiones, el proceso educativo se lleva a cabo dentro del salón de clase; en otras, en el laboratorio o en otros espacios de trabajo muy especiales y esenciales para los estudiantes de ingeniería. Debe haber un programa para la valoración, evaluación y revisión de lo que están aprendiendo los estudiantes. Esto se hace, sobre todo, evaluando los programas.

A continuación, vamos a reflexionar sobre el ambiente. Concebimos el ambiente como todo aquello que estamos haciendo. Observemos que el contexto al que nos referimos es siempre la profesión para la que estamos preparando a los estudiantes. Es decir, en esta conferencia nos centramos en la ingeniería, en su contexto, y por lo tanto necesitamos revisar qué hacen los ingenieros, cuál es el trabajo de un ingeniero. La idea es ver si podemos identificar la labor específica de la ingeniería y si dicha tarea se relaciona con el ambiente en el cual desarrollamos nuestros programas. Esta aproximación puede ser aplicada a cualquier programa profesional. Si ustedes están preparando estudiantes para administración de negocios, la pregunta sería: ¿qué hace un administrador de negocios? Después deberían preguntarse cómo convertir esa tarea en el ambiente en el que ustedes forman a los estudiantes. Habitualmente nos concentramos en lo que trabajamos con los estudiantes y tratamos de prepararlos para ser ingenieros. Pero, como ingenieros, siempre deberán concentrarse en las necesidades de los clientes, de la gente que da razón a su trabajo. Los clientes presentan los problemas para resolver, y, ante todo, los ingenieros son personas que resuelven problemas. Como ingenieros, deben estar atentos a los productos, procesos y servicios que entregan.

En esta aproximación no importa el campo de la ingeniería al cual nos referimos, pues se puede aplicar, se debe aplicar, a todos, incorporando innovaciones y nuevas tecnologías, concentrados en la administración del ambiente, en el contexto. He encontrado países como Colombia, donde esto es muy explícito y se le pone muchísima atención. No siempre sucede así. Esta es una importantísima contribución

de países como Colombia, Chile y Honduras. Los nombro porque son los países en los que he trabajado recientemente.

Debemos evaluar el trabajo colaborativo que proporciona liderazgo y buena comunicación. Debemos preguntarnos qué es lo que estamos enseñando a los estudiantes sobre comunicación. Porque la comunicación es parte de lo que es la ingeniería. En los Estados Unidos, los ingenieros utilizan el término *soft skills*, que yo considero un poco fuerte. Podría hablarse más bien de la 'solución de problemas', lo que es una habilidad de la ingeniería. Porque eso es lo que hacen los ingenieros. Los ingenieros necesitan comunicar sus ideas, necesitan comunicar sus análisis, necesitan comunicar el diseño de sus proyectos. En fin, la comunicación es una actividad relevante de la ingeniería. Lo mismo pasa con el trabajo en equipo; también es una habilidad de la ingeniería, sencillamente porque eso es lo que hacen los ingenieros.

Estamos poniendo el contexto; pero, recuerden que la pregunta era: ¿qué es lo que hacen todos los ingenieros? La pregunta es pertinente para ingenieros mecánicos, aeroespaciales, o químicos; no importa de qué área de la ingeniería se trate.

La Iniciativa CDIO consta de cuatro pasos: concebir, diseñar, implementar y operar. Ustedes pueden llamarlo de diferentes formas, a partir de su campo de acción. Podrían llamarlo prueba de implementación (*implementation test*). Este proceso puede tener diferentes nombres; pero esencialmente está concebido en la implementación de ideas, en la negociación con sus clientes, en sus requerimientos y en el diseño de soluciones para cualquier problema, pues es ahí donde se implementan, prueban, diseñan y, finalmente, se pone todo este proceso en operación.



Ahora bien, teniendo en cuenta la distribución del tiempo utilizado en la práctica profesional, pueden variar las componentes de acuerdo al campo de acción. Por ejemplo, un ingeniero civil que hace muchos edificios, muchas construcciones, tiene mucho que implementar y operar en el lugar de las obras. En otras ingenierías, se puede emplear la mayor parte del tiempo en concebir y diseñar. La conclusión es que, en algún punto del proceso, cada ingeniería debe pasar por estas etapas. Nosotros debemos poner a los estudiantes en situaciones en las que piensen y se comporten como ingenieros, en las que conciben, diseñen, implementen y operen.

¿Por qué debemos crear currículos centrados en los estudiantes? En mi caso, los estudiantes son importantes: creo verdaderamente en eso. Nosotros gastamos bastante tiempo pensando en qué haremos en la clase; pero queremos cambiar el centro de atención. ¿Qué es lo que los estudiantes realizan sin mí? ¿Qué es lo que los estudiantes están pensando? A partir de ahí pasamos a pensar: ¿qué estoy haciendo yo?

Por ejemplo, yo he estado hablando aquí, en el escenario. En esta sesión, yo soy el centro de atención, yo tengo la información y se la estoy dando a ustedes. Pero no tengo forma de saber o conocer qué han entendido ustedes, cómo han procesado lo que han escuchado, qué significa toda esta información para ustedes. No puedo saber nada de eso. No sé si han aprendido algo nuevo, o se conforman con lo que han escuchado. Lo que puedo asegurar es que ésta no es una situación real de aprendizaje, es tan sólo compartir información. De modo que, quizá, hay alguien que diga: "¡oh Dios, mis clases son como ésta!" No quiero decir con esto que no haya que aleccionar. No me malentiendan. Algunos de ustedes tienen clases con 200 o 300 estudiantes y, por lo tanto, tienen que hacer una clase como la estoy haciendo aquí: hablando a sus estudiantes. Esto no es malo; es una forma hacerlo, puede ser eficiente. Lo que pasa es que no es suficiente.

¿Cuáles son las principales preguntas que queremos responder por nosotros mismos? Debemos empezar por identificar cuáles son las competencias de nivel nacional, de nivel regional, de sus asociaciones, de los grupos de acreditación o quizá de sus mismos programas. Pero ustedes necesitan hacer la pregunta: ¿cuáles son estas competencias?, ¿qué conocimientos, habilidades o aptitudes, poseen los estudiantes cuando se gradúan de los programas en Colombia? Podríamos también decirlo de su universidad, de su programa de ingeniería civil, o industrial. Otra pregunta podría ser: ¿cómo puedo hacer un mejor trabajo?, ¿estoy seguro de que los estudiantes pueden lograr las competencias, los objetivos y las metas?

Por otro lado, necesitamos definir el significado del aprendizaje en competencias. Ustedes han leído que las competencias siempre están basadas en una misión.

En la misión de cualquier de institución, con una visión concreta, igual que en la universidad de cada uno de ustedes, hay objetivos, metas y valores específicos que la guían, los cuales van a ser distintos en diferentes países, en diferentes universidades. Siempre se basan en la idea de la función y se van moviendo de izquierda a derecha de forma cada vez más y más específica: muy generales cuando se inicia el proceso y muy específicos cuando se termina.

Quiero mostrarles un ejemplo de lo que nosotros llamamos *syllabus* – CDIO que aquí tiene un significado especial. Cuando se menciona la palabra *syllabus*, generalmente se piensa en un plan que se debe dar a los estudiantes y que describe los contenidos del curso, las materias, el horario de clases y algunas instrucciones generales. Las universidades de Estados Unidos lo utilizan así, excepto en este programa.

Podríamos decir que un *syllabus* del CDIO, más que un manual, es una lista de competencias, un listado de resultados para estudiantes de ingeniería. Tiene cuatro niveles. Vamos a hablar de los dos primeros. Vamos a ver cómo una escuela podría adaptar el *syllabus* general de CDIO en algunos de sus programas.

Este es el resultado:

Conocimiento técnico y razonamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar capacidad para usar los principios de las ciencias básicas. • Aplicar los principios de las ciencias de la ingeniería. • Demostrar capacidad para aplicar el conocimiento de las áreas profesionales de la ingeniería.
Habilidades y atributos personales y profesionales	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y resolver problemas de ingeniería. • Conducir investigación y experimentos sobre problemas de la ingeniería. • Desarrollar pensamiento sistemático. • Dominar habilidades personales que contribuyan al éxito de la práctica de la ingeniería. • Dominar habilidades profesionales que contribuyan al éxito de la práctica de la ingeniería.
Habilidades Interpersonales	<ul style="list-style-type: none"> • Liderazgo y trabajo en grupo.
CDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer la importancia del contexto social en la práctica de la ingeniería. • Apreciar diferentes culturas empresariales y trabajar exitosamente en organizaciones. • Concebir y aplicar ingeniería a los sistemas • Diseñar sistemas complejos. • Implementar procesos de hardware y software y gestionar los procedimientos de implementación. • Operar sistemas complejos, procesar y gestionar operaciones.

La primera se refiere al conocimiento disciplinar. Es específica para cada uno de los programas de ingeniería. Quizás es la única que necesita adaptarse a la

disciplina del programa de ingeniería. Por ejemplo, demostrar la capacidad y usar los principios de las ciencias básicas se relaciona con todas las ingenierías; pero debe ser complementada de acuerdo a la disciplina: ingeniería civil, industrial, electrónica, de sistemas, etc. Pero las partes dos, tres y cuatro del currículo, son generales para cualquier programa, ya que hablamos de características, aptitudes y habilidades que son personales e interpersonales.

Las categorías de los resultados del aprendizaje (*learning outcomes*) son las siguientes: las habilidades personales, la comunicación, el liderazgo, la comunicación en una lengua extranjera.

También en lo referente al cuarto nivel se tiene en cuenta todo aquello que se refiere al proceso de ingeniería. Se centra en todo lo que tiene que ver con las necesidades de la sociedad, con el contexto de los negocios y la organización de la empresa, y especialmente en el proceso de cada programa ingeniería.

El desarrollo de la propuesta y su redefinición no es precisamente una tarea fácil, y demanda de nosotros un poco más de tiempo. La recomendación es empezar con el listado que tenemos y luego ir haciendo un proceso adaptación en cada una de sus instituciones. No se trata de empezar con una página en blanco, sino de aprovechar lo que se tiene. Muchas escuelas ya han empezado con este proceso de adaptación.

Una vez que hayan gastado bastante tiempo en el desarrollo y en la definición de sus resultados o competencias, tienen que estar seguros de la importancia de los mismos para los beneficiarios. Es decir, deben pensar en quién se va a beneficiar de este trabajo. Quizás sean sus estudiantes; pero también lo son las personas relacionadas con sus estudiantes, quienes los contratarán. Sus estudiantes pueden ser empleados exitosamente en la industria de la ingeniería y uno se siente feliz cuando se desempeñan muy bien en la industria y en la ingeniería. Deben estar seguros de la importancia de esta propuesta para los estudiantes; pero también de la importancia para quienes se van a beneficiar de su trabajo. Cuando estamos al frente de una inspección o de un proceso educativo, no solo respondemos por lo que atañe a nuestros estudiantes, sino por todo el proceso, incluido el modo como ellos responden a sus beneficiarios. ¿Cómo espera cada uno de ustedes que sus estudiantes respondan en el momento de graduarse? ¿A qué nivel desarrollarán las competencias?

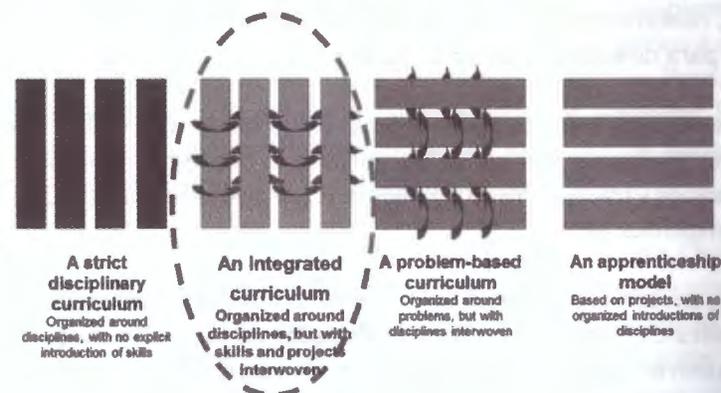
Lo sorprendente es el nivel de acuerdo que hemos logrado. Desde el inicio de este proceso, los sectores de la universidad se han dado cuenta de la importancia de desarrollar calidad frente a las necesidades de la industria. Lo que ha pasado es que,

en algunos casos, los beneficiarios de dicho proceso no están de acuerdo. Algunas personas que salieron de la misma universidad quince años atrás y que reciben a los estudiantes nuevos en la industria, han visto cómo estos recién graduados se han venido convirtiendo en líderes en campos particulares de la ingeniería y esto los desestabiliza.

Cuando cada escuela ha hecho un proceso de evaluación de sus programas, se han visto muy buenos resultados, no tanto en los niveles, sino en el modo como han solucionado los problemas de sus beneficiarios. Si ustedes hacen una lista de competencias, pueden pensar que el currículo está obsoleto. Quizá deba tener otra forma, y así se crea un nuevo programa que, dentro de cuatro o cinco años, esté listo. Este nuevo programa deberá incluir todas las nuevas habilidades, como comunicación, resolución de problemas, trabajo colaborativo, o, por ejemplo, conocimiento relacionado con la termodinámica si fuese necesario.

En esta comunicación estamos hablando de las áreas generales de cada curso. No se trata de decir: "¡bueno!, si tenemos que enseñar comunicación, vamos al departamento de idiomas para que les enseñen comunicación: cómo leer, cómo escribir, cómo hablar; o vamos al departamento de humanidades para trabajar relaciones interpersonales y aprender acerca de grupos, personas, etc.". No. Muchas de las habilidades que deseamos enseñar, o que los estudiantes necesitan adquirir, se pueden llevar a cabo mediante el diseño de proyectos de ingeniería dentro del currículo.

(Disciplines run vertically; projects and skills run horizontally.)



Dichos proyectos necesitan tener una base. Veamos un ejemplo:

Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Honduras

Asignatura	Habilidades y Atributos Personales																							
	2.1		2.2		2.3		2.4		2.5		2.6		2.7		2.8		2.9		2.10		2.11			
	I	E	A	I	E	A	I	E	A	I	E	A	I	E	A	I	E	A	I	E	A	I	E	A
Algebra	x	x	x																					
Administración 1																								
Español				x																				
Ofimática 1																								
Geomet. Trigonóm.																								
Intro. Ing. Industrial																								
Historia de Honduras																								
Ofimática 2	x																							
Cálculo 1 Diferencial																								
Química General																								
Sociología																								
Ofimática 3																								
Cálculo 1 Integral	x																							
Análisis Contable 1	x																							
Elect. Arte/Deporte																								
Idioma 1																								
Cálculo 2 Geom. Analít.	x	x	x																					
Algebra Lineal																								
Mercadotecnia 1	x																							
Idioma 2																								
Educat. Diferenciales																								
Análisis Contable 2																								
Física 1																								
Idioma 3	x	x																						
Estad. Matemática 1																								
Dibujo Técnico																								
Física 2																								
Idioma 4																								

Lo que les muestro es tan solo una idea de cómo los resultados, o competencias, pueden funcionar articulados. Este es un proyecto de la universidad de Tegucigalpa, en Honduras. Ellos tenían su programa. Lo que hicieron fue adoptar unas competencias, esperando definir el proyecto que tenían. Esto se relaciona con el punto que hemos visto en la segunda categoría de la organización de este tipo de currículos. Si lo observamos con detenimiento podemos ver cómo lo que hicieron fue una reasignación de resultados a partir de proyectos. Lo interesante es que, al igual que ellos, nosotros podemos incluir las competencias en espacios específicos del currículo para direccionar los aprendizajes.

Otra característica importante en el proceso de la iniciativa CDIO es decidir si lo que queremos formar son tan sólo ingenieros o queremos tener ingenieros que piensen, actúen y trabajen como ingenieros. ¿Qué queremos hacer? ¿Qué esperamos para los próximos años?

Este no es un asunto que afecte únicamente a Colombia. Esto atañe a cada una de las facultades de ingeniería y a las universidades de todo el mundo. Alrededor de cincuenta universidades que ya trabajan con este método, se han dado cuenta de las necesidades reales de los estudiantes, de lo que ellos quieren y necesitan: que deben estar motivados; que deben estar expuestos a un sistema real de construcción o de trabajo en su área; que deben enseñarse tempranamente habilidades esenciales,

Los estudiantes quieren trabajar en equipo, quieren crear, quieren dar soluciones a problemas. Ante esta realidad, lo que tenemos que hacer es mantener a los estudiantes motivados.

¿Y qué hacemos nosotros? Llevarlos tan solo a través de la matemática, de la física, de las ciencias y de la teoría de la ingeniería, por lo menos durante dos años. Durante este tiempo no les permitimos construir o crear nada; así que no van a querer ser ingenieros. Lo que hacemos es acabar con todo su entusiasmo. Debemos empezar a formar ingenieros desde el inicio. Permitan a los estudiantes crear o construir algo, ser ingenieros desde su primer año; quizás no desde el primer semestre, pero sí se puede iniciar este trabajo desde el segundo semestre.

Actualmente, en la facultad de ingeniería aeroespacial, del *Massachusetts Institute of Technology* -MIT-, estamos trabajando en un proyecto que se inicia desde el primer curso. Por supuesto los estudiantes no van a construir aviones de última tecnología ni van a resolver la estrategia de vuelo de un aeropuerto, en el primer año. Pero van a trabajar en lo principal de la ingeniería aeroespacial, en lo que les permitirá construir algo que pueda volar y mantenerse en el espacio. Quizá lo realicen sin demasiadas instrucciones. En principio, no necesitan mucha teoría. Hay que decirles: "permítanme enseñarles cómo funciona esto" y darles tareas tales como construir un objeto que realice algunas pasos: en primer lugar pongan esto en el aire, luego deben darle una dirección para que no golpee la pared, que se eleve hasta el techo, que gire en las esquinas, que vuelva a aterrizar ... Dejemos a los estudiantes experimentar. Si no les funciona, los estudiantes descubrirán los principios básicos que necesitan aprender de la ingeniería aeroespacial.

Ahora bien, tengan siempre en mente que todos estos proyectos deben realizarse en un ambiente seguro y tengan cuidado con lo que un significa un ambiente seguro. Alguien puede decir a los estudiantes de ingeniería química: "vamos a combinar estos dos elementos a ver cómo funcionan", sin ninguna dirección. Pero, en otros casos, esta propuesta podría llevarles a un falso ambiente de seguridad. En el caso de los aeroplanos, no podemos decirles que pongan en el aire un avión y vean si funciona o no, porque, sencillamente, siempre tiene que volar...

Por supuesto, en principio, tienen que trabajar en un espacio cerrado. Quizá tengan que construir algo. En el caso de la ingeniería aeroespacial, pueden construir algo que tenga que volar tan sólo hasta el techo del salón. Es lo que nosotros hacemos en el salón de clase a puertas cerradas. No pretendemos que pongan objetos a volar alrededor de Boston y Harvard. En principio, la idea es darles un ejercicio paso a paso: que su elemento vuele hasta la pared, que vuelva, que vaya un poco más allá... Es un experimento seguro, es motivante.

¿Por qué no estamos reteniendo los estudiantes? Quizás porque no estamos haciendo lo que ellos en verdad esperan de la universidad. Para ellos, la universidad no es suficientemente entretenida e interesante. No me malentiendan. Soy profesora de matemáticas. No quiero decir que las matemáticas, la física y las ciencias no sean materias interesantes. En verdad, para los matemáticos aprender matemáticas es muy interesante; pero nosotros no estamos preparando matemáticos, estamos preparando ingenieros que necesitan una fundamentación en matemáticas. Así es que ustedes deben motivarlos para que aprendan lo que necesitan saber de matemáticas: este es un factor de motivación.

Estas experiencias deben ser realizadas tempranamente y llevarlas a cabo a lo largo de todo el programa. Esta es una aproximación a lo que estamos haciendo en la iniciativa CDIO. Decimos que, por lo menos, los estudiantes deben tener una experiencia básica y una más compleja y avanzada. Si pueden tener, al menos, una experiencia al año, podrán ir creando proyectos cada vez más sofisticados y complejos, trabajando en equipo, tratando resolver problemas, guiados por el profesor. Los estudiantes pueden trabajar en proyectos reales si tienen el patrocinio de la industria o el patrocinio del gobierno.

Es preciso proporcionar a los estudiantes actividades lo más reales posibles, de rápido aprendizaje, de acuerdo con ideas y principios más abstractos. Quiero decir pensando en las cosas que en la vida profesional hacen los ingenieros. En algunas ocasiones deberán delegar en los estudiantes actividades en las que deben realizar trabajo en equipo dentro del contexto real. Aunque no siempre resulte divertido, es algo que los ingenieros hacen habitualmente y ésta es una forma de que se den cuenta de lo que, como ingenieros, tendrán que hacer. También es necesario reforzar una comprensión más profunda, por parte de los estudiantes, de todo el conocimiento abstracto previamente adquirido, mediante la aplicación. Que el estudio no sea solo memorizar para un quiz o para un examen. Los estudiantes necesitan hacer conexiones y descubrir las razones por las que lo que estudian es importante.

Las imágenes que les presento a continuación son de nuestros programas. Se trata de espacios amplios con muy buenos laboratorios, centrados en las necesidades de los estudiantes. Se requiere bastante dinero y recursos, pero se pueden conseguir.



Como otro ejemplo, podemos referirnos a algunos programas de la Universidad de Liverpool, o de la Universidad de Queen's en Canadá. Allí construyeron edificios nuevos, centros completos de aprendizaje, con salones, laboratorios especializados, buenos espacios de trabajo. Obviamente se precisa mucho dinero. Por supuesto, el MIT está tratando hacer lo mejor que puede. Pero por ahora, se están implementando salones con buenas áreas de trabajo en las cuales hay mesas de trabajo, con herramientas de trabajo sencillas, como computadores portátiles, internet, libros de consulta... Se les dice a los estudiantes: "éste es su espacio de trabajo" y se les da acceso veinticuatro horas al día, si es necesario, y siete días a la semana. Por supuesto, lo importante no es la cantidad de horas que los estudiantes deben trabajar, sino la cantidad de horas que a ellos les gusta trabajar. Ellos no piensan que tienen que ir desde las seis de la mañana o desde las ocho de la mañana. Ellos piensan que pueden asistir de ocho de la noche a seis de la mañana. Esta forma de trabajo (y es mi responsabilidad, ya que yo tengo que supervisar estos espacios) exige ambientes seguros. Pero, de hecho, convierten estos espacios en suyos propios: los cuidan porque son su espacio para vivir sus proyectos de ingeniería.

Otra característica importante es la necesidad de concentrarse en los estudiantes, buscando nuevas formas de enseñanza, además de las que nosotros ya manejamos. Hay muchos buenos ejemplos de enseñanza, que utilizan medios electrónicos, diferentes aproximaciones, simulaciones, claves de estudio, como formas de hacer la formación mucho más interactiva. Porque la idea es que no sea siempre el profesor el que hace todo, sino dar a los estudiantes la oportunidad de comprometerse con su propio proceso de aprendizaje. Hay algunas estrategias que pueden utilizar si tienen un grupo de estudiantes demasiado grande.

Las siguientes tablas están tomadas de un artículo de Gerald Grow, en el que se presentan, de modo interesante, las etapas de aprendizaje.

	STUDENT	TEACHER	EXAMPLES
Stage 1	Dependent	Authority, Coach	Coaching with immediate feedback. Drill. Informational lecture. Overcoming deficiencies and resistance.
Stage 2	Interested	Motivator, Guide	Inspiring lecture plus guided discussion. Goal-setting and learning strategies.
Stage 3	Involved	Facilitator	Discussion facilitated by teacher who participates as equal. Seminar. Group projects.
Stage 4	Self-directed	Consultant, Delegator	Internship, dissertation, individual work or self-directed study group.

	T1 Authority, Expert	T2 Salesperson, Motivator	T3 - Facilitator	T4 Delegator
S4 Self-Directed Learner	Severe Mismatch	Mismatch	Near Match	Match
S3 Involved Learner	Mismatch	Near Match	Match	Near Match
S2 Interested Learner	Near Match	Match	Near Match	Mismatch
S1 Dependent Learner	Match	Near Match	Mismatch	Severe Mismatch

He escuchado hablar de la importancia del desarrollo de la autonomía en los estudiantes, convirtiéndoles en aprendices autónomos. En esta perspectiva, el artículo habla de autonomía. Tomemos, por ejemplo, la situación actual. En este momento, ustedes son dependientes de mí para obtener cierta información. Aun así, ustedes pueden obtener esta información por su propia cuenta; ustedes pueden seleccionar la información decidiendo qué es importante, qué desean aprender. Esta es una llamada a un diferente estilo de enseñar y a una forma distinta de ser profesor.

Puedo reconocer ante ustedes que, en la enseñanza, no todo es de color de rosa: hay cosas buenas y malas. Pero lo importante es encontrar formas alternativas de enseñanza. El núcleo de este artículo de Gerald Grow es encontrar qué rol pueden tener ustedes en los avances de los estudiantes, en los diferentes estadios de aprendizaje. El más importante es el que aparece en la diagonal de la tabla (*Match*).

Si tienen estudiantes dependientes, ustedes deberán ser sus guías: buscarles la información, proporcionársela... Pero si tienen estudiantes autónomos en su aprendizaje, ellos mismos buscarán la información que necesitan; ustedes, como profesores, deberán comprometerse a ser facilitadores, entrenadores, personas cercanas a ellos. No se preocupen: ustedes van a seguir siendo los expertos en su área de conocimiento y en su campo de acción. A veces nos quejamos de que los estudiantes son irresponsables, de que no son autónomos en su aprendizaje. Deberíamos preguntarnos cuál es el rol que, de verdad, les hemos adjudicado. Si queremos que nuestros estudiantes sean autónomos, las estrategias formativas que empleamos deben favorecer la autonomía.

Imaginemos que están planeando llevar a cabo una reforma curricular. Algunos dirán: "Muy bien, ¿por dónde empezamos?" Pero otros, seguramente, pensarán: "¡Más

trabajo...!" Y tienen razón: toda reforma curricular supone más trabajo. Si una de las metas de la revisión curricular es hacer cambios para conseguir aumentar el número de candidatos y las tasas de retención, deberán revisar qué es lo que motiva a los estudiantes, cuáles son sus expectativas y cómo pueden atenderse. Además, será necesario evaluar constantemente si las reformas introducidas consiguen el objetivo propuesto. También deberán decidir cuáles son las competencias que van a formar en los estudiantes. Seguramente, además de aprender termodinámica, los estudiantes tendrán que aprender a comunicarse, porque los ingenieros, en su trabajo, se comunican. Los estudiantes necesitan ser apoyados por la facultad para desarrollar esa competencia, o para mejorar esa habilidad si ya la poseen de modo incipiente. Para conseguirlo, quizá deban introducir en el currículo alguna materia nueva, como, por ejemplo, trabajar la lectura y la escritura. Pero deberán hacerlo de forma novedosa, trabajando en talleres prácticos, participando en ciclos de conferencias... Es posible que, para poder implementar esta propuesta, sea necesario enviar algunos profesores de la facultad a prepararse para enseñar de modo novedoso.

Hay otro asunto importante que deberán revisar: la evaluación. Creo que este aspecto es uno de los que más renovación precisa. Si pretendemos formar a los estudiantes en competencias, no podemos evaluar el nivel de logro que han conseguido, utilizando las formas de examen que se crearon para otro tipo de objetivos educativos. Si quieren evaluar la competencia comunicativa de sus estudiantes, no lo conseguirán haciéndoles un examen en el que deben describir un proceso de comunicación. Deberán ponerles en una situación concreta de comunicación que les permita evaluar los elementos del proceso comunicativo que previamente han seleccionado.

En cuanto a la iniciativa CDIO, ya hemos empezado a desarrollar algunos programas para evaluar la propuesta. Como pueden comprender, no resulta sencillo establecer herramientas estandarizadas para cincuenta programas alrededor del mundo, cuyas preguntas iniciales son distintas.

Si desean tener más información, pueden consultar la página web de la iniciativa CDIO, en la que se explica de manera más detallada esta propuesta.

Conferencia

Fenómenos de transporte en ingeniería mecánica, una reforma curricular con cincuenta años de atraso

Tim Osswald

Hasta la segunda guerra mundial, en las carreras de ingeniería no se daban cursos de fluidos ni de transferencia de calor. De eso se encargaban los departamentos de física. Pero a mediados del siglo XX, la física empezó a cambiar y la transferencia de calor y la mecánica de fluidos se volvieron temas aburridos para los físicos y decidieron que esas materias se enseñaran en las facultades de ingeniería. De modo que las ingenierías heredaron esos cursos de los departamentos de física.

En el año 1952, en la Universidad de Cornell (EE.UU.), el profesor Robert Byron Bird¹ sugirió que no se debían enseñar mecánica de fluidos y transferencia de calor tal como se estaba haciendo en ese momento. Se debería hacer como se había propuesto en el siglo XIX, en lo que los alemanes llamaron *fenómenos de transporte*, que reunía en un solo curso balance de masas, balance de fuerzas y balance de energía. En Cornell no le escucharon y le advirtieron que si seguía con esos temas no iba a continuar en la Universidad. El profesor Byron empacó sus maletas y regresó a su *alma mater*, la Universidad de Wisconsin-Madison, en el verano del año 1953. Empezó relacionarse con el departamento de ingeniería química, tratando de convencer a sus colegas, lo que no consiguió. Decidió entonces, año 1955, dar el curso de *fenómenos de transporte* a los primeros estudiantes de ingeniería nuclear, aprovechando que el currículo de esta carrera estaba en construcción. El decano de las ingenierías y algunos representantes de física y de química, le dijeron que el tema de *fenómenos de transporte* era interesante y que deberían cursarlo también los estudiantes de ingeniería química. La decisión se tomó en una votación en la que participaron siete profesores. Tres profesores jóvenes y un profesor progresista votaron a favor; tres profesores mayores votaron en contra, y quedaron muy enfadados al perder la votación.

Para poder enseñar el curso de *fenómenos de transporte* en Wisconsin, en el año 1957, la primera tarea fue escribir un libro, puesto que no había texto alguno que tratara el tema. Junto con Warren E. Stewart y Edwin N. Lightfoot, dos de

los profesores jóvenes que habían votado a favor de la propuesta, escribieron el libro. Dicen que los primeros doce capítulos del libro de *fenómenos de transporte* los escribió el profesor Byron Bird en 12 días...



Figura 1. Caratula del "Libro rojo" *Fenómenos de Transporte*²

En el año 1958, John Wiley publicó un texto sencillo titulado *Notes on transport phenomena (Notas de fenómenos de transporte)*. Se probó en cinco universidades de Estados Unidos (Wisconsin, Illinois at Urbana-Champaign, Amity y Ohio). Estas cinco universidades empezaron a enseñar *fenómenos de transporte* en sus departamentos de ingeniería química utilizando este primer libro. Fue un éxito. Inmediatamente Wiley decidió escribir una versión más completa y con más problemas. En 1960 apareció el llamado *Libro rojo de los fenómenos de transporte*, que hasta hoy en día ha sido traducido a nueve lenguas distintas y del que se han vendido 650.000 copias. Este libro estuvo tan bien escrito que la segunda edición no salió hasta el año 2004: durante 44 años se utilizó la primera edición! La segunda edición tiene los dibujos a color e incluye un disco compacto. Pero, en esencia, mantiene la misma forma de pensar que tuvo Byron Bird en los años cincuenta. Afortunadamente, todavía lo tenemos como colega en la Universidad y siempre está atento cuando alguien le habla de *fenómenos de transporte*. El profesor Gallier, que también enseñaba en Wisconsin, decidió que, en ingeniería de materiales, asimismo se debería pensar en *fenómenos de transporte*.

Los que se quedaron atrás fueron los ingenieros mecánicos. En el año 1960, los profesores W.M. Rohsenow y H.Y. Choi, trataron de hacer *Transport Phenomena in Mechanical Engineering*. Publicaron un libro titulado *La transferencia de momento, masa y calor*. Rohsenow fue profesor de transferencia de calor en MIT, pero este libro nunca se utilizó como un libro universitario en ingeniería mecánica. Aparte del

¹ Ingeniero químico y profesor emérito en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Wisconsin-Madison. Es conocido por su investigación en los fenómenos de transporte de fluidos no newtonianos, incluyendo la dinámica de fluidos de polímeros, la teoría cinética de polímeros y reología. Él, junto con Warren E. Stewart y Edwin N. Lightfoot, son autores del clásico libro de texto *Fenómenos de Transporte* (http://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Byron_Bird, consultada en febrero de 2011)

² Imagen tomada de: <http://ingenieriaquimica-iq.blogspot.com/2009/03/fenomenos-de-transporte-bird-stewart.html>

profesor Rohsenow, nadie lo utilizó. En el 2005, Deborah A. Kaminski y Michael K. Jensen publicaron un libro que titularon *Introduction to thermal and fluids engineering*. El texto desarrolla la forma como hoy en día se enseñan fluidos, transferencia de calor y termodinámica en MIT y en el Rensselaer Polytechnic Institute. Creo son las dos únicas universidades de Estados Unidos que tratan los temas de modo integrado. El método que proponen los autores y que actualmente se desarrolla en MIT, no funciona muy bien. En el libro acoplan los fluidos con la transferencia de calor. Hacen simplificaciones que, si bien facilitan la escritura del libro, debilitan el tratamiento conceptual de los temas, lo que dificulta el tratamiento de algunos problemas clásicos de la ingeniería.

Como un par de ejemplos interesantes, les voy a mostrar dos casos de ingeniería mecánica que es imposible resolver con la propuesta formativa actual. El primero es un determinado tipo de inyección. Tenemos un sistema perfectamente balanceado. El polímero llega del lado derecho al centro, se separa en dos y luego cada uno se separa en otros dos. Llena un molde a un lado y otro molde al otro lado. Pero los moldes se llenan a distintas velocidades. Mi estudiante Iván López, hoy en día profesor, resolvió este problema usando las funciones radiales. Es un sistema como el de los elementos finitos, solo con puntos, un sistema de colocación...

El segundo caso es un tema que causó muchos dolores de cabeza. En el año 1997, la casa Mercedes Benz iba a sacar un vehículo de gama A, que pesara menos de mil kilogramos, para que gastara menos gasolina. Para conseguir un vehículo con menos de mil kilogramos, muchas de sus partes de metal las transformaron en plástico. En este caso, la puerta de atrás se hizo con fibra de vidrio y polipropileno, y va cubierta con una capa pequeña de policarbonato. El problema que se presentó fue que, al sacar del molde la tapa del baúl, poco tiempo después se agrietaban las costillas que la hacían fuerte y resistente a los choques. El asunto era que las costillas tenían pocas fibras, mientras las otras partes tenían la mayoría de las fibras. La razón es que, al poner la carga de plástico con fibras dentro del molde y hacer la presión, la resina del polipropileno se sale de las costillas, lo mismo que el agua al presionar una esponja. Las costillas se llenan de resina, pero no de fibras. Las fibras y la matriz se separan por falta de viscosidad. Yo llamo al problema *fiber jamming*, trancón de tráfico. Tenemos el problema desde el año 1997, y justamente ahora estamos empezando a entender qué es lo que ocurre... Lo que sucede es que no teníamos claro el acoplamiento entre las fuerzas del flujo y las fuerzas mecánicas de las fibras.

Si se observa una caja eléctrica hecha por *Schneider Group*, se ve que el porcentaje de fibras en las costillas es mucho más pequeño que en el resto, según medidas que hizo Christenson en el año 1996, cuando yo estaba tratando de convencer a ciertas personas de las razones del fenómeno. Lo que sucede es que tenemos

las ecuaciones mecánicas acopladas con las ecuaciones del fluido. A nadie se le ocurre acoplarlas y además, el tema está totalmente desarticulado de los cursos que damos en manufactura.

Termino mostrándoles cómo estamos resolviendo el problema. El tipo de investigación se llama *reología de suspensiones*. Lo que pretendemos es simular y saber cómo se orientan las fibras, como se dañan las fibras durante el proceso y cómo se separan las fibras de la matriz a raíz de viscosidades muy bajas, etc.

Este trabajo lo hemos hecho con mis estudiantes. Juan Pablo, Hernando y Alejandro, todos colombianos. Estamos usando la teoría de *fenómenos de transporte*. Cuando empezamos no había nada en la literatura. Como han visto, soy un historiador frustrado. Me encanta la historia y siempre trato de poner a las cosas la perspectiva histórica. A veces me voy al *State Historical Society of Wisconsin*. Un día me encontré una foto clásica de suspensión: es el río St. Croix con troncos de árboles.



Figura 2. St. Croix River³

Es una fotografía del siglo XIX que muestra cómo transportaban los troncos por el río St. Croix. Si miran la fotografía, verán que los troncos van río abajo, pero, a veces, algunos troncos se quedan atrancados y se armaba un "trancón de troncos", parecido a un trancón de tráfico, pero solo con troncos. En la fotografía se ve uno de esos trancones de troncos. Este trancón medía 15 millas, más de 20 kilómetros, río arriba. Es un grave problema para el transporte de los troncos. Además de llevarse puentes y destruir casas a las orillas de los ríos, podía costar

³ Imagen tomada de la Sociedad Histórica del Estado de Wisconsin, disponible en <http://www.library.wisc.edu/History/WIReader/Images/WER1599.html>, marzo de 2011

semanas rehabilitar el transporte de troncos por el río, en una época en que los troncos se necesitaban para construir ferrocarriles, que era la gran construcción de los Estados Unidos en el siglo XIX.

Esto fue lo único que encontré en la literatura, con algún parecido al problema que teníamos de la separación de fibras. Es un problema distinto, porque las fibras son mucho más rígidas y la viscosidad del líquido es mucho más baja. Pero, de todos modos, es un problema parecido.

Juan Pablo terminó su tesis en 2005. Podía simular esferas y fibras dentro de un fluido usando elementos de frontera. Hizo el análisis de cómo se mueven fibras, en órbitas llamadas de Jeffery, porque fue Jeffery quien desarrolló las matemáticas para estudiarlas. Juan Pablo pudo analizar el movimiento de fibras, que es una interacción entre un sólido y un líquido, emulando las ecuaciones de Jeffery. Pero hacer el análisis con muchas fibras resultaba muy caro. Entonces, Juan Pablo y Alejandro decidieron hacer una simplificación. Decidimos tratar la fibra como un grupo de partículas conectadas por resortes; de modo que cada partícula tiene varias fuerzas: una fuerza de Stokes que es el líquido interactuando con la partícula, la interacción entre partículas y la interacción entre resortes. Ahora podemos entender cómo se mueven las fibras, cómo interactúan unas con otras. Lo que estamos haciendo es importante, pero lo que queremos entender es la física que hay detrás de estos procesos. Se ve que empiezan aleatoriamente y que, poco a poco, se orientan todas, alineándose hacia las capas de cizalla.

El problema de la Mercedes Benz se solucionó gracias a un accidente. En la demostración a los periodistas, el automóvil, de repente, empezó a dar vueltas en la ruta que estaba haciendo. Los ingenieros estaban tan ocupados en bajar el peso al automóvil, que se les olvidó cambiar las barras estabilizadoras. Tuvieron que regresar el carro a la fábrica y arreglar ese "problemita". Mientras tanto, Pegufon resolvió el problema de la puerta, subiendo la viscosidad al polipropileno y haciendo los haces de las fibras un poquito más pequeños para que se puedan torcer más fácilmente y entren dentro de las costillas. Una vez resuelto el problema, el automóvil pertenece a la clase A y muchas de las partes de su carrocería se fabrican en polipileno y fibra de vidrio.

El problema del trancón en el río lo solucionaron con lo que, en aquella época, se llamaban los *lake drivers*. En sitios críticos del río, unos muchachos con largas pértigas se paraban encima de los troncos, para evitar que se formaran "trancones de troncos". Lo que ellos no sabían era que, 130 o 140 años más tarde, su trabajo inspiraría a gente preocupada por los fenómenos de transporte.

Panel La estructura curricular

Invitados:

Tim Osswald

Universidad de Wisconsin, Madison

Giovanni Orozco

Universidad de San Buenaventura, Medellín

Doris Brodeur

Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA

Moderador:

Francisco Javier Rebolledo

Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

El Panel se realizó con una intervención de los profesores Osswald y Orozco y al finalizar hubo algunas preguntas para la profesora Brodeur.

Tim Osswald

Voy a presentar una reflexión sobre el currículo de ingeniería mecánica de la Universidad de Wisconsin. El programa tiene una duración teórica de cuatro años, pero en realidad el 90% de los estudiantes se demora cinco años en cursarlo. Además, mucho de lo que se aprende se hace de forma extracurricular. En el plan de estudios de ingeniería mecánica tenemos una línea que se llama *termofluidos* y otra línea que se denomina *diseño en mecánica de sólidos*. Estas dos líneas suman un total de 28 créditos. También tenemos cursos técnicos, es decir electivas técnicas, en los que hay campo únicamente para tres cursos. Es decir que, después de tener una base importante en termofluidos y en mecánica de sólidos, solo queda tiempo para cubrir tres cursos, de los que solo uno es requerimiento para tecnología mecánica; los otros dos se pueden escoger de cualquier otra carrera. Por ejemplo, muchos estudiantes de ingeniería mecánica que quieren aprender más sobre biomedicina y biología, hacen sus cursos en el departamento de ingeniería química. Esta organización hace que solo quede un curso electivo en tecnología (nuevas tecnologías o tecnologías existentes) o en áreas de un profesor que está haciendo investigación en motores, en plásticos o en cualquier otra área.

En el último semestre, todo se integra mediante de un curso en el que el estudiante hace un diseño. Es un curso de tres créditos. En este curso se reúnen tres estudiantes, hacen un proyecto: concepto, diseño y a veces lo implementan. En otros casos, lo hacen

a través de la operación directamente, mediante una experiencia interdisciplinaria o multidisciplinaria en la que el estudiante trabaja con un cliente. El profesor coordinador generalmente, está asociado con la población desfavorecida en Madison. Por ejemplo, una señora que no puede mover los brazos tiene que hacer cierta tarea. Los estudiantes hablan con esa persona y tratan de encontrarle una solución para que pueda hacer la tarea. El proyecto se lleva hasta el final, hasta la operación, hablan con el cliente y se gastan dos semestres para implementarlo. Aproximadamente el 30% de los estudiantes de ingeniería mecánica toman esta opción; pero, desafortunadamente, hacen la implementación y casi ninguno llega a la operación, porque con la implementación cumplen con lo establecido en el plan de estudio.

Las universidades de Estados Unidos trataron de bajar los programas a cuatro años. Una opción era dejar las carreras de ingeniería en cinco años. Pero sabían que las ingenierías son más difíciles que otras carreras, duran más, no encuentran clientes y, por tanto, no va a haber ingenieros. Por eso en nuestro departamento, el número de créditos se redujo, dolorosamente, de 136 a 120 o 124.

Interdiscipliniedad

En las carreras de ingeniería hay electivas multidisciplinarias y enseñanza basada en proyectos. Hay laboratorios en los cuales los estudiantes se reúnen en grupo y hacen proyectos en los que el estudiante va al laboratorio, diseña y saca el proyecto, resuelve problemas y se "ensucia las manos".

Comunicación

Tenemos un curso de comunicación que les enseña a hacer presentaciones y escribir papers. Algunos estudiantes también van a conferencias; si están interesados en ciertas áreas de la profesión, buscan un profesor, con lo cual el profesor sirve de facilitador para ese curso de comunicación. Varios han ido a congresos a presentar sus trabajos.

Lo que no se hace es *sostenibilidad en el medio ambiente*, no hay tiempo para la *ética*. En mis cursos hablo un poco del tema pero es un curso electivo. No todos los estudiantes tienen oportunidad de ser líderes, muy pocos estudiantes tienen esta oportunidad a no ser que hagan proyectos extracurriculares. En el laboratorio siempre hay un líder; pero los otros generalmente siguen, no todos tienen oportunidad de ser líderes.

En cuanto a la *responsabilidad social*, puede darse un curso de ética para ingenieros; pero es casi nulo en nuestra enseñanza. Muy pocos cursos la cubren y no hay campo

para ello en los currículos. Nos gustaría tener un curso de ética en ingeniería. Se han dado cursos en esta área, pero son simplemente cursos que los estudiantes toman como una electiva y muchos de ellos no quieren usar su electiva técnica para tomar un curso en ética. "Los estudiantes están en la universidad para la ingeniería, no para esoterismo".

Muy pocos, en realidad casi ninguno de los estudiantes que tenemos, habla una segunda lengua. Hay estudios en el exterior, a los que quizás va el 10% de los estudiantes. Muchos van a Australia, en donde ni siquiera aprenden otra lengua. Hay intercambios con Alemania, Chile y China; pero los cursos son en inglés. Los estudiantes se van por tres semanas a China, tienen la oportunidad de visitar algunas fábricas y de estar con estudiantes chinos; pero no todos los estudiantes tienen oportunidad de abrirse en realidad a un mundo y prepararse para ser ingenieros del siglo XXI, que son ingenieros que deben tener una visión global.

Propiedad intelectual

En nuestro departamento a nadie le enseñan a proteger legalmente su invento, su tecnología. Mi opinión personal es que todo estudiante que se gradúa de ingeniero debería entender cómo funciona una patente, debería saber cuál es el proceso, cuáles son los costos, cuáles son las implicaciones de una demanda por infringir una patente, etc. Hay estudiantes que entienden más la parte de negocios y quizás esos se interesarían por la propiedad intelectual. Pero, al igual que en el caso de la responsabilidad social, 'los estudiantes no tienen tiempo para eso'.

Los estudiantes desarrollan actividades extracurriculares que dejan resultados, como el prototipo de un vehículo eléctrico. Para desarrollar estas actividades un grupo de egresados con buenos recursos, construyó un edificio, llamado *Engineering Resort Center* de dos pisos, dedicado solamente a laboratorio para estudiantes. Este tema, aunque alarga la carrera da la oportunidad de formarse como líderes y de hacer realidad los proyectos que les atraen a las ingenierías. Un estudiante no va a estudiar ingeniería por el cálculo o por la física. Quizás su primer amor a la física lo vio en las ciencias de la ingeniería. Muchas personas entran a ingeniería porque les gusta la tecnología y creen que ahí es donde tienen la oportunidad de aprenderla.

En general, un estudiante está interesado en algo más que la simple ciencia básica en ingeniería mecánica o en cualquier otra ingeniería, y no tiene mucho espacio para ver qué se está haciendo en su campo. En nuestros programas tenemos tres electivas técnicas: eso no es nada.

Con respecto a la formación social, ética, intelectual de liderazgo... no está cubierta en el currículo y no hay muchos profesores que estén interesados en esa área. En las actividades extracurriculares existen esas actividades formativas, pero quedan por fuera del currículo. Tampoco hay campo para las tecnologías emergentes. Por ejemplo, cuando yo era estudiante teníamos sistemas expertos que era un tema muy importante que dio entrada a la inteligencia artificial, a la simulación. Hoy en día ese tema es estándar, todos simulamos elementos infinitos, simulamos procesos, hacemos optimización de procesos, etc. Hacen parte del aprendizaje y es un tema que no se cubre en cursos electivos. Más tarde fue la nanotecnología, los nanocompuestos, temas que están pasando, que se han ido implementado en ciertas áreas. Ahora hablamos nuevamente de energía. En los años setenta la energía solar fue un gran tema y en este momento los retomamos como nuevas fuentes de energía. Temas emergentes que regresan, pero que no figuran en los currículos. Creo que es hora de hacer un cambio drástico en los currículos.

Giovanni Orozco

Comienzo recordando que, cuando era estudiante de ingeniería, uno de mis profesores llegó un día a clase y nos preguntó: ¿ustedes por qué estudian ingeniería? Recuerdo también las respuestas: porque quiero hacer cosas, porque quiero diseñar, construir, porque quiero *solucionar*. Entonces, aquel maestro nos preguntó: ¿qué es ingeniería? Ninguno de mis compañeros ni yo supimos dar la respuesta. Aunque todos sabíamos qué hacíamos los ingenieros, ninguno sabía qué era la ingeniería. Entonces aquel maestro nos escribió en el tablero "*La ingeniería es la profesión que se adquiere mediante la observación, la experimentación y el estudio de las ciencias físicas y matemáticas para que mediante el aprovechamiento de las fuerzas de la naturaleza, se brinden soluciones a los problemas de la humanidad de manera económica y responsable con el medio ambiente*". Confieso que ese mismo día, lo copié orgullosamente en mi cuaderno y nunca se me olvidó. Cuando tengo clases con estudiantes de los primeros semestres en las facultades de ingeniería, les hago esas mismas preguntas: ¿por qué quieren ser ingenieros?, ¿qué es la ingeniería?

Cuando hablamos de currículo, lo primero que tenemos que conocer y tener claro es de qué currículo estamos hablando. Muy seguramente la definición de ingeniería podrá tener sus variaciones y sus cambios, pero por lo que podemos leer y observar, en esencia se mantiene igual. La primera gran reflexión es esta: cuando hablamos de ingeniería debemos conocer qué es la ingeniería.

El segundo punto de reflexión es que la ingeniería es una profesión muy particular porque tiene nombre y apellido. Hablamos de ingeniería civil, ingeniería mecánica,

ingeniería química, ingeniería mecatrónica, ingeniería aeronáutica... Todos tenemos un nombre común, ingenieros, y un apellido que nos diferencia un poco. Es distinto de lo que ocurre con los nombres y apellidos en las familias, en los que el nombre es diferente pero el apellido es el que los vincula. En el caso de la ingeniería lo que vincula es el nombre. Vengo de la Universidad de San Buenaventura, institución católica regentada por la comunidad de los padres franciscanos. En estos días conocí una historia que me pareció muy bonita. San Francisco se llamaba Francisco porque su padre era francés: "tú te llamarás Francisco porque eres de Francia". Lo aplico a nuestra reflexión: tú eres ingeniero porque has trabajado en observación, porque has trabajado en experimentación, porque has estudiado las ciencias matemáticas y las ciencias físicas, porque has conocido cómo aprovechar las fuerzas de la naturaleza para solucionar los problemas de la humanidad de manera eficiente y responsable con el medio ambiente.

Les propongo una tercera reflexión. Nuestra profesión se construye no sólo con ecuaciones, modelos, equipos o laboratorios, sino de principios. Esa meta la tiene muy clara ACOFI: repensar, replantear sus programas de ingeniería desde el punto de vista del desarrollo local y nacional. Creo que las universidades y las instituciones de educación superior que formamos ingenieros tenemos que retomar este tema. Ahora bien, ¿cómo se refleja la formación en principios en nuestros currículos? ¿Nos preocupamos simplemente por la formación en matemáticas, en ciencias, en mecánica? ¿Dónde está el espacio para el tema de la ética? ¿Dónde está el espacio para la formación de nuestros futuros ingenieros en valores, en responsabilidad social? ¿Cuál es el compromiso en la formación en principios? ¿Cuál es el aporte de los docentes a la formación en principios de sus estudiantes?

Todo este planteamiento está relacionado con los sistemas de mejoramiento. Nos preocupamos de que nuestros docentes tengan un muy buen nivel de formación, tengan títulos, hagan investigación, tengan publicaciones. Todo eso es muy importante y sabemos que, si no lo tenemos, no podemos aspirar a obtener los registros que nos autorizan a ofrecer un programa, o no podemos obtener acreditaciones de alta calidad, nacionales o internacionales. Pero más allá de la formación de nuestros docentes, más allá de su titulación, ¿qué estamos haciendo para responder a los requerimientos de los profesores?

Para mi cuarta reflexión, recurro al principio que dice que el todo es mucho más que la suma de sus partes. El currículo no es la simple suma de asignaturas, prácticas, trabajos, metodologías y demás. La definición de currículo debe partir de la realidad del país, de la región (tema específico de ingeniería del cual estamos tratando) ¿Estamos contextualizando el programa que ofrecemos? ¿Es un programa pertinente para las regiones y para el país? ¿Cuál es la realidad de los futuros clientes

de nuestro programa? Nuestro comentario común cuando nos sentamos a hablar de los estudiantes del primer semestre, de los primeros periodos, es siempre el mismo: ¡qué mal que llegan los muchachos del colegio! Estos muchachos no saben leer, no saben estudiar, no quieren hacer nada. Me pregunto y les pregunto a los profesores en mi universidad: ¿será que, efectivamente, los muchachos están llegando mal preparados, o será que están llegando a un mundo totalmente desconocido? ¿Será que están llegando de unos colegios del siglo XXI a una universidad del siglo XVIII con tendencias al XVII?

Otro aspecto que me preocupa, es ver cómo crece desmedidamente el número de programas o de ofertas de un mismo programa en una determinada zona o región. Me pregunto: ¿cuál es el elemento diferenciador?, ¿qué está haciendo que el ingeniero civil de esta universidad o de esta institución sea diferente del ingeniero civil de la otra? ¿Es socialmente responsable que llenemos una determinada ciudad o región con un mismo tipo de profesionales? La demanda de esos profesionales en esa región o en esa zona, ¿es suficiente para la cantidad de personas que vamos a graduar? ¿Qué hace que nuestro graduado vaya a ser preferido por el mercado, frente al de otras universidades?

Mi quinta reflexión la hago alrededor de mi comprensión de lo que es ser profesor. Recuerdo que me enseñaron que la célula es la unidad fundamental de la vida, que la familia es la unidad fundamental de la sociedad, que la cuenca hidrográfica es la unidad fundamental del medio ambiente, que el átomo es la unidad fundamental de la materia... Me pregunto: ¿cuál es la unidad fundamental del diseño curricular? La respuesta es algo que trabajamos, pero no conocemos bien, y se llama el crédito académico. La duración de la formación de un ingeniero, o de cualquier profesional, se mide en créditos; no en semestres, no en años, porque finalmente el crédito es una unidad de trabajo académico. Así como la longitud la medimos en metros, o como la temperatura la medimos en grados, el trabajo académico lo medimos en créditos académicos, siendo el trabajo de los estudiantes presencial o independiente. ¿Cómo se están diseñando los contenidos de las asignaturas? ¿Estamos transcribiendo el índice de un libro o sencillamente recurrimos al concepto unilateral de algunos profesores?

Parfraseando el discurso A Diogneto, del siglo III, digo: "las ciencias básicas son al ingeniero, lo que el alma es al cuerpo" Quitarle al ingeniero la formación en ciencias básicas, es como quitarle el alma al ser humano.

No hay que olvidar que el ingeniero es un ser social inserto en la sociedad, responsable por una familia, que debe tener competencias comunicativas que le permitan interactuar y relacionarse. Estos asuntos no son obligaciones del

currículo, sino que son obligaciones de la institución que está formando al estudiante.

Por último, ¿qué tan orgullosos se sienten nuestros egresados de ser ingenieros? Pensemos en lo que, desde nuestras instituciones de educación superior, vemos que sucede con los programas de maestría, doctorado e incluso en especializaciones en áreas específicas de la ingeniería y qué está sucediendo en aquellas áreas que son conexas a la ingeniería. Lo digo porque he sido profesor en muchos programas de posgrado del área de administración. Nuestros colegas decanos de las facultades de administración se mantienen felices con los ingenieros, porque somos los que los estamos llenando las especializaciones y maestrías, porque los ingenieros salimos a hacer posgrados en el área de administración, de gerencia. En cambio, los programas de posgrado de la ingeniería cada vez están más vacíos. Esto nos está revelando algún síntoma que debe ponernos a pensar.

Preguntas a Doris Brodeur

¿Qué tan difícil es involucrarse en la propuesta de este nuevo currículo integrado? ¿Qué pasa con los profesores?

Es importante introducir la idea que si van a realizar cambios curriculares, hay que realizarlos en toda la facultad, incluidos los profesores. No importa qué tan emocionante o qué tan motivante resulte; no pueden dejar de asumir estos cambios, porque la más pequeña unidad que no se adhiera va a afectar el programa completo. Por lo tanto, el cambio tiene que verse como una cuestión de toda la institución, de toda la comunidad de ingenieros. Éste tiene que ser el tema principal. Debe empezarse desde el director del programa. Cada uno tiene que involucrarse, cada profesor debe ser parte del proceso. Debe haber una colaboración total para realizar un trabajo innovador.

Los cambios se dan paso a paso en tres grupos:

Primer grupo	Los adaptadores primeros, que serán quienes estén emocionados, quienes den los primeros pasos, quienes busquen la última tecnología, porque son ellos quienes quieren realizar cambios y adoptarlos.
Segundo grupo	Son aquellos que van subiendo a bordo, quienes van haciendo preguntas. Son como hijos, necesitan un entrenador, no hacen preguntas pero se suben al barco.

Tercer grupo	Son las personas a las que no les importa de qué trata el cambio que se está implementando. La situación base es que ellos no están comprendiendo lo que se hace. Pero para que su programa vaya adelante, deben estar invitados. Hay que crear estrategias para involucrarlos y llevarlos a bordo, para que también participen.
--------------	--

¿Cuánto le cuesta al MIT tener laboratorios y sitios de trabajo disponibles 24 horas al día y siete días a la semana? ¿Cómo se administran todos esos recursos?

En cuanto al manejo de los laboratorios tengan en cuenta que cuando se dice que estos espacios de trabajo están abiertos 24 horas al día y siete días a la semana, no hay siempre sesiones de clase, ni está siempre presente un profesor. Es sencillamente un espacio en el que los estudiantes se pueden reunir para trabajar en sus proyectos. Allí pueden interactuar con herramientas simples, con los computadores. No hay elementos con los que se puedan herir, o herir a los demás. Por ejemplo, las máquinas de corte no están abiertas para su uso si no está presente el técnico que la maneja. Por eso no hay costos adicionales. Creo que no es muy costoso mantener abiertas las instalaciones, porque los estudiantes tienen llaves electrónicas que les permiten tener acceso al laboratorio.

¿Estamos preparando ingenieros para ser generalistas, o para ser ingenieros en áreas específicas?

En mi conferencia he hecho comentarios sobre las habilidades relacionadas con el quehacer de la ingeniería, pero nosotros realmente estamos preparando ingenieros en áreas específicas. Me parece muy acertada la expresión acerca de diferenciar los ingenieros por el apellido, porque de manera general estamos preparando ingenieros, pero a la vez estamos preparando ingenieros civiles, ingenieros eléctricos etc. para trabajos muy específicos.

Mesa de trabajo La estructura curricular

Moderador y relator:

Julio César Cañón Rodríguez

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Introducción

ACOFI desarrolló a lo largo del año 2010, un conjunto de eventos académicos como estrategia institucional de preparación temática para la Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería convocada para el mes de septiembre en la ciudad de Santa Marta. Los tres ejes medulares para las presentaciones, talleres, debates y mesas de trabajo encargados de promover la participación de las comunidades académicas fueron: *el estudiante de ingeniería, la estructura curricular y la responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional.*

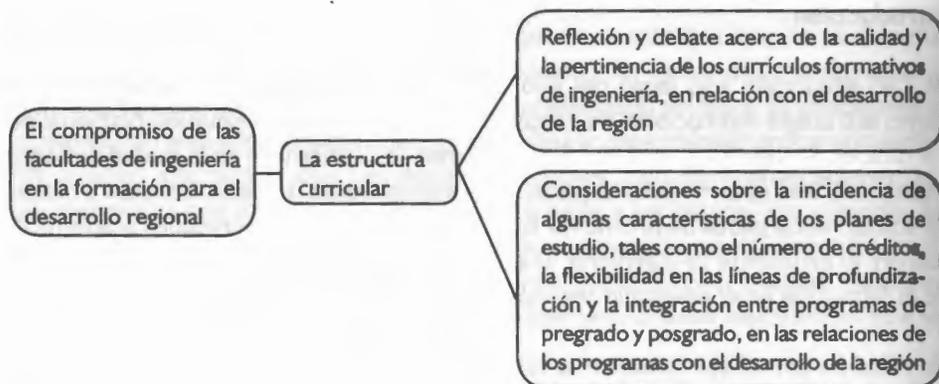
En relación con el eje temático *la estructura curricular*, el objetivo propuesto fue estimular el debate académico acerca de la calidad y la pertinencia de los programas de formación de ingenieros en relación con el desarrollo de las regiones en las cuales ejercen influencia. Así mismo, animar la reflexión sobre la incidencia que tienen las relaciones con el entorno en la definición de características del currículo, tales como el número de créditos, la flexibilidad en relación con las líneas de profundización y la integración entre programas de pregrado y posgrado.

Foro Preparatorio

Como actividad preparatoria dentro de este eje temático se organizó y desarrolló un foro académico sobre *la estructura curricular*, el jueves 3 de junio de 2010, en la Universidad Tecnológica de Pereira, con la asistencia de 71 participantes entre directivos, profesores y estudiantes de facultades y programas de ingeniería. El propósito del citado foro fue promover la reflexión y el debate académico acerca de la calidad y pertinencia de los currículos de ingeniería en relación con el desarrollo regional, así como identificar el efecto que sobre la estructura curricular de los programas tiene una serie de factores externos, dentro de los que se destacan inicialmente:

- Los Planes de Desarrollo locales, regionales y nacionales.
- La calidad de los niveles educativos precedentes.

- Los mecanismos de construcción, gestión y autorregulación curricular.
- La cuantificación y evaluación de los créditos académicos.
- Los compromisos de promoción del autoaprendizaje.
- La flexibilidad necesaria en el tránsito por el plan de estudios en relación con elementos como: alternativas de graduación, líneas de profundización, formación para la investigación e integración entre programas de pregrado y posgrado.



El énfasis temático para animar la discusión entre los asistentes al foro preparatorio se centró en el examen de la relación entre los planes de desarrollo de las regiones y las propuestas curriculares de los programas de ingeniería. Como preguntas orientadoras para el debate se propusieron algunas inquietudes acerca de la incidencia real que, dentro de los procesos de construcción, revisión y actualización curricular de los programas, tienen los siguientes factores:

1. Las necesidades identificadas en los Planes de desarrollo locales, regionales y nacionales.
2. Las características y resultados de los niveles educativos precedentes.
3. Las modalidades de formación existentes en la región (por ejemplo, la formación por ciclos)
4. Los resultados de las pruebas de estado (Saber 11 y Saber Pro)
5. Los indicadores de calidad de vida de la sociedad.
6. Las consideraciones sobre el compromiso de aprendizaje autónomo.
7. Las necesidades de investigación e innovación en el sector productivo.
8. Las condiciones de desarrollo del ejercicio profesional.

La mesa de trabajo

Convocada dentro de la programación de la Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería, se desarrolló el 16 de septiembre de 2010 con la siguiente agenda:

1. Contextualización del tema de la mesa
2. Comentarios de los equipos de discusión (respuestas a las preguntas orientadoras)
3. Conclusiones preliminares y recomendaciones de acción

Contextualización del tema de la mesa

La contextualización presentada por el moderador de la mesa se apoyó en una presentación que resumió los planteamientos esenciales para promover el debate acerca de la relación entre la dinámica de la gestión curricular y las necesidades de desarrollo de la sociedad. En general, para garantizar la continuidad en el tratamiento del eje temático, la presentación abordó lineamientos análogos a los expuestos en el foro de Pereira.

Se propone una visión del currículo como un sistema abierto y dinámico formado por recursos, procesos, infraestructura, actores, mecanismos de evaluación y estrategias de relación con la sociedad, articulados estructural y funcionalmente para cumplir los compromisos misionales. Desde esta perspectiva, resulta de importancia considerar la amplia gama de componentes integrados al currículo.

- Las políticas públicas sobre Ciencia, Tecnología, Sociedad, Innovación y Responsabilidad Social.
- Las expectativas sociales.
- Los lineamientos del desarrollo regional.
- Los compromisos, promesas y relaciones institucionales.
- Los modelos de organización y gestión.
- Los profesores.
- Los estudiantes.
- Los egresados.
- Los recursos.

En un esquema de enfoque centrado en la participación, es esencial considerar al conjunto de los involucrados, entendidos como tales los grupos, instituciones y organizaciones relacionados, directa o indirectamente, en la gestión curricular; explorar sus intereses y expectativas, su potencial y sus limitaciones, teniendo en cuenta que los intereses, tanto los explícitos como los ocultos, evolucionan a lo largo del tiempo y no siempre son fácilmente identificables.

El diseño curricular puede asimilarse al resultado de identificar alternativas de solución para resolver, total o parcialmente, problemas relacionados con el compromiso esencial de las instituciones educativas. Tales problemas son, en general, de carácter complejo, débilmente estructurados, con restricciones de recursos, permanentemente sometidos a presión y en condiciones ambientales que incluyen indiferencia y eventualmente hostilidad. En este sentido, el diseño curricular es una respuesta, siempre en construcción, de las instituciones educativas a las exigencias y demandas provenientes del entorno.

Las comunidades académicas responsables del diseño, la gestión y la evaluación curricular deben tener presente que en esta materia no existen soluciones universales ni éxitos garantizados y que en general se actúa bajo la presión de limitaciones de plazos, apremios normativos y escasez de recursos. La existencia de alternativas reales es el germen de la flexibilidad y es imperativo contar con tres insumos esenciales: liderazgo, conocimiento y reconocimiento. Las intervenciones en el currículo se ejecutan en el corto plazo pero sus resultados se esperan en el mediano y largo plazo. La obsolescencia, la autocomplacencia y las deformaciones son amenazas frecuentes en el diseño curricular.

El tránsito de los estudiantes a través del territorio curricular parte de un conjunto de entradas que incluyen: las relaciones con los Planes de Desarrollo locales, regionales y nacionales, los niveles educativos precedentes, las modalidades de formación, las pruebas de estado y los recursos sociales e institucionales realmente disponibles. Igualmente, deben considerarse varias salidas: los efectos sobre la calidad de vida de la sociedad, el fomento del aprendizaje autónomo, la investigación e innovación y el entorno del ejercicio profesional.

A lo largo del recorrido por el *continuo del aprendizaje* se proponen acciones orientadoras, a partir de las cuales tenga sentido la flexibilidad anunciada por las instituciones. Dichas acciones -que pueden ser exámenes, trabajos, concursos, proyectos- deben servir como estrategias e instrumentos que permitan orientar a los estudiantes a través de rutas alternas en desarrollo de su plan personal de formación. El uso de los resultados de estas acciones permitiría encauzar los recursos institucionales de tal forma que favorezcan a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

La garantía de calidad y pertenencia de las ofertas curriculares debe ser una consigna permanente de las instituciones de educación superior. La prevalencia de los actos simbólicos frente a la planeación de acciones sostenibles demerita las iniciativas de mejoramiento y produce en las comunidades la sensación de que los esfuerzos deben orientarse hacia la satisfacción de exigencias coyunturales o

hacia la consecución de galardones o reconocimientos temporales, privando de esa manera a los programas de opciones de mejoramiento permanente, situadas al margen de escalafones o despliegues mediáticos.

Comentarios de los equipos de discusión

Los comentarios y conclusiones del foro de Pereira fueron un insumo de gran interés para la discusión en los grupos organizados por los participantes en la mesa de trabajo reunida en Santa Marta. Los participantes se organizaron en tres grupos que abordaron las preguntas de tal forma que todas las inquietudes propuestas fueron atendidas. Los principales comentarios surgidos del ejercicio colectivo se muestran a continuación:

- En principio no se percibe una incidencia real de los planes de desarrollo regionales en las construcciones curriculares de los programas de ingeniería que se ofrecen en las distintas secciones territoriales del país. Eventuales esfuerzos aislados de algunos programas, e incluso de grupos de investigación o de algunos profesores, podrían mencionarse como aproximaciones incipientes de lo que debería ser un compromiso de trabajo orgánico entre la academia y la sociedad.
- Los planes de desarrollo se diseñan para cubrir periodos coincidentes con una propuesta política influenciada por los cortes electorales y, en consecuencia, no coinciden con las propuestas curriculares usualmente dirigidas a cubrir periodos de mayor extensión influenciados por las exigencias del debate, maduración, evaluación y ajuste que son usuales en las comunidades académicas responsables de la gestión curricular.
- Algunas instituciones crean organismos especializados para atender las demandas del estado y del sector productivo en materia de consultoría y asesoría para el desarrollo de proyectos de interés social. Tales organismos desbordan con facilidad los límites de la gestión curricular, tienden a independizarse de la academia -usualmente con la excusa de una administración más eficiente- y de esa manera impiden que las necesidades sociales y las propuestas de solución creativa e innovadora se conviertan en factores realmente incidentes en la construcción y gestión curriculares de los programas de ingeniería. Considerando que, en general, no hay espacio suficiente para la investigación por parte del propio sector productivo, la creación y sostenimiento de semilleros de investigación en los programas de ingeniería podría ser un mecanismo de respuesta curricular apto para realizar trabajos de mutuo interés, mediante los cuales pudieran superarse las debilidades de la industria local y mejorar las condiciones socioeconómicas del entorno. Por

supuesto, esta cooperación en investigación aplicada no debe desplazar el interés de los programas por la investigación básica, para cuya financiación deberían contribuir los sectores industriales potencialmente beneficiarios de la cualificación de los ingenieros.

- Existe un importante distanciamiento entre los responsables del diseño curricular y las autoridades encargadas de la gestión, tanto en el sector público como en el privado, y esa actitud genera celos que pueden oponerse a la materialización de iniciativas y proyectos en los cuales ambas partes -la academia y la producción- reconozcan valores agregados. El carácter político de los planes de desarrollo y las exigencias de celeridad y adaptación que suelen imponerse a los programas como condición para participar en propuestas de interés para el desarrollo de la sociedad, contribuyen al cuadro general de baja cooperación entre la academia y los planes de desarrollo.
- Por otra parte, las deficiencias y carencias de los niveles educativos primario y secundario, corroboradas periódicamente por los bajos resultados de los estudiantes colombianos en las pruebas internacionales, son un pesado lastre para los esfuerzos de cualificación de la educación superior en su conjunto. Desde luego, si la universidad y, específicamente, los programas de ingeniería, participaran en la formulación de los proyectos educativos inscritos en los planes de desarrollo de las regiones podrían esperarse en el mediano plazo sensibles mejoras en el desempeño de los estudiantes que ingresan a los programas de educación superior. La acción de las universidades debe propiciar la elevación de los niveles de la escuela primaria y la educación media, pero, bajo circunstancia alguna, el rigor y las exigencias de la educación superior -especialmente los requeridos para la educación de ingenieros- deben ceder en beneficio de los malos resultados y la mediocridad de los niveles precedentes.
- Las modalidades de formación técnica y tecnológica existentes en las regiones se reconocen como de baja incidencia en el diseño curricular de los programas de ingeniería, lo cual, en principio, podría acentuar una superposición de titulaciones y competencias que bien puede ser aprovechada por algunos empresarios para reducir el reconocimiento y los honorarios profesionales de los ingenieros, empleando a los técnicos y tecnólogos como una nutrida reserva útil para controlar las expectativas de remuneración y promoción profesional.
- Los resultados de las pruebas de estado pueden influir perniciosamente en la dinámica de construcción curricular, dado que, alentados por el uso mediático y promocional de los resultados, algunos programas ejercen presiones sobre áreas y profesores específicos, de acuerdo con la aritmética de los resultados, cediendo a la tentación de reemplazar la reflexión permanente sobre la gestión por el halago de los escalafones y la publicidad basados

en el entrenamiento de los estudiantes para obtener resultados apenas remotamente relacionados con los esfuerzos permanentes de cualificación y mejoramiento de los programas.

- Por otra parte, no existe articulación entre las pruebas de estado y los modelos de evaluación empleados habitualmente en los programas y las instituciones responsables de la formación de ingenieros. Las autoridades educativas promueven periódicamente nuevas formas de evaluación, tanto desde el punto de vista conceptual como desde la perspectiva de las estrategias e instrumentos empleados, que no consultan los esquemas habituales en las aulas y desdibujan los esfuerzos e iniciativas de origen pedagógico que pudieran alentar discusiones serias sobre el papel de las pruebas.
- Las construcciones curriculares de los programas pueden ceder a las presiones inducidas por la implementación de modos oficiales de evaluación y acomodar sus planes de estudio y sus estrategias pedagógicas para tratar de congraciarse con el evaluador, cayendo en el error de enseñar lo que se esté evaluando, simplemente para mejorar las posiciones de los programas y las instituciones en los escalafones y 'clubes de excelencia' que se promueven con base en los resultados de las pruebas de estado y los procesos de acreditación.
- Los indicadores de calidad de vida de la sociedad no parecen considerarse seriamente en el momento de construir las propuestas curriculares de ingeniería en el país. El desconocimiento de las realidades locales, regionales y nacionales, exacerbado por el prurito globalizante en el que abunda la retórica de la educación superior del país, dificulta la aproximación efectiva de las propuestas curriculares a la realidad socioeconómica de las regiones. El sistema de educación superior en Colombia ha centrado sus esfuerzos en la ampliación de la cobertura y, como resultado, registra un notable crecimiento cuantitativo en las dos últimas décadas. Los programas de ingeniería tienen un rol protagónico en el desarrollo de las regiones y, en este sentido, les corresponden educar a las nuevas generaciones de ingenieros para atender las problemáticas del entorno y reducir las inequidades que se presentan en su desarrollo.
- La vivienda, con su adecuada provisión de servicios públicos, el adecuado abastecimiento alimenticio, la seguridad social, la dotación de infraestructuras para atender las necesidades de movilidad de personas, bienes y servicios, el desarrollo respetuoso del ambiente y el progreso científico y tecnológico, son algunas de las áreas que deberían tener influencia directa en la construcción curricular de los programas. Por eso resulta inaplazable el compromiso de evaluar la forma en que las políticas y estrategias curriculares de los programas de ingeniería se alimentan de las demandas particulares de cada región del país y de qué manera se concilian los intereses de la academia con las expectativas de la sociedad.

- El cumplimiento del compromiso de estímulo al aprendizaje autónomo se ve limitado por restricciones de recursos físicos, tecnológicos y pedagógicos, de tal manera que las declaraciones misionales suelen discrepar sensiblemente de las acciones concretas que pueden emprender los programas para incentivar el autoaprendizaje por parte de los estudiantes. En este sentido, es muy importante la formación de los profesores como insumo para promover opciones pedagógicas adecuadas al acompañamiento necesario para el aprendizaje fuera del aula y, así mismo, es esencial estudiar nuevas alternativas de evaluación que consideren las muy particulares características de esta modalidad de aprendizaje.
- No es nítida la relación entre los diseños curriculares y la promoción del autoaprendizaje. Precisamente por la inexperiencia en el tratamiento de esta forma de responsabilidad personal por parte del estudiante, los diseños y estrategias curriculares desconocen, en la mayor parte de los programas e instituciones, el impacto de la autonomía en el proceso de aprendizaje, situación que se pone de manifiesto en el diseño de los créditos asignados a las actividades curriculares que integran los planes de estudio. Ciertamente, además de la operación aritmética implícita en la asignación de horas de trabajo académico, está pendiente la caracterización de las distintas componentes del tiempo asignado, especialmente aquel que se presume utilizado por el estudiante sin acompañamiento del docente. Esta es una gran deficiencia de las concepciones curriculares contemporáneas dado que, a pesar de marcar diferencias teóricas en las componentes de los créditos (tiempo de trabajo presencial, tiempo de trabajo asistido y tiempo de trabajo autónomo), no se ha trabajado suficientemente en la diferenciación de estrategias pedagógicas ni en la propuesta de alternativas de evaluación adecuadas a cada una de las componentes descritas.
- Las necesidades de investigación e innovación en el sector productivo, influyen en el diseño curricular de los programas de ingeniería, aunque no con el carácter y peso requeridos para fortalecer el binomio academia – producción como insumo de desarrollo social para las regiones. En algunos casos esas necesidades se atienden a través de mecanismos, tales como la asesoría y la asistencia técnica, que no necesariamente se incorporan integralmente al currículo, de tal manera que el conjunto de los estudiantes y profesores de un programa no se beneficia del contacto con las necesidades de la producción. En otras ocasiones se apela a mecanismos un poco más cercanos a la estructura curricular, tales como pasantías de estudiantes y profesores en empresas e industrias de la región, trabajos de grado o actividades de formación orientadas hacia el emprendimiento.
- En cualquier caso, la dinámica de estas relaciones está afectada por factores tales como la capacidad institucional para la investigación y la innovación, el desarrollo industrial del entorno, el grado de acercamiento de las instituciones

y los programas con las industrias de la región y, especialmente, el nivel de confianza recíproca que se haya alcanzado entre los líderes del sector productivo local o regional y las autoridades académicas.

- En relación con la influencia de las condiciones de desarrollo del ejercicio profesional de la ingeniería en el diseño y la gestión curricular de los programas, se señala que es responsabilidad de las instituciones de formación de profesionales dotarlos con los elementos necesarios para ser competentes y competitivos. Se destaca el carácter internacional, que cada día con más nitidez, alcanza el ejercicio de la ingeniería y, en ese sentido, se pone de presente la necesidad de fortalecer en los planes de estudio de los programas el dominio de lenguas extranjeras dentro de un contexto amplio de conocimiento y respeto por otras culturas y experiencias profesionales.
- Especial consideración deben tener en el diseño curricular de programas de ingeniería la componente de responsabilidad social, los valores y el rigor ético necesarios en el ejercicio profesional. Desde las aulas y en forma permanente debe imprimirse en los estudiantes el respeto por los compromisos adquiridos, la seriedad en el cumplimiento de programaciones y presupuestos y, muy especialmente, el manejo escrupuloso de los recursos -especialmente los públicos- que les son confiados para el desarrollo de los proyectos. En este punto se considera muy importante procurar acercar al diseño curricular las experiencias de egresados y profesionales destacados a través de mecanismos que permitan a los estudiantes aproximarse desde muy temprano a la naturaleza de la profesión que han elegido, de tal manera que una vez graduados se incorporen sin inconveniente a la comunidad profesional de la que harán parte.

Conclusiones preliminares y recomendaciones de acción

Como resultado de las exposiciones y deliberaciones adelantadas en desarrollo del foro preparatorio de Pereira y la mesa de trabajo realizada en Santa Marta en el marco de la Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería 2010, pueden extraerse algunas conclusiones iniciales sobre las cuales edificar un conjunto de recomendaciones orientadas a promover acciones institucionales e iniciativas académicas que propicien la aproximación de las estructuras curriculares de los programas de ingeniería del país con las necesidades de desarrollo locales, regionales y nacionales en cuya atención la ingeniería ejerce una influencia determinante. Resulta fundamental instar a las autoridades educativas de los distintos niveles territoriales, a la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, a los gremios profesionales y a la comunidad académica, para que incluyan en sus agendas de corto y mediano

plazo la realización de acciones concretas que canalicen adecuadamente las iniciativas y observaciones recogidas de directivos, profesores, investigadores, estudiantes y profesionales de la ingeniería. Solamente las realizaciones efectivas en la dirección de mejoramiento y la pertinencia, podrán asegurar la armonía necesaria entre las declaraciones misionales, los diseños curriculares de las instituciones y programas responsables de la formación de ingenieros, y las expectativas sociales de desarrollo y elevación de la calidad de vida.

Las principales recomendaciones de acción están dirigidas a los responsables de la gestión curricular de los programas de ingeniería, a las autoridades educativas y a los organismos colegiados interesados en el cumplimiento de los compromisos sociales de la academia y se basan en la iniciativa de ACOFI, plasmada en la inclusión del debate sobre *La estructura curricular* como uno de los ejes temáticos medulares de su actividad académica en 2010. Recogen, con la mayor fidelidad posible, las opiniones, comentarios, recomendaciones y propuestas de un número importante de actores del proceso de educación de ingenieros en el país. La materialización de las iniciativas depende de la acción conjunta de las autoridades educativas, el sector productivo, los organismos gremiales y ACOFI como exponente del sector académico de la ingeniería en Colombia.

- Es de vital importancia acercar los diseños curriculares de los programas de ingeniería, tanto en los pregrados como en los posgrados, a las discusiones y las decisiones sobre planes de desarrollo en los distintos niveles territoriales. Para el efecto, debe procurarse la representación de la academia de ingeniería en los consejos de planeación y en las instancias asociadas con el proceso de formación de los planes de desarrollo.
- La armonización de las políticas públicas de desarrollo y las iniciativas curriculares debe considerar las diferencias de enfoque, prioridad y criterios de implementación, de tal forma que se reduzcan los factores contrarios a la acción conjunta entre los sectores académicos de la ingeniería y los agentes políticos responsables de la materialización de los planes de desarrollo en las regiones. De esa manera, habrá ocasión para tratar de conciliar inteligentemente la urgencia de las demandas sociales con los tiempos de debate y maduración que precisan las decisiones académicas.
- Sin perjuicio de los mecanismos de gestión adoptados por las instituciones de educación en ingeniería para atender las demandas de asesoría y apoyo provenientes del estado y del sector productivo, es muy importante rescatar la rentabilidad académica de las acciones de consultoría para el desarrollo de proyectos de interés social a través de la vinculación efectiva de estudiantes y profesores a los equipos encargados de realizar los proyectos y, sobre todo, mediante la incorporación a la estructura curricular de las experiencias, procedimientos y aprendizajes resultantes de esta interacción.

- De particular interés resulta la promoción, dentro del sector productivo, de iniciativas de trabajo conjunto en investigación e innovación, superando la atención de necesidades coyunturales y alentando el trabajo permanente de células y semilleros de investigación -básica y aplicada- a través de cuya acción puedan mejorarse la competitividad de la industria local y las condiciones socioeconómicas del entorno. Las actividades de cooperación, tales como las prácticas empresariales, las pasantías de estudiantes y profesores en empresas e industrias de la región, los trabajos y tesis de grado y la formación especialmente orientada hacia el emprendimiento y la autogestión, deben responder a reglas de juego claras, simétricas en las ventajas y generadoras de la confianza mutua necesaria para aprovechar la suma de potenciales académicos y productivos en beneficio de la sociedad.
- Para la salud del sistema educativo colombiano y para la competitividad y sostenibilidad de un proyecto nacional de educación en ingeniería con calidad y pertinencia que aseguren el soporte para el desarrollo nacional, es impostergable superar las deficiencias y carencias de los niveles educativos primario y secundario. La evaluación de diversas iniciativas y proyectos en ejecución en otros países con problemáticas similares podría facilitar el diseño y la puesta en marcha de estrategias de acercamiento de los programas de ingeniería con la educación media para tratar de mejorar el desempeño de docentes y estudiantes de ese nivel educativo en lo que a la formación de ciencias y matemáticas se refiere. Los esfuerzos de remediación y nivelación que consumen importantes recursos en los primeros años de los programas de ingeniería podrían reunirse en un gran proyecto nacional de reivindicación del rigor científico desde la escuela primaria, como parte del mejoramiento del sistema educativo nacional.
- En un sentido semejante, es importante que los programas de ingeniería estudien, conozcan y evalúen juiciosamente las modalidades de formación técnica y tecnológica existentes en las regiones, de tal forma que esos niveles educativos ganen en pertinencia y autoestima académica para que contribuyan de manera significativa, desde su propia y respetable perspectiva curricular, al desarrollo del entorno. Es preciso incorporar la formación técnica y tecnológica como insumos específicos de desarrollo, resaltando su naturaleza y contribución, y superando el tratamiento de simples estaciones de menor cuantía en un proceso de formación de ingenieros por etapas.
- El diseño, aplicación y uso de los resultados de las pruebas de estado, así como los resultados de procesos de acreditación o certificación, tanto nacionales como internacionales, deben ser consecuentes con políticas nacionales y estrategias institucionales de mejoramiento y cualificación permanentes de la formación de ingenieros como parte de un propósito de elevación de la calidad de vida del conjunto de la sociedad. Es urgente disuadir el uso

mediático de los resultados de las evaluaciones y mostrar a la comunidad la conveniencia de remplazarlo por el debate permanente sobre la calidad de la educación en ingeniería en el país.

- La gestión curricular de los programas de ingeniería debe procurar una articulación consistente y equilibrada entre los propósitos y compromisos de desarrollo científico y tecnológico y las demandas sociales, especialmente aquellas relacionadas con aspectos esenciales para la calidad de vida de la población. La atención de las responsabilidades con el desarrollo local en materia de vivienda y servicios públicos, autonomía y seguridad alimentaria, infraestructura y movilidad, constituye un compromiso urgente de los programas de ingeniería y, en consecuencia, deben tenerse presentes cuando se aborden proyectos de diseño y gestión curricular. Para esto es recomendable adoptar instrumentos de evaluación y seguimiento permanente de los resultados, que permitan reconocer, identificar y caracterizar el impacto que la arquitectura curricular de los programas de ingeniería tiene sobre los indicadores de calidad de vida de la sociedad.
- El diseño curricular, la gestión de recursos, la asignación y distribución de los créditos como medida del trabajo académico de los estudiantes y la preparación de los profesores de programas de ingeniería, deben hacer especial énfasis en la promoción de la autonomía en el proceso de aprendizaje y en las medidas de seguimiento y evaluación de los resultados del autoaprendizaje. Especial atención debe darse a la diferenciación y caracterización de las modalidades pedagógicas y las estrategias e instrumentos de evaluación que deben aplicarse a cada una de las componentes de los créditos, particularmente a aquella que se ocupa del trabajo realizado por los estudiantes de manera autónoma. Esta labor resulta esencial para las definiciones de nuevas opciones de evaluación como las propuestas en pruebas de estado basadas en competencias.
- Las iniciativas de internacionalización promovidas en la gestión de los programas de ingeniería deben repercutir integralmente en la estructura curricular, superando los esquemas de movilidad restringida de estudiantes y profesores, al tiempo que alientan un cambio profundo en la caracterización de las ofertas curriculares, incorporando en todo el espectro de formación de ingenieros (pregrados, posgrados y educación continuada) el acceso a los fundamentos y las prácticas de culturas académicas y experiencias profesionales internacionales.
- El respeto por los valores, el marco ético del ejercicio profesional y el compromiso con el desarrollo de la sociedad, deben incorporarse de manera integral y consistente a todas las actividades curriculares que contribuyen a la preparación de los ingenieros colombianos. La observancia escrupulosa de los principios científicos y las responsabilidades sociales inherentes a la naturaleza de la profesión, deben constituir parte esencial del currículo como

un principio transversal a todas las actividades asociadas con la enseñanza y el aprendizaje dentro de los programas de ingeniería. Es urgente superar el expediente de *asignaturización* de los valores y la ética dentro de los planes de estudio, promoviendo en cambio su adopción como insumos vitales -nunca complementarios u opcionales- del compromiso de formación de las nuevas generaciones de ingenieros en el país.

Capítulo 3

La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional



Foro: La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional

Tuvo lugar el día 12 de agosto de 2010, en el Hotel Radisson Royal de la ciudad de Santiago de Cali. La conferencia estuvo a cargo de Marco Sanjuán Mejía, Director del Centro Integrado de Materiales y Manufactura de la Universidad del Norte de la ciudad de Barranquilla. El taller estuvo coordinado por Eduardo Silva Sánchez, Director Ejecutivo de ACOFI y profesor de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

Conferencia

El ingeniero como agente del desarrollo regional

Marco Sanjuán Mejía

Quiero iniciar mi intervención diciendo que no vengo como experto en responsabilidad social. Voy a presentar una reflexión sobre un tema que está siendo cada vez más importante en el contexto empresarial y sobre su reflejo como elemento esencial de una universidad que genera ese tipo de proyección social. Los ingenieros siempre hemos sido vistos como agentes importantes del desarrollo social; pero la experiencia nos muestra que, tal vez, nos hemos quedado en lo puramente disciplinar, en lo que se refiere a programas o iniciativas sociales. Los ingenieros tendemos a estar un poco más distantes de lo social que otras profesiones como psicología, comunicación, medicina, o derecho, que tienen mayor tradición de conexión con la comunidad.

La responsabilidad social se ha planteado como un valor institucional de la empresa a nivel corporativo. A partir del 2001 empezó a tener un alto nivel de relevancia en ese contexto, porque es justamente cuando se empezó a hablar de sostenibilidad o sustentabilidad a nivel general. Desarrollar programas responsables con el desarrollo humano, con el desarrollo integral de la sociedad, le permite a una organización crecer en armonía. Nada genera mayor rechazo social que tener una empresa muy rica en un sector muy deprimido, o tener una universidad muy próspera en un lugar donde los colegios tienen problemas de calidad educativa. Ese deseo de desarrollo integral y armónico con la comunidad, empezó a ser visto como un elemento esencial para la sostenibilidad de una organización. Es difícil crecer sostenidamente, establemente, a buen ritmo económico, para una empresa o para una organización, sin conectarse con el entorno y sin garantizar que en ese entorno se favorezca el éxito.

Las escuelas de ingeniería se han visto obligadas a hacer este tipo de reflexiones. Entre los criterios de acreditación de los programas, hay un capítulo denominado 'egresados e impacto sobre el medio'. En él se trata de reflexionar respecto al impacto que los programas, en su ejecución y en su operación, tienen sobre la comunidad con la que interactúa. En nuestras culturas latinas es muy común la baja movilidad de los empleados a otras ciudades. Pero se espera que, por lo menos el 50% o el 60% de los egresados, termine en una región geográfica distinta al lugar donde estudiaron o donde vivieron desde la infancia. Eso quiere decir que el compromiso de la universidad con la región debe ser más efectivo y más concreto, porque la región no es solamente una ubicación geográfica para la institución, para

la escuela o facultad de ingeniería, sino también va a ser, seguramente, el lugar de trabajo y de desarrollo personal y profesional de las personas que está formando.

La sociedad ha visto a los ingenieros como solucionadores de problemas, que apuntan a transformar el entorno. Cuando se conecta la transformación del entorno con un plan de estudios, la transformación se mira a través de técnicas, de herramientas de conocimiento, de aplicaciones de metodologías para resolver problemas. La tradición ha sido formar al ingeniero muy orientado a las aplicaciones técnicas en un contexto.

Una parte importante de esta reflexión es decir quiénes son los responsables de llevar a cabo la tarea de la responsabilidad social que deben acometer instituciones como una universidad o una facultad de ingeniería, y hasta qué punto es suficiente lo que hacen las universidades y cómo es preciso canalizar más los esfuerzos que se hacen a través de los egresados.

La NTC GTC 180¹ dice que responsabilidad social "es el compromiso voluntario y explícito que las organizaciones asumen frente a las expectativas y acciones concertadas que se generan con las partes interesadas, en materia de desarrollo humano integral; y ésta permite a las organizaciones asegurar el crecimiento económico, el desarrollo social y el equilibrio ambiental, partiendo del cumplimiento de disposiciones legales". Se puede decir que existe un primer elemento importante en las acciones de responsabilidad social y es que el compromiso es voluntario y debe ser explícito. Que sea explícito es muy importante, porque implica acciones concretas. No se trata simplemente de una voluntad, de un deseo, de una intención. Es algo que debe manifestarse en acciones concretas; y, por manifestarse en acciones concretas, debe ser medible; es decir, que se pueda cuantificar el impacto sobre el entorno con el cual se desarrolla una relación armónica.

Otro aspecto importante es incluir el crecimiento económico, aplicable en el contexto empresarial o corporativo. Deben existir un crecimiento económico, un desarrollo social y un equilibrio ambiental. Es decir, no se trata de que crezca una unidad o una entidad, sino de que el crecimiento de la unidad o de la entidad, favorezca el crecimiento y el mejoramiento de todos. Así, si existe una empresa exitosa en una región, debe demostrar también un crecimiento armónico. Si se analiza la industria minera en nuestro país, difícilmente se puede afirmar que eso es lo que está sucediendo. Si se observa el crecimiento minero-energético más importante del país (La Guajira), se ve que se está pensando en duplicar la producción de carbón en el horizonte de unos cinco u ocho años. Pero cuando

¹ NTC GTC 180: RESPONSABILIDAD SOCIAL. Esta norma se puede aplicar a cualquier tipo de organización. Proporciona directrices para establecer, implementar, mantener y mejorar en forma continua un enfoque de responsabilidad social en la gestión. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación -ICONTEC-

se miran los indicadores sociales de educación de La Guajira, no se encuentra una concordancia, una armonía, con el crecimiento de las industrias que están ubicadas en ese departamento. Cada vez con más frecuencia, se ven regiones ricas en oro, con problemas sociales fuertes; zonas donde se explotan esmeraldas, con altos porcentajes de población por debajo de la línea de pobreza. Hay muchas riquezas naturales en el país, con lo cual debería haber muchas regiones con altas expectativas de crecimiento, si los proyectos de responsabilidad social corporativa se desarrollaran de forma adecuada.

No se trata de hacer donaciones para que la población sienta que recibe algo de lo mucho que las empresas extraen. El compromiso es el desarrollo armónico; y ese desarrollo armónico es mucho más difícil de lograr.

Obrar de modo socialmente responsable, va más allá de cumplir una norma. La distancia entre ambos comportamientos puede verse como la diferencia entre cumplir las leyes y ser una buena persona. Estamos hablando de dos dimensiones completamente diferentes. Se deben cumplir las metas, hay que entregar al cliente lo que él espera, no se debe dañar el ambiente... Pero esto no es ningún gran logro. Si nosotros, como humanidad, como país, como sectores industriales, logramos establecer un equilibrio con la naturaleza, estamos haciendo algo que debíamos haber hecho hace muchos años. El logro no es cumplir las leyes; el verdadero logro es ser una buena persona. Cuando yo escucho a mi compañero de trabajo que está muy triste porque tuvo una pérdida en su familia y dedico quince o veinte minutos a escucharle, estoy desarrollando una relación cercana con esa persona. Desde el punto de vista operativo, esta conducta no está en la norma, no estoy obligado a hacerlo; pero actuar así me hace una buena persona. Lo interesante es que gran parte de los desarrollos de las instituciones, incluyendo las universidades (corporaciones productivas o de servicios), depende de las relaciones entre las personas y depende de la calidad de esas personas. No se trata de que las empresas o corporaciones únicamente cumplan la ley y se sientan satisfechas con ello; se trata de que sean buenas corporaciones, de que sean el buen vecino o el buen amigo que logra propiciar el desarrollo de todos de manera armónica.

La ISO ya empezó a desarrollar el estándar 26000 que debe ser publicado hacia finales del año 2010. La ISO 26000 agrega valor a la iniciativa de responsabilidad social, proveyendo unas guías armonizadas y globalmente relevantes, basadas en procesos internacionales, establecidas por expertos representativos de diferentes partes, interesados en fomentar la implementación de las mejores prácticas de responsabilidad social a nivel mundial. Uno de sus elementos esenciales es que no va a tener requerimientos, sino que va a hacer recomendaciones. Por lo tanto, no va a ser certificable. No va a haber empresas certificadas en ISO 26000, porque

ese no es el objetivo de la norma. De hecho sería un problema enorme tratar de desarrollar conjuntos de requerimientos para la responsabilidad social. Por ejemplo, a nivel colombiano, no se fomenta una norma técnica sino una guía; y a nivel internacional, ISO va a desarrollar directrices para la responsabilidad social. Ese es el mensaje de que no es certificable. Si surgen muchas inquietudes en los procesos de certificación de calidad, imagínense las preguntas que se plantearían en el contexto de la responsabilidad social. Imaginen una organización satisfecha porque tiene el sello ISO de responsabilidad social, y, al mismo tiempo, la comunidad percibiendo que sus acciones no están contribuyendo a mejorar el entorno...

Certificar es verificar el cumplimiento de los procedimientos definidos por parte de la organización que va a ser acreditada en un contexto internacional o por lo menos en el contexto de su mercado. No interesa tanto una certificación de calidad, cuanto una acreditación bajo un estándar internacional. Porque la acreditación es la que dice que algo se está haciendo bien, y la certificación dice que se está haciendo algo como se dijo que se iba a hacer. Cuando el boom de las certificaciones de calidad entro en las universidades, una de las preguntas era: ¿qué dicen las certificaciones? La respuesta es: que se están haciendo las cosas muy bien, que se está cumpliendo un procedimiento. A ese reto se enfrentó ISO cuando se estaba desarrollando la ISO 26000 y encontró que ya era hora de tratar de exigir o definir requerimientos para la responsabilidad social. Es una directriz que, cuando sea publicada, dará mayor claridad sobre aquello a lo que pueden aspirar las organizaciones en torno al reconocimiento. Si bien es cierto que tiene un componente de validación de procesos internos, también tiene un componente de reconocimiento de los otros. Esto es muy importante, y, seguramente, las organizaciones que desarrollen programas fuertes de responsabilidad social querrán ese tipo de reconocimientos. Al final, lo que dice la definición, lo que dice la norma, lo que dice la guía técnica, es saber que, más importante que lo escrito, es el resultado material en el entorno sobre el cual se actúa.

Respecto a la formación en responsabilidad social que llevan a cabo las facultades de ingeniería en sus programas de pregrado, postgrado y educación continua, y respecto a la pertinencia de estos programas frente a las realidades regionales, es necesario tener en mente el contexto regional. Este asunto plantea un elemento importante en el tema de la responsabilidad social. Aquí el entorno se muestra como punto principal en el sistema educativo, porque aparece cuando se lleva a cabo un proceso de autoevaluación o de modernización de un programa de ingeniería. Uno de los elementos esenciales de estos procesos de revisión, es mirar cuáles son los *stakeholders*, cuáles son los constituyentes de ese programa, es decir, cuáles son las partes interesadas de ese programa. Suelen definirse cuatro tipos o grupos de *stakeholders*: los estudiantes, los profesores, los egresados y los empleadores.

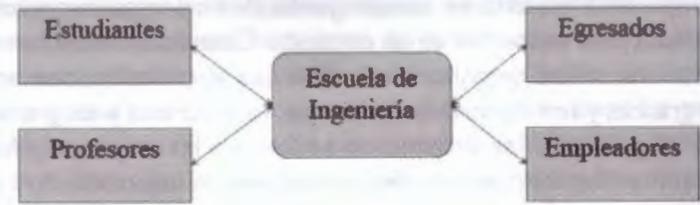


Figura 1. Stakeholders tradicionales de un programa

Aunque actualmente el sistema nacional de acreditación no lo plantee explícitamente, si se miran sistemas de acreditación internacionales, se ve que señalan claramente la importancia de demostrar la participación de esos constituyentes en la institución o en la autoevaluación de un programa. Un programa de ingeniería no es sólo de la universidad. Un programa de ingeniería tiene interesados que van más allá de la universidad y tiene mucho sentido que estos interesados tengan voz.

En el ámbito industrial, sería ilógico desarrollar un nuevo producto y no hacer un piloto para ver qué piensan los consumidores: sería un suicidio financiero. Sin embargo, no es extraño que, como grupos de profesores, nosotros tomemos decisiones para redefinir programas de ingeniería, con niveles pequeños o marginales, o en algunos casos inexistentes, de participación de esos constituyentes. Si el asunto de la responsabilidad social es lo esencial, los *stakeholders* deben tener participación real y efectiva en el proceso, para, a partir de ahí, empezar a construir lo que sería la plataforma de entorno de responsabilidad social. Está participación es básica, para poder extenderla y conseguir un desarrollo armónico. ¿Podemos invitar un grupo a ser socio en desarrollo armónico, cuando a ese grupo, siendo grupo de interés del programa de ingeniería, no le damos ninguna participación en el desarrollo?

Si observamos el caso de las universidades estadounidenses, canadienses y europeas, en general, encontramos que es común que las facultades de ingeniería tengan consejos de industriales que operan como consejeros, incluso a nivel de programa, lo que les permite cumplir con varias funciones de identificación rápidas de lo que ocurre en el mercado. También les sirve para recaudar recursos para las campañas de consecución de fondos de donaciones y les compromete con el resultado de la formación. Una persona que ha sido miembro de los consejos de la facultad de ingeniería durante ocho o diez años, desarrolla un sentido de pertenencia, se vuelve un defensor de los principios bajo los cuales ese programa de ingeniería o esa facultad están operando. En nuestro país no es una práctica común. De hecho, la propuesta es percibida por algunos como una intromisión de terceros en algo que es propio y exclusivo de la universidad. Pero, ¿puede la universidad absorber siquiera el 1% de los egresados que forma? Es necesario integrar al sector externo

como un componente importante, constituyente, de los programas; prácticamente es una necesidad para sobrevivir en un contexto. Cuando se miran la escuela o la facultad como una unidad organizacional, se ve que su contexto, o su entorno, es mucho más grande, y nos damos cuenta de que las empresas y los gremios siguen estando allá. El gobierno, los sistemas de educación, las empresas y la sociedad en general, son parte del contexto de una escuela de ingeniería. A través de la interacción con esos cuatro contextos, es como logramos formar ingenieros profesionales que desempeñan una excelente labor como egresados. La pregunta es: ¿cómo se desarrollan esas interacciones y cómo se pueden potenciar en el marco de la responsabilidad social?



Figura 2. El contexto de la escuela de ingeniería

La responsabilidad social en el ámbito interno

La responsabilidad social en el ámbito interno, tiene relación con estudiantes, profesores, y funcionarios, en lo que respecta a: salud, deporte/cultura, becas/auxilios, preparación para el éxito, preparación para formar una familia, preparación para administrar recursos. Hay instituciones que tradicionalmente han tenido unidades muy fuertes en bienestar institucional; otras que han fortalecido el bienestar estudiantil o el bienestar de los funcionarios. En los últimos ocho años se ha empezado a desarrollar el tema de las becas o subsidios a los estudiantes, a los profesores o a los familiares de profesores, como parte de esa preocupación por el individuo. Hay un elemento esencial en la definición de la responsabilidad social que tiene que ver con el ser consciente de las expectativas del otro. Si el otro hace parte de mi entorno, si yo voy a desarrollar una relación armónica, tengo que ser consciente de sus expectativas para poder construir conjuntamente a partir de ellas. Yo no puedo empezar a construir a partir de lo que yo creo que son sus expectativas.

Un estudiante no llega a la facultad a aprender estática o cálculo diferencial. Esa no es su verdadera meta; eso hace parte de la estructura metodológica que se ha diseñado para alcanzar un logro. Su meta, en realidad, es ser un profesional exitoso, ser alguien que puede construir una familia de bien. La pregunta es: ¿cuánto contribuyen las universidades a que eso suceda? ¿Qué tan comprometidos estamos con el éxito de los estudiantes? De hecho, todas las universidades se preocupan por el tema de la deserción académica. Cuando vemos que el 4% o el 5% o el 6% de estudiantes terminan desertando de una universidad por razones académicas o financieras, estamos pensando en la población altamente calificada de nuestro contexto que está perdiendo la posibilidad de entrar adecuadamente en un mercado productivo. Hablamos de nuestro contexto porque estamos en un país en el que la cobertura de educación secundaria todavía no es la que debería ser, en el que un bachiller se convierte en una especie de 'elite', y, mucho más aún, si se trata de un profesional. Por tanto, la preocupación por el éxito tiene que ser efectiva. La pregunta que surge es: ¿qué estamos haciendo para garantizar el éxito de esa persona, para formarla de modo que llegue a ser un profesional exitoso? ¿Hay correlación estadística entre las calificaciones y el nivel de éxito de un profesional? ¿Quién cree que una calificación de 5 en termodinámica garantiza el éxito? No quiero decir que no sea necesario obtener buenas calificaciones; pero es que hay condiciones necesarias y hay condiciones suficientes... De hecho, una gran preocupación de las instituciones es cómo desarrollar programas ejecutivos de retención de estudiantes, cómo asegurar que estemos dando atención, o mayor atención, a quién más lo necesita. Con solamente un plan de estudios y unas horas de dedicación, no se obtiene el crecimiento de la persona.

Si en el mundo observamos modelos de lo que se conoce como centros de éxito estudiantil, vemos que están diseñados para apoyar al estudiante en su proceso de crecimiento. Creo que este mensaje es clave, porque, cuando demostramos a la persona que es importante para nosotros, le damos más confianza, le estamos diciendo: "creemos que tú lo puedes hacer, creemos que tú tienes lo necesario para salir adelante". No se trata de servir como un filtro, no se trata sólo de decir quién vale la pena que sea ingeniero y quién no. Nuestra función es dar herramientas para que el estudiante pueda lograr esa meta. Creo que todos sabemos que hay profesores que no están preocupados por esto; se ven más como profesores evaluadores, cuya su función es simple: dividir el grupo de estudiantes en dos subgrupos: "los que voy a ver el próximo semestre y los que nunca volveré a ver"...

Si pretendemos formar al estudiante en responsabilidad social, una parte importante del reto es tratarle con responsabilidad social, demostrándole que nos preocupa. Cuando los estudiantes ingresan en la universidad, de alguna manera, confían en la institución educativa como agente transformador de sus vidas. Por eso, el éxito o el

fracaso de los estudiantes es un asunto que afecta directamente a las instituciones de educación y no puede tratarse con la frialdad de las estadísticas y como si no tuviera relación alguna con nuestra labor de profesores.

Parte de la responsabilidad social está en la preparación para el éxito profesional, y en la preparación para formar una familia. Nosotros recibimos en la universidad individuos entre los 16 y 22 años. Dos o tres años después de egresados, la gran mayoría forma un hogar. En ese proceso, ¿qué tipo de apoyo están recibiendo del lugar en el que pasan 8 o 9 horas al día? En algunos casos, la perspectiva institucional es muy asistencial. Se pregunta al estudiante si tiene problemas. Y, al que tiene problemas, se le da asistencia. Veo a un muchacho hablando solo, mirando raro, entonces me preocupo y digo: "Bienestar haz algo por este muchacho". Cuando uno mira las estadísticas de participación de los estudiantes de ingeniería en las actividades de bienestar universitario, a lo largo del país, los porcentajes son bajos. Entonces, ¿para quién desarrollamos esas actividades de apoyo? ¿Para los que nos dicen que las necesitan? Es que acaso, cuando uno viene a la universidad, ¿no viene buscando esos espacios de crecimiento?

Parece mentira que, después de haber cursado una carrera de ingeniería, en la que seguramente se han formado en ingeniería económica para el contexto empresarial, los estudiantes no hayan desarrollado unas competencias adecuadas para administrar sus recursos, que no sepan qué préstamo les resulta más favorable, que no tengan idea de la UVR (Unidad de Valor Real), que no tengan noción de lo que es un crédito a precio fijo... Adquirir las competencias necesarias para la administración de recursos es una responsabilidad no sólo de los estudiantes, sino también de nuestras facultades de ingeniería. La presión económica afecta a todos, no sólo a las personas de bajos recursos. El resultado de dicha presión, son cambios importantes en la organización social, impactos considerables en la vida familiar, efectos evidentes en la vida de las personas. La educación no puede ignorar estas nuevas situaciones ni quedarse al margen de las mismas. ¿Qué conseguimos con que los egresados de nuestras facultades sean expertos en cuestiones energéticas para las empresas, si la administración de la energía en su vida diaria es un despilfarro?

Con respecto a los egresados, hay algunos aspectos importantes. La oficina de egresados se volvió indispensable, especialmente cuando pensamos en la acreditación, tanto de los programas como la institucional. Los programas suelen ser más similares en cuanto a las posibilidades que brindan a los estudiantes, docentes y egresados: salud, deporte, cultura, auxilios... La preparación para la inserción en el mercado laboral es muy importante y digamos que, en esto, se observa un cierto avance. Por ejemplo, a los estudiantes se les enseña a elaborar de hojas de vida, a preparar entrevistas... Pero, ¿quién le ha dicho a un estudiante dónde pueden aprender

de estos asuntos? Nosotros siempre decimos que, con los años, la experiencia nos permite saber muchas cosas sobre las empresas. El nivel de participación de profesores de ingeniería en programas institucionales de inserción en el mercado laboral es muy bajo. Hay un nivel de consejería, relacionado con la inserción en el mercado laboral, que sólo el profesional del área puede dar. Un administrador de empresas o un sociólogo, pueden orientar al estudiante en muchos aspectos importantes de inserción profesional. Pero la colaboración de los profesores, como conocedores directos de ejercicio profesional, es irremplazable.

En la preparación para la creación de empresas, los centros de emprendimiento se han vuelto indispensables en las instituciones. ¿Cuál es la razón que sustenta la existencia de los centros de emprendimiento en la universidad? Tenemos centros de emprendimiento porque estamos convencidos de que el desarrollo del país y de las empresas lo precisan. Hace tres años decían que Colombia era el segundo país en América Latina con mayor tasa de crecimiento en creación de empresas, y el primero en América Latina con mayor tasa de desaparición de empresas. Lo creo. El tema es la sostenibilidad de las iniciativas. Respecto de la creación de empresas, hay que diferenciar dos actitudes: la de los que hacen emprendimiento por vocación y la de los que lo hacen por necesidad. La diferencia es similar a la que existe entre el profesor que enseña por vocación y el que dicta clase porque no consigue otro trabajo y mientras lo consigue... No tienen el mismo compromiso con su profesión, ni su trabajo tendrá la misma calidad. Lo mismo sucede con el emprendimiento. Lo importante para las universidades no debiera ser el número de empresas creadas (muchas de las cuales desaparecerán rápidamente), sino el ejercicio de responsabilidad social que anima la creación y el mantenimiento de las empresas.

En el ámbito interno, uno de los elementos esenciales del desarrollo institucional es garantizar la calidad en la educación. La calidad en la educación tiene muchos matices. Es difícil que exista una norma externa, genérica, consensuada por muchas instituciones, que permita evaluar la calidad de la educación. ¿Qué importancia tiene la educación en el contexto de la responsabilidad social? No se trata sólo de dar al cliente el producto que espera; el aspecto esencial es que debemos cumplir con nuestros deberes, para luego empezar a ser responsables socialmente. La calidad de la educación es un deber ser de las instituciones de educación superior, porque a todas, de una o de otra manera, les pagan por la formación de los estudiantes que reciben, independientemente de que el dinero provenga del bolsillo gubernamental o del bolsillo familiar. Todo el mundo recibe dinero por la educación, así es que la calidad de la educación no debería ser tan heterogénea. La definición de estándares de calidad y de objetivos de formación en cada programa son elementos esenciales para verificar la calidad. Debe estar claramente definido el compromiso de la

institución tanto con los estudiantes como con los padres de familia: ¿qué formación van a alcanzar en los cinco años que duran los estudios? Se trata de un compromiso social que no termina el día que se gradúa el estudiante. La incidencia que tienen los procesos formativos está determinada, en gran medida, por su conexión con la sociedad. Un proceso de admisión puede ser tan sencillo como llevar a cabo una selección excluyente, o tan complejo como conocer y considerar todas las circunstancias del candidato para ofrecerle un proyecto formativo adecuado.

Respecto a la generación de nuevos programas, hay un debate relativo al tipo de programas que deben ofrecerse. Cuando una universidad decide ofrecer un nuevo programa, siempre hay alguien que reclama un estudio de mercado. ¿Cuál es el objetivo de un estudio de mercado para el ofrecimiento de un nuevo programa? Ver qué personas están interesadas en ese programa. Pero el mercado no dice necesariamente lo que debemos hacer; dice lo que él quiere que hagamos. En cierta forma, deberíamos operar democráticamente: ofrecer el programa que la mayoría de las personas quiere. Las universidades tienen un trabajo más difícil aún: ofrecer los programas que la sociedad necesita, aunque la sociedad no sea muy consciente de esa necesidad. La universidad tiene la responsabilidad de ofrecer programas que transformen el entorno. Hace unos años se hizo una encuesta sobre los programas preferidos por los jóvenes. En los primeros lugares aparecieron las carreras tradicionales: derecho, medicina, administración, arquitectura... De acuerdo con ese resultado, como hay un mercado tan grande de carreras tradicionales, todas las universidades deberían ofrecerlas. Si se trata del tema de ingresos, el argumento puede ser válido; pero si el asunto es la transformación de la sociedad, la validez del argumento no está tan clara. La comisión de sabios no dijo hace doce años que el país necesitaba 5.000 nuevos contadores. Afirmo que el país necesitaba científicos. Se necesitaban 10.000 científicos en el año 2000; y resulta que, en el 2008, había 6.000. Ocho años después, teníamos 4.000 científicos menos de los previstos para lograr la transformación del entorno. Este dato recuerda que necesitamos nuevos programas orientados a la formación científica. Los tres ejes que el Departamento de Planeación Nacional definió el año pasado fueron: biodiversidad, energía e industria gráfica. Ya se empiezan a ver universidades trabajando en biodiversidad. El asunto es que tenemos la responsabilidad de transformar el entorno y para ello necesitamos programas universitarios que transformen el entorno: es una de las estrategias más eficaces para conseguirlo.

Respecto de la energía, hay que revisar las construcciones y edificaciones de las instituciones de educación superior. Si hablamos de eficiencia energética y los sistemas de generación, transporte y consumo de energía de las instituciones no son eficientes, se practica una doble moral. En las universidades hay expertos en energía, pero la oficina de planeación administrativa habitualmente no les invita. Eso

puede tener explicaciones, pero no se justifica. Institucionalmente, no se justifica dar mal ejemplo. Otro tema importante es el manejo de residuos. Hay instituciones con expertos en el manejo de residuos, que han hecho planes maravillosos para 15 o 20 empresas; pero la institución a la que pertenecen no tiene un plan de manejo de residuos.

La responsabilidad social en el contexto universidad-empresa

Esta relación incluye:

- La vinculación de estudiantes en prácticas o pasantías.
- La ubicación de egresados en puestos vacantes
- El reclutamiento de estudiantes de postgrado
- La oferta de programas de educación continuada
- Las consultorías
- Los proyectos de investigación

Mucho se ha hablado del tema de la relación entre universidad y empresa. En la Reunión Nacional de ACOFI del año 2008 reflexionamos sobre dicha relación. En la mesa de trabajo que coordiné en esa ocasión sobre este tema, hubo participantes que afirmaban que trabajar con las empresas era pervertir la universidad. ¿Con qué autoridad moral criticamos a las empresas, si recibimos su dinero por el trabajo que hacemos? Por supuesto, no se trata de que la universidad se calle a causa del dinero recibido. Los estudiantes universitarios desean tener contacto con la realidad profesional para la que se están formando. El primer contacto de los estudiantes con la profesión deberían proporcionarlo los profesores. Un aspecto crítico para el ingeniero que se convierte en profesor, es que puede perder el contacto con el ejercicio de la profesión. Los ingenieros no se forman para ser docentes. Algunos eligen la docencia por vocación y por compromiso, como una manera de ejercicio profesional, pero sin sacrificar su inicial vocación profesional. El contacto con la realidad es importante en la práctica de la ingeniería y es mucho más importante para transmitirlo en la docencia. Por eso es preciso que los docentes tengan un contacto con problemas reales que les permita aplicar sus conocimientos.

El enriquecimiento de la cátedra a partir de la relación universidad-empresa es muy importante. Pero, desde la óptica de la responsabilidad social, hay que preguntarse por la participación de las empresas en la definición de los objetivos educacionales de los programas: ¿tienen niveles de participación congruentes?, ¿existe una búsqueda de desarrollo humano integral y socialmente responsables?

¿existe una articulación entre la expectativa, la capacidad y la proyección? Si eso se diera, las universidades fuertes en investigación del carbón estarían en La Guajira; las universidades fuertes en investigación de biodiversidad estarían en la región amazónica; las universidades fuertes en ciencias del mar estarían en las costas. Uno observa y no ve que exista ninguna universidad en estas condiciones. Empezamos a buscar y encontramos que no hay una congruencia entre las fortalezas. Si aquí están los ingenios más importantes del país, entonces el líder visible e indiscutido a nivel nacional deberían ser las universidades de esta región. Estoy seguro de que hay mucho que ganar a partir del desarrollo armónico. Todo el mundo abrió los ojos cuando el presidente Santos dijo que el porcentaje de regalías para investigación e innovación será del 10%. Sería interesante que esos recursos los utilicemos para desarrollar investigación en un contexto armónico con la región, de acuerdo con las expectativas iniciales de las empresas.

La responsabilidad social en el contexto universidad-sistema de educación

Si examinamos con atención el sistema de educación, encontramos otro reto. Nuestra relación con las entidades educativas es fuerte entre instituciones de educación superior autodefinidas como afines. El nivel de proximidad entre instituciones formadoras de profesionales y las que forman técnicos y tecnólogos es bajo. Pero, ¿tiene sentido que no haya proximidad entre las instituciones formadoras de técnicos y las que forman profesionales, cuando en el contexto práctico el profesional de la ingeniería trabaja con técnicos y tecnólogos? Les aseguro que si preguntan a los estudiantes de ingeniería cuántas matemáticas ven los técnicos en su formación, no tienen ni idea, a no ser que en su universidad haya ciclos propedéuticos. El ingeniero no sabe qué estudia un tecnólogo. Sabe qué es un técnico y que debe ganar menos que él: es lo único que sabe. Además, los ingenieros saben que cuando el problema se complica, 'hay que buscar un técnico para que él lo resuelva, porque se trata de un problema técnico'. Esa falta de articulación no tiene sentido. Es indispensable trabajar en equipos multidisciplinarios.

La relación entre las instituciones de educación superior y los colegios se desarrolla alrededor del mercadeo. Las universidades van a los colegios únicamente a promocionar sus programas. Pero, ¿qué participación tienen las instituciones de educación superior en la definición de los contenidos de primaria y de bachillerato? Sin embargo, este asunto afecta de modo importante a las universidades: todos

los candidatos que llegan a la universidad proceden de los colegios... La distancia que las universidades mantienen respecto de la formación básica y media no puede justificarse diciendo que la calidad de la educación previa al ingreso en la educación superior es cuestión del Ministerio de Educación... La formación adquirida por los estudiantes de los ciclos básico y medio condiciona (o debería condicionar) la estructura formativa de nuestra facultades. ¿Qué participación tiene la universidad en el mejoramiento de la calidad de la enseñanza en los colegios?

Todas las universidades están sufriendo una cierta disminución en el número de estudiantes que aspiran a formarse como ingenieros. Es un fenómeno mundial. ¿Cómo atraer más estudiantes de ingeniería? Todas las estrategias publicitarias tienen mucho menos impacto que el mensaje que los profesores de física, matemáticas y química dan a los estudiantes a lo largo de su formación. Y resulta que esos profesores de matemáticas, física y química no conocen nuestras facultades, ni nuestros laboratorios, ni a nuestros profesores, ni nuestras líneas de investigación... ¿Quién va a hablar de nuestras facultades a los estudiantes de bachillerato? ¿La orientadora profesional? Estamos perdiendo grandes oportunidades. Los profesores de bachillerato, su preparación y la calidad de su ejercicio profesional, deberían constituir una de nuestras grandes preocupaciones. Deberíamos tener una relación directa con los profesores de matemáticas, física y química de los colegios de los que más estudiantes llegan a nuestras universidades, al menos para estar seguros de que los bachilleres están yendo a la carrera adecuada.

La responsabilidad social en el contexto universidad-gobierno

En cuanto al gobierno, es muy cercana la relación de las universidades con los entes centralizados. Es decir, conocemos a la gente de Colciencias, a la gente del ministerio de Educación, a los viceministros, a los que manejan recursos tipo ACCESS... Pero en lo que respecta a la vinculación regional, se percibe que tienden a ser contratistas del estado. La participación de los profesores y directivos en comités regionales es posible, pero la vinculación no suele ser institucional. Con este asunto se asocian varias preguntas:

- ¿Cuál es el nivel de participación de las universidades en la planeación regional?
- ¿Cuál es el futuro energético o financiero de nuestros municipios o departamentos?
- ¿Existe congruencia entre las ofertas de programas, las capacidades de investigación y las necesidades regionales?
- ¿Es el gobierno regional un stakeholder de nuestros programas académicos?

² Se refiere a Cali, lugar de la realización del Foro de ACOFI, capital del departamento del Valle del Cauca, región con varios de los ingenios azucareros más importantes de Colombia

La responsabilidad social en el contexto universidad-sociedad

Por último, con respecto a la sociedad, la universidad está vinculada a programas asistenciales tales como:

- El voluntariado
- La labor social en salud y educación
- Las becas y los auxilios.

Por otra parte, desde la óptica de la responsabilidad social:

- ¿Cómo participamos en la creación de empleo?, ¿lo cuantificamos?, ¿sabemos cuántos puestos generamos el año pasado a través de nuestros egresados?
- ¿Cómo producimos mayor desarrollo económico? Es decir, ¿cuál es nuestra meta?, ¿cómo vamos a contribuir al desarrollo económico de la región?
- ¿Cómo contribuimos en programas de cultura ciudadana?
- ¿Cómo podemos desarrollar mayores niveles de tolerancia? Creo que, en este aspecto, tenemos mucho que hacer. Los ingenieros tendemos a ser muy psicorrígidos, a encasillar mucho a la gente, a prejuizar. Eso no es ser tolerantes.

Aunque nuestra responsabilidad como institución es ineludible, nuestra mayor capacidad de impacto se da a través de nuestros egresados. Si hacemos todo lo anteriormente descrito, pero mantenemos a nuestros estudiantes distantes del proceso, desperdiciamos la posibilidad de graduar agentes de cambio. Si desarrollamos políticas de responsabilidad social, tal como lo podría hacer una empresa y hacemos todo lo que dijimos que íbamos a hacer, pero los estudiantes no participan, realmente no estamos haciendo mucho. No estamos haciendo más de lo que haría una fábrica, y nosotros tenemos el compromiso de formar ciudadanos.

La responsabilidad social como componente de la formación

Aún quedan sin plantear, varias preguntas para varios debates. He aquí algunas:

- La formación en responsabilidad social, ¿debe ser curricular o no curricular?
- El tema del aprendizaje por vivencia (centros de éxito estudiantil)
- La participación en iniciativas que involucren el entorno de la facultad de ingeniería
- La valoración que hace la empresa del trabajo social de las universidades
- ¿Cómo ven los estudiantes a sus profesores de ingeniería?

Taller

La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional

1. Vinculación de los programas de ingeniería con iniciativas regionales

- No hubo respuesta

2. Prácticas profesionales en micro y pequeñas empresas

- Incluir las prácticas profesionales y sociales como elementos de la estructura curricular de los programas
- Establecer un diálogo permanente con las empresas de cara a las prácticas, para definir los campos de acción de los practicantes, la dimensión formativa de las prácticas y la responsabilidad de la universidad y de la empresa en la formación del estudiante
- Estructurar las prácticas para identificar perfiles de formación y generar espacios de formación integral. Además, las prácticas han de permitir al estudiante confrontar su formación con el ejercicio de la profesión
- Fomentar la formulación y presentación de proyectos de investigación en la modalidad de cofinanciación con las empresas
- Ofrecer capacitación a los empresarios de este tipo de empresas a partir de las experiencias recogidas en las prácticas, en el marco de las relaciones universidad-empresa

3. Iniciativas institucionales de desarrollo regional, alianza universidad-gobierno

- Fortalecer las iniciativas existentes en la relación universidad-estado
- Desarrollar nuevos centros de excelencia para la investigación y la innovación en las líneas prioritarias para la región, tales como: biodiversidad, energías renovables, salud, TIC, etc. Estos centros trabajarán en proyectos articulados con los planes de los gobiernos nacional y regionales
- Promover una estrategia para la penetración digital de servicios orientados a la sociedad, en temas sensibles tales como el ordenamiento territorial, la utilización de recursos públicos para la salud y la educación, etc.
- Generar políticas y estrategias que exijan a las empresas la inserción laboral temprana mediante la formalización de las prácticas y pasantías profesionales
- Crear fondos de inversión para el fomento de empresas de base tecnológica

4. Estrategias curriculares de fomento del compromiso con el desarrollo regional

- Definir claramente el perfil profesional del egresado
- Establecer estructuras curriculares que permitan complementar el conocimiento disciplinar con estrategias tales como la resolución de problemas prácticos, en vista a la adquisición de las competencias académicas, laborales y actitudinales necesarias para su formación integral
- Determinar la importancia de las prácticas profesionales en el proceso de formación
- Crear consultorios que permitan participar en la resolución de problemas de la comunidad que tengan relación con la ingeniería
- Asignar a los estudiantes trabajos que les permitan participar en proyectos con enfoque social
- Potenciar las opciones de grado que promuevan la inserción de estudiantes y profesores en el tejido empresarial y que tengan un impacto directo en el desarrollo de la región
- Procurar la presencia, como profesores, de profesionales caracterizados por su compromiso con el desarrollo regional y por su reconocido desempeño profesional
- Crear espacios de formación del tipo de seminario permanente a los que se invite a gobernantes y empresarios que muestren la realidad de la región
- Fomentar, mediante acciones concretas, la formación en responsabilidad social de profesores y estudiantes

Reunión Nacional Eje: La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional

En el marco de la Reunión Nacional ACOFJ 2010, el desarrollo de este eje tuvo una conferencia a cargo de Francisco de Roux S.J., provincial para Colombia de la Compañía de Jesús. En el Panel participaron, además del padre de Roux, Jorge Alberto Camacho, Rector de la Universidad Industrial de Santander, Diego Fernando Hernández Losada, Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia y Luis Alberto Ordoñez, Jefe de Desarrollo Humano de la Armada Nacional de Colombia. La moderación estuvo a cargo de Vicente Albéniz Laclaustra, Director del Departamento de Ciencias Naturales de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

Conferencia

La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional

Francisco de Roux, S.J.

Para mí resulta muy grato llegar aquí y encontrarme con esta impresionante reunión de ingenieros de noventa universidades colombianas, y comprobar que ustedes le dan importancia tan seria a la responsabilidad social que tienen como ingenieros. Voy a hacer una presentación muy sencilla, y ojala tengamos un poco de tiempo para escuchar sus reacciones y aprender de ustedes. Quisiera, tal como se me pidió, hablar sobre la ingeniería en relación con el desarrollo regional y, dentro de este tema, analizar nuestras responsabilidades.

En primer lugar, es evidente que, para todos nosotros, de modo intuitivo, hay una relación entre el desarrollo y el crecimiento económico. De acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación, en la década que estamos iniciando, esperamos tener cerca del 6% de crecimiento anual. Pero en lo que yo quisiera insistir es en que el desarrollo no consiste en producir más barriles de petróleo, ni consiste en sacar más barriles de aceite de palma africana, ni consiste en hacer más unidades de zapatos o un número más grande de carros, o pasar de producir un carro cada minuto a producir un carro cada 20 segundos. Nosotros sabemos que el desarrollo no es eso. Lo anterior eleva el crecimiento económico; pero creo que todos estamos de acuerdo en que el mismo crecimiento económico puede llegar a ser contradictorio y destructor del desarrollo.

Lo segundo en lo que quisiera insistir (y les agradezco que ustedes se lo tomen tan en serio), es en que, si vamos a hablar de responsabilidad social, en lo primero que hay que pensar es en el desarrollo de la gente. Cada uno de nosotros, cada ser humano, tiene el privilegio de ser un destino único. Cualquier persona que tenga un cierto conocimiento de antropología o de filosofía, sabe, si ha reflexionado sobre sí mismo, que tiene una misión, que tiene una posibilidad de servir a los demás y de realizarse personalmente, que es única y que es irrepetible. Los que somos creyentes, pensamos que cada uno de nosotros es una relación única con el misterio de Dios, que con cada uno de nosotros es distinto. La experiencia de Dios que tiene cada ser humano es absolutamente distinta a la de otro ser humano. Todas las personas viven con preguntas, con interrogantes nunca resueltos, con ilusiones. Pero cada ser humano es una relación única con el misterio de Dios, que a través de él quiere hacer algo para los demás. Ninguno de nosotros está en el mundo casualmente, sino que, mediante cada uno de nosotros, hay un misterio

que se quiere expresar, hay una palabra que se quiere decir, hay unos sentimientos que se quieren vivir, hay un mundo simbólico que se quiere crear.

Por eso, el desarrollo no es otra cosa que hombres y mujeres descubriendo su vocación, su vocación humana y profesional, siendo consistentes con lo que sienten en el alma, en el corazón, y viviéndolo en comunidad. Porque nosotros no somos personas sino al lado de los otros; y es la relación con los demás la que nos ayuda a cada uno a identificar lo que uno es y lo que uno puede ofrecer, y la forma como uno puede interactuar con los demás, respetando su realización, sin excluir a nadie.

Quisiera llamar la atención sobre este aspecto, porque el desarrollo es la gente. Si no partimos de aquí y no comprendemos que la ingeniería, como cualquier otra profesión, tiene que estar al servicio de esta dimensión profunda, no lograremos organizar un discurso que nos totalice como seres humanos; por supuesto, como seres humanos que tenemos que vivir en armonía con una naturaleza de la cual somos parte en este universo.

Cuando decimos que el desarrollo es la gente, nos estamos refiriendo a que se trata de gente con dignidad. Permítanme una pequeña reflexión sobre este asunto. Es más fácil poner ejemplos de dignidad que dar una definición filosófica, porque la dignidad es lo que los filósofos llaman justamente un existencial: ese sentido profundo del valor de uno mismo que cada uno de nosotros lleva dentro. Me acuerdo de Alba Rosa Jaramillo, una abogada



Imagen 1. Municipio de Puerto Salgar en el Magdalena Medio¹

compañera nuestra en el Magdalena Medio. Ella tenía un gran sentido de su propio valor. Fue secuestrada por la guerrilla. El día que secuestraron a un compañero mío, jesuita, ella estaba allí presente e inmediatamente se atravesó y dijo a los secuestradores: “ustedes se pueden llevar al padre Castro; pero si se lo van a llevar, se lo llevan conmigo”. Se la llevaron también. Es muy interesante oír en el proceso de verdad y justicia, el testimonio de los paramilitares que la mataron. A Alba Rosa le serrucharon los brazos y las piernas, y finalmente le cortaron la cabeza; pero mientras pudo hablar estuvo todo el tiempo diciendo: “yo no les reconozco a ustedes autoridad, yo no acepto sino las autoridades legítimas de mi país; ustedes pueden matarme porque tienen armas, pero ustedes no tienen autoridad”.

Seguramente recuerdan aquel momento dramático del muchacho que se quita la camisa en la plaza de Pekín, y se pone delante de un tanque de guerra del ejército chino para atajar los tanques: eso es la dignidad humana.

En Colombia tenemos experiencia de la dignidad vulnerada y de los problemas éticos que todos sentimos: los secuestros, la cantidad de gente herida y destruida por las minas antipersonales, los desplazamientos, las fosas comunes, los falsos positivos (muchachos llevados a la montaña, asesinados y presentados como muertos en combate) y todo este asunto de la violación de la intimidad a través de la intervención de los teléfonos. Creo que tenemos que aceptar que todos los colombianos hemos vivido la sensación de que algo está fallando respecto de nuestra dignidad. Más que comenzar a señalar a quién creemos culpable, quisiera invitarles a examinarnos a nosotros mismos: qué hemos puesto cada uno de nosotros, qué han hecho nuestras universidades, qué ha hecho todo el que tiene liderazgo en este país, para que nos hayamos precipitado en una situación de ruptura tan honda con nuestra propia dignidad humana.

Ustedes conocen la expresión filosófica de la dignidad, particularmente dentro del mundo cristiano, que marca tan profundamente la ética liberal actual: “ningún hombre puede ser usado, ninguna mujer puede ser usada como medio para que otro hombre u otra mujer obtenga un fin, porque cada ser humano es un fin en sí mismo”. Esta profunda afirmación nos devuelve a nuestro planteamiento inicial: cada uno de nosotros tiene una vocación; todos, aun el más humilde, tenemos una vocación y eso hay que respetarlo. Es lo que se conoce como la regla de oro: “trata a los demás como tú quieres que los demás te traten a ti”. Desde el punto de vista teológico, los relatos sobre la dignidad son muy bellos. Jesús, que es la pasión de Dios por la dignidad humana, la víspera del día en que lo van a matar, se reúne en una comida con sus apóstoles. Jesús se pone a lavarles los pies a ellos, uno por uno. Se sale de la mesa, toma una toalla y se arrodilla delante de cada uno y le lava los pies, para hacer sentir el misterio de Dios y la grandeza del ser humano. Eso es Dios: que entendamos la grandeza de cada ser humano. En la parábola del juicio final no se habla nada de prácticas religiosas; ninguno es juzgado por prácticas religiosas, ni por rezos, ni por devociones: “tuve hambre y me diste de comer, tuve sed y me diste de beber, estaba en la cárcel y me visitaste, estaba solo y me acompañaste, estaba desnudo y me vestiste”. Ese es el relato teológico de la dignidad.

Decíamos que el desarrollo es la gente con dignidad. Formulémoslo de otra manera: el desarrollo es la vida que la gente quiere vivir. Si van por el Magdalena Medio, de pronto se encuentran unos mangos gigantes, llenos de vitalidad, y que tienen al lado, en una cajita de 10 cm por 20 cm, un manguito diminuto, que posee exactamente todas las cualidades del otro, que tiene la misma edad del otro, que

¹ Tomada de <http://www.puertosalgar-cundinamarca.gov.co/sitio.shtml?apc=m1G1--&x=1575977>

genéticamente es igualito, diríamos que tiene la misma posibilidad de vida, la misma 'dignidad posible'. Pero ese manguito no tiene sino 30 cm de altura. Mientras que el primero da unas mangas enormes, el segundo produce unas pepitas. Sucedió que, a ese pequeño manguito, le recortaron las posibilidades de desarrollarse a fondo, de expresar toda su vitalidad; le cortaron las raíces, lo encerraron en una caja y ese fue el único desarrollo que tuvo.

Barcelona es una de esas ciudades que le marcan a uno muy profundamente. Cuando uno llega a Barcelona, se encuentra con que tiene en el mismo trazado de ciudad que hicieron desde la edad media. En la manera como conformaron sus casas, en la forma como se visten, en la manera como celebran la vida, en la forma como comen ... el pueblo muestra una intención de expresar cómo entiende la vida y cómo quiere vivir su propia vida. A mí me impresiona mucho la gente de Silvia (Cauca): la comunidad de indígenas guambianos. Hoy en día tienen computadores y han hecho de sus viviendas artesanales hoteles para la gente que les va a visitar. Pero en su manera de vivir y organizarse, expresan justamente la forma como quieren vivir su dignidad, expresar su dignidad, compartir su dignidad, acoger a los demás en su manera de vivir esa dignidad que ellos sienten tan profundamente.

Esto es importante, porque con la dignidad sucede algo interesante. Todos tenemos la misma dignidad. Es una verdad de Perogrullo desde el punto de vista filosófico: la dignidad no puede crecer. Por el hecho de que lleguen ustedes a ser ingenieros de Harvard o del MIT, ustedes no tienen más dignidad que un niño del Chocó. Uno no puede desarrollar la dignidad; la tenemos simplemente porque somos seres humanos y no se la debemos a nadie. La dignidad no nos la da el estado; no la da ser ciudadanos de Colombia o de España o de los Estados Unidos; no la da la religión; no la da la familia. Cada uno de nosotros la tiene simplemente porque es un ser humano. Entonces, al hablar de desarrollo, no estamos hablando de desarrollar la dignidad, porque la dignidad no puede aumentar ni disminuir. Una persona que va a la cárcel porque comete un error, no pierde su dignidad: por eso hay que aplicarle el debido proceso y hay que protegerle en sus derechos. De lo que se trata es de desarrollar las condiciones (eso es lo que tienen que hacer los ingenieros) para que un pueblo pueda vivir su dignidad, expresar su dignidad, celebrar su dignidad, compartir su dignidad. Este esfuerzo, por supuesto, tiene que estar muy vinculado con nuestras responsabilidades sociales.

Hablamos de región, pues aquí se trata realmente de regiones: Caribe, Valle del Cauca, Costa pacífica, Antioquia, Santander, nuestra frontera con el Ecuador ... Es en las regiones donde la gente se propone sacar adelante la vida. De ahí la importancia que, en nuestras facultades, estemos muy atentos a contribuir a que

los pobladores se propongan este propósito y comprendan que si lo consiguen es su logro y que si no lo alcanzan es su responsabilidad.

Quería compartir esta reflexión porque, en el proceso que a mí me tocó acompañar a la gente del Magdalena Medio, esto se volvió una preocupación central en la gente de los municipios. Eran treinta municipios del sur de Bolívar, del sur del Cesar, de Antioquia y, sobre todo, de Santander. Los pobladores fueron asumiendo este planteamiento como una propuesta propia. Esto es lo que nosotros nos proponemos: hacer vida, una vida sin violencia y una vida sin pobreza. Si el Banco Mundial nos ayuda, si el Gobierno Nacional nos ayuda, si la Unión Europea nos ayuda, lo vamos a hacer. Y si nadie nos ayuda, igual lo vamos a hacer, porque de otro modo este pueblo se acaba. Este desarrollo, que es un desarrollo de las personas en comunidad, de las personas en dignidad, es un desarrollo regional que requiere la conciencia de todos nosotros.



Imagen 2. Migraciones antiguas en Antioquia³

Cuando uno está construyendo región es muy importante partir de los relatos de la gente: conocer cómo se movieron para hacer un pueblo, qué era lo que los abuelos llevaban en mente cuando hicieron lo que se llaman las migraciones orgánicas. Las migraciones se llaman orgánicas porque llevaban a las familias, con los burros, con los perros, con el cura, e iban a construir un pueblo con una ilusión de pueblo. Distintas de estas migraciones, más complicadas, que también las hubo en el país, son las que llaman migraciones de aluvión, de gentes que huían de las violencias y que fueron a dar a sitios muy difíciles, pero que luego se recogieron como pueblos y trataron de expresarse de una manera propia. ¿Qué era lo que querían esos abuelos cuando crearon Bucaramanga, cuando hicieron Medellín o Santa Fe de Antioquia, cuando estaban haciendo las ciudades básicas del Valle del Cauca o del gran Cauca? ¿Detrás de qué andaban?

Esto es importantísimo en este momento, porque se trata de recoger esas sensibilidades y recoger la historia de las víctimas, en estos esfuerzos de reconstruir la paz y las reconciliaciones entre nosotros. En Puerto Berrío, en Puerto Nare, empezamos a invitar a la gente a que pusiera en los ladrillos de la plaza central, delante de la iglesia, los nombres de las personas que ellos recordaban que habían

³ Tomada de <http://familialondono.blogspot.com/2007/05/la-migracin-antioquea-hacia-el-sur.html>

sido asesinadas en los últimos dos años. Volver a levantar esa historia es importante, porque es parte del acumulado cultural de un pueblo: tenerlos presentes y saber que caminamos y vivimos por ellos y gracias a ellos, para sentirnos en esta aventura humana compartida. Los indígenas, que son en esto tan profundos, no tienen la idea de que ellos tienen territorio. Se plantean el problema al revés: ellos pertenecen a un territorio. Ese es el problema del indígena: que no tiene un territorio, sino que él pertenece a un territorio. Esa es su mamá tierra y por eso se siente obligado con el territorio, y por eso siente que lo tiene que cuidar, y por eso entran en esas contradicciones con ustedes los ingenieros cuando les van a tocar su tierra y se les arman esos problemas, que para ellos son muy de fondo, cuando les van a sacar la sangre a la tierra con el petróleo y cuando les tocan la montaña para una explotación de carbón. Hay que entender esa mentalidad cultural: en el fondo, son elementos de sensibilidad muy profunda, muy arraigados en su historia, expresados mediante una tradición oral hondísima, que pertenece a esa tierra. Creen que cada árbol es parte suya y de sus abuelos, que los pozos de agua les pertenecen, que deben cuidarlos como los cuidaron los abuelos para dárselos, para que puedan dejarlos a sus hijos. Ellos no pueden decir a sus hijos que vinieron unos señores y dijeron que esto se podía explotar de otra manera. Todo eso es parte de la región y de la forma como los pueblos se articulan con las regiones. Por supuesto, así se genera una ética colectiva, unos códigos de honor que en Colombia hemos burlado de una manera impresionante.

Si algo tiene de bello Colombia es justamente esto: las diferencias regionales. El gobierno nacional acaba de entenderlo así al establecer una consejería de regiones. Este país hay que construirlo desde sus regiones: desde la particularidad de los pastusos, desde la forma como los caucanos ven las cosas, desde la forma como los antioqueños lo hacen, desde la zona cafetera, desde la ciudad región de Bogotá, desde los Santanderes, desde la costa, etc.

Por supuesto, no basta con establecer cuál es la vida que la gente quiere vivir en un territorio. Hay que producir esa vida y éste es un punto interesante que desata una discusión muy fuerte con los economistas. Cuando empezamos a trabajar en el territorio del Magdalena Medio, la idea que, de entrada, le dan a uno los colegas economistas es: “venda primero, antes de producir; usted no se preocupe por la gente; vea qué compran en el mercado y póngase a producir eso”. Por supuesto, la convicción que muchos tenemos es que las cosas no deben ser así, sino: “vea cual es la vida que la gente quiere tener y hagamos esa vida, produzcámosla; y si lo hacemos bien, nos vamos a posicionar muy bien en el mercado”. Efectivamente, de lo que se trata aquí es muy elemental: producir la vida querida en una región, transformar las potencialidades naturales y transformar las potencialidades humanas. Esto es lo más interesante: la inteligencia de la gente, la sensibilidad de la gente,

la cultura de la gente en la vida que el pueblo quiere tener; y hacer eso de una manera sostenible para todos los pobladores.

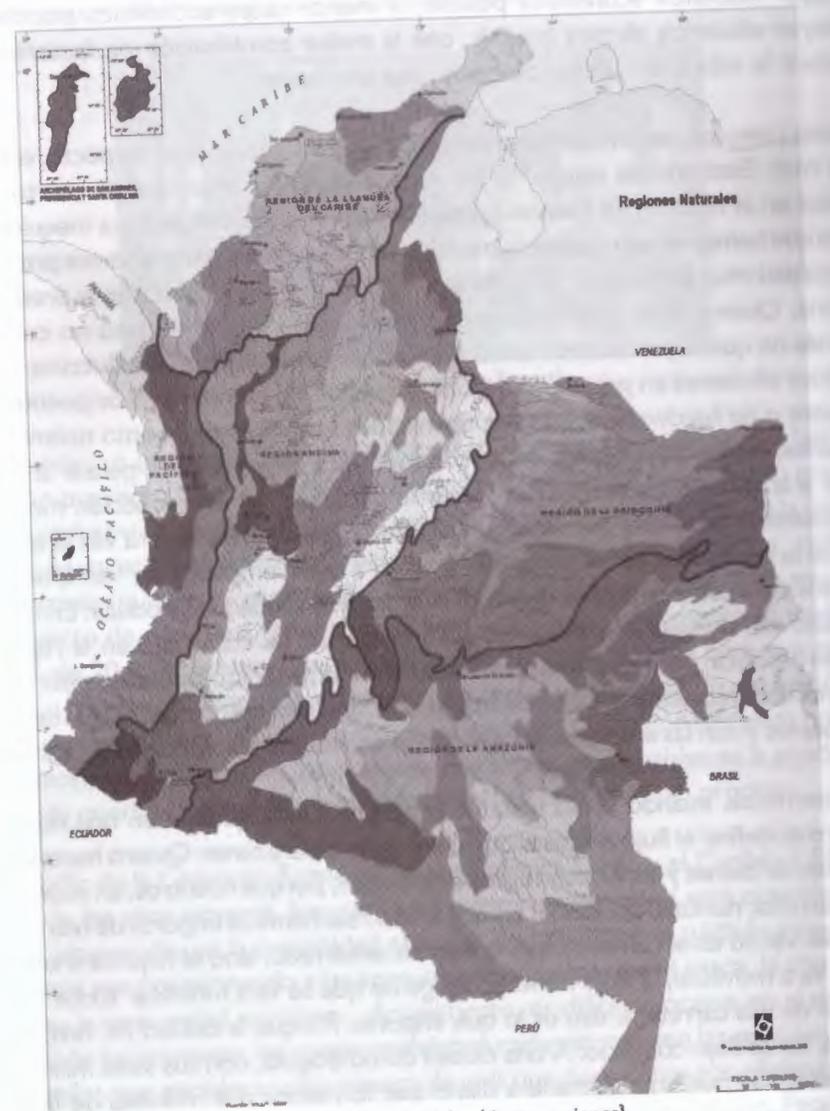


Imagen 3. Mapa de Colombia por regiones³

Lo anterior se puede formular de una manera más sofisticada, para los que nos gusta la economía. Estamos frente a una función de bienestar y queremos maximizar dicha función. Lo que estamos tratando de hacer es transformar, con la participación de la gente (porque la participación de la gente es absolutamente necesaria), las

³ Tomada de http://190.254.22.44/mapas_de_colombia/IGAC/Tematicos/34813.jpg

potencialidades que hay en un territorio. Esta transformación queremos hacerla con la mayor eficiencia ecológica posible, al menor costo ecológico posible; con la mayor eficiencia económica posible, al menor costo económico posible; con la mayor eficiencia técnica posible, con la mejor combinación de factores, para producir la vida que la gente quiere en ese territorio.

Algunos piensan que el mejor trato es la equidad. En Colombia, al respecto, estamos muy mal. Estamos de segundos en América Latina y creo que de cuartos o de quintos en el mundo, en cuanto a concentración de los ingresos y a inequidad. Es cierto que hemos tenido un proceso estable de crecimiento; pero tenemos problemas de equidad muy profundos. La equidad no comienza después de que la producción termina. Quiero decir que la responsabilidad social de las empresas no comienza después de que la producción termina. Hemos hecho una gran producción, hemos sido muy eficientes en proyectos de infraestructura de carreteras o de puentes o de software o de hardware; y, una vez terminados los proyectos, como tuvimos unas utilidades, vamos a ayudar a la gente con esto. La manera bella de pensar la cosa es meter a la gente en la producción, hacerle participar en la producción misma, en la producción de la vida que ellos quieren. Así engendramos de una vez la equidad, porque la gente va a tener participación, van a estar empleados y van a tener los recursos para comprar la vida que ellos mismos han ayudado a producir. En un buen ejercicio, van a generar excedentes para conseguir las cosas que en la región no pueden producir, pero que, intercambiadas con sus productos, pueden venir a llenar lo que también consideran parte de su dignidad. Son los computadores que tienen los guambianos y son las arepas antioqueñas que comen los colombianos en Barcelona.

Evidentemente, cuando usted trata de producir la vida querida en una región, lo primero es definir el flujo de cosas que una región quiere tener. Quiero hacer énfasis en el flujo de bienes y servicios y logros espirituales, porque nosotros, en economía y en desarrollo, nunca lo hacemos. Lo que a uno realmente le importa de una calzada de doble vía no es el cemento que quedó allí enterrado, sino el flujo de transporte que se va a movilizar, el flujo inmenso de gente que se va a movilizar todos los días a través de esa carretera: eso es lo que importa. Porque la calidad de vida, la vida querida, es de flujo continuo. A una ciudad como Bogotá, con sus siete millones de habitantes, hay que suministrarle a diario por lo menos dos millones de litros de leche. Por eso es tan interesante el mercado y tan importante la complejidad de las operaciones que hay que hacer, para que todos los días del año haya dos millones de litros de leche en la ciudad. Por supuesto, esos dos millones de litros de leche no se distribuyen equitativamente entre la gente: hay hogares que tienen cinco litros y hay hogares que tienen medio litro ¡y con agua! Pero ese es el flujo. El flujo son cosas de todos los días: una cantidad de gasolina que tiene que llegar, una cantidad de leche que tiene que llegar, una cantidad de carne que tiene que llegar, una cantidad

de medicinas que tiene que llegar, una cantidad de ropa que tiene que llegar, una cantidad de tiempo libre para que la gente haga deporte... Estamos hablando de flujos continuos, dinámicos y a eso le estamos apuntando.



Imagen 4. Panorámica de Bogotá⁴

Se lo expreso a propósito, porque resulta fácil, como un servicio social, hacer un pequeño proyecto en el que los campesinos le digan a uno que quieren producir 20.000 cachamas (una variedad de peces) en un pozo que van a hacer en la finquita. Es fácil, pues usted simplemente hace el pozo, siembra las cachamas, consigue concentrado (que es muy costoso) y obtiene las 20.000 cachamas. Pero eso no es un proyecto de nada, eso no es desarrollo. El problema interesante es mantener un flujo de 20.000 cachamas semanales y crear las condiciones para que eso sea posible y hacerlo con la mayor eficiencia económica y ecológica, de manera que no haya que comprar a otros el alimento de las cachamas, sino que se pueda producir entre ellos: eso es desarrollo. Esto supone involucrar a los pueblos en la producción de la vida querida, y exige la protección de la sostenibilidad del proceso.

Un estudio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL-, a finales de los años noventa, fue muy interesante porque tenía esta concepción de región. Hoy en día, en la comunidad europea, se puede ver el cuidado con que sus habitantes van posesionando a las comunidades: la comunidad vasca, la comunidad catalana, la comunidad escocesa... Actualmente, es difícil colocarse en el mercado mundial de las empresas; las que se posicionan cada vez más son las regiones, donde hay pueblos que establecen una manera de vivir que desarrollan con eficiencia, claro que con las empresas y claro que con empresas que son internacionales. Pero son los pueblos los que establecen cómo quieren vivir. Son formas de desarrollo totalmente integrales, en las que todas las ingenierías entran en juego y en las que la gente sabe que, si un producto viene de esa región, puede comprarse con tranquilidad porque hay control de calidad. En todo el mundo, el sabor de la región es muy profundo.

⁴ Tomada de <http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/01.270701.html>

la presencia de la cultura es evidente, el cuidado del medio ambiente es innegable. Este es el tipo de cosas que, hoy en día y en el futuro inmediato, vamos a encontrar cada vez más, en una globalización alternativa que quiere evitar el calentamiento global, que necesita profundamente de las ingenierías y que va a depender mucho de la forma como nuestras facultades de ingeniería se posicionen.

Como un ejemplo, podríamos recordar algunos casos del Magdalena Medio. Unas señoras que están produciendo ladrillos y tejas de la más alta calidad, habían pasado toda su vida en medio del barro, en pequeños chircales, en los que una familia saca en un mes una camada de ladrillos y se gana un salario mínimo. Fuimos a visitar una empresa de ladrillos en Bogotá y estas mujeres analfabetas, comenzaron a observar cómo se producía el ladrillo. Hoy en día tienen una fábrica con todas las condiciones de calidad; son las principales productoras de ladrillo de la región y lo hacen con todas las técnicas modernas. Lo interesante es ver que cuando el pueblo se da cuenta de cómo puede producir la vida querida gracias a los desarrollos de la ingeniería, rápidamente los incorpora.

Siempre hemos insistido mucho en que, en el desarrollo del trópico, los productos tropicales permanentes son muy importantes: las frutas tropicales, la palma de aceite, el cacao, el caucho... La invitación era a desarrollar fincas campesinas que combinen productos tropicales permanentes a largo plazo, que asienten al campesino en el territorio: una finca de cacao bien sembrada dura 25 años produciendo y una plantación de caucho de cinco hectáreas dura 30 años. Lo que sucede es que, si el palo tiene 30 años, es más rentable sacarlo como maderable que continuar ordeñándolo por el precio que el caucho tiene en el mercado. Siempre discutimos con los europeos el problema que armaron por no captar lo que es la región en el trópico. En Europa no son tropicales, no conocen la economía tropical. Se pusieron a hacer los productos tropicales en forma de plantación (el caucho en plantación, la palma en plantación, el cacao en plantación) y eso es muy violento. Nosotros en Colombia también hemos aprendido que el café en plantación no nos resulta mucho más eficiente.

En algunas comunidades desarrollamos el cultivo de banano, que se empezó a exportar desde el año 1992. Recuerdo cuando llevamos los primeros 800 kilogramos de banano a Bogotá para exportar, con la ilusión de que les habíamos hecho un control de calidad perfecto. Llevamos 800 kilogramos y nos devolvieron 600 kilogramos. Hoy en día, el banano sale de las fincas en cajas de icopor, empaçado por las mujeres, que son tan finas en eso, y se va directamente, en avión, a Europa. El juego económico permite pagar ese tipo de transporte. Este es un caso de desarrollo que pensó primero en la cultura (cuál es la vida que nosotros queremos vivir), articulando a los pueblos de manera que la gente de Santa Rosa, en el Sur de Bolívar, sintiera lo mismo que la gente de San Vicente de Chucurí; que la gente de

Sabana de Torres, en Santander, se sintiera compartiendo un mundo con la gente de Simití, para construir juntos una realidad.

Estas son sencillas reflexiones para compartir con ustedes, ingenieros. Pero son cosas que uno descubre en el desarrollo regional. Fíjense que lo que uno realmente produce es un flujo de bienes y servicios. Así mismo, de bienes espirituales, de tiempo libre para que la gente se pueda dedicar al ocio, para tener la posibilidad de disfrutar de la naturaleza. También eso hay que producirlo: tiempo para leer y para la cultura; pero también presupuesto de comida, de ropa, de hábitat, de la manera como queremos hacer las casas y de la manera como queremos vestirnos. Eso es lo que uno produce: flujo continuo.

Gran parte del problema en el desarrollo es cómo equilibrar ese flujo continuo de cosas, de bienes, de tiempo, de expresiones culturales, de estética; cómo manejar todo eso para que corresponda realmente a una expresión de la dignidad de un pueblo. Este es un aspecto de fondo.

En la producción, el proceso tiene unas etapas, y ustedes, ingenieros, entran en esas distintas etapas. Hay una etapa primera, muy importante en ingeniería, lo mismo que en otras disciplinas de la universidad, que es la del conocimiento profundo, las ciencias básicas, la infraestructura, las maquinas. A pesar de estar en los primeros momentos del proceso, esta etapa es muy importante y es necesario que, en una región, se tenga en cuenta. Luego, hay una segunda etapa que es la de los materiales intermedios, los materiales de construcción, las técnicas para poder trasladar las cosas a los bienes finales. Finalmente, el empaque, la preparación de los bienes finales para que salten a la vida querida por la gente.

Es muy importante ubicarse en el principio de las cosas. Cuanto más atrás se sitúe en el proceso, cuanto más se procure llegar a la infraestructura, cuanto más se intente llegar al origen de la energía, cuanto más atrás se trate de llegar en el conocimiento, más se acelera el flujo de la vida querida y más se controla el flujo de la vida querida. Aquí hay algo muy importante: no hay que situarse en la etapa final, no hay que quedarse en las operaciones finales, que también son importantísimas. Desde la etapa final no se acelera el flujo de la vida querida; hay que situarse más atrás. Este aspecto es muy importante en un proceso de este tipo.

Por ejemplo, uno de los elementos más antropológicos de los ribereños en el Magdalena Medio es poder desayunarse con un pedazo de plátano o de yuca y un bocachico o un bagre. Eso pertenece a la cultura: si no tienen eso, no se sienten desayunados. Así como los antioqueños tienen que comer arepa para poder sentirse desayunados, así como los cundiboyacenses tienen que tomar changua, los ribereños tienen que

comerse un pedazo de pescado, que es un extraordinario proveedor de proteínas. Según un estudio que hicimos con la Corporación Colombia Internacional, en los 300 kilómetros del río Magdalena que van desde Puerto Nare hasta La Gloria, hace 20 años se sacaban 17 mil toneladas de pescado por año. El año que hicimos el estudio se habían sacado solamente 800 toneladas. ¿Qué pasó? El pescado se acabó y, al acabarse el pescado, se acabó la posibilidad de desayunar como la gente quería. La ciudad de Barrancabermeja tuvo que comenzar a importar el bocachico de Argentina. Los argentinos tomaron ese pez, que es propio de aquí, y lo produjeron en forma agroindustrial. La gente de Barrancabermeja dice que le sabe a cartón; claro, porque que el bocachico tiene el sabor de la tierra. Pero fíjense en el drama de un pueblo que comienza a perder lo que sentía que era su propia vida, en una cosa tan sencilla como su desayuno. Vuelva usted a tener 17 mil toneladas de pescado en el Magdalena Medio. El número de ingenieros que se necesita para poder volver a tener esa cantidad de pescado, es inmenso. Hicimos muchos ensayos, produjimos alevinos, sembramos alevinos en el río; pero ustedes saben que el asunto es mucho más complejo. Las ciénagas se habían llenado de tierra. La acumulación de tierra era debida a que los bosques se habían acabado. El bocachico se reproduce en la ciénaga cuando se calienta: entonces los peces salen y viene el proceso productivo. Todo eso genera empleo, cuidando los bosques, entendiendo cuál es el tipo de bosques naturales y de bosques productivos que se necesitan, protegiendo las ciénagas, haciendo que el río Magdalena no se lleve el suelo por toneladas todos los días...

Hagamos un análisis un poco más técnico del tema. Supongamos que, en la primera etapa de un proceso productivo, se tienen en cuenta los conocimientos, la infraestructura, la protección del medio ambiente. En el proceso intermedio, se consideran los bienes intermedios, las materias primas que utilizamos en transformaciones intermedias, la tecnología, para llegar a los bienes finales, como, por ejemplo, los alimentos que están listos para ser puestos en el mercado, o la extracción del aceite de palma para la refinería. El asunto es alinear todo esto con la producción de calidad de vida. En todas las etapas se producen excedentes, que son los que nos permiten comercializar con el extranjero y más si son de alta calidad. Si se trata de trabajar en una economía abierta, pensar sólo en las regiones es inconcebible, debe hacerse dentro de un mundo de mercado abierto; pero sin olvidar que vamos a producir la vida que nosotros queremos tener. Es importantísimo definirlo así, porque si no, nos salimos del ser humano.

Veamos un ejemplo de calidad de vida.

En Barrancabermeja discutíamos sobre los flujos, sobre las corrientes de la refinería y hablábamos del etileno. Hoy en día eso ha cambiado. Pero, hace diez años, el etileno, en gran parte, se quemaba. La pregunta era: ¿por qué no toman el etileno,

lo transforman en polietileno y el polietileno se transforma en sillas plásticas, en vasos y en elementos de cocina? Había que empezar por recuperar el etileno y pasarlo a polietileno. Los excedentes calculados eran inmensos: se podían generar 15.000 empleos produciendo una industria de bienes finales plásticos, utilizando únicamente el 15 % de la totalidad del polietileno que se estaba obteniendo, generando una gran cantidad de excedentes. El problema se presenta cuando usted lo saca todo directamente de la región, sin hacerle transformaciones que vayan a la calidad de vida de la gente.



Imagen 5. Campos de la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja⁵

Hay otro elemento que es absolutamente importante en el desarrollo. Una cosa es definir cuál es la vida que queremos, otra cosa es producir la vida que queremos y otra cosa es gobernar la vida que queremos. Para decirlo de una manera muy sencilla: la única institución que hemos inventado los seres humanos para tratar a todo el mundo por igual, para mantener condiciones de dignidad, es el estado. Para eso se hizo el estado. Si uno lee la Constitución Política de Colombia, lo que hemos intentado hacer en el fondo es crear las condiciones para que aquí todo el mundo pueda vivir en dignidad. Esas condiciones de dignidad para todos no las garantizan ni los sindicatos, ni las cooperativas, ni la religión, ni los partidos políticos. Porque un partido político cuida de la dignidad de sus afiliados, una cooperativa cuida de la dignidad de sus socios... Por eso creamos una institución, el estado, para garantizar que todos pudiéramos tener, en igualdad de condiciones, las posibilidades de vivir nuestra dignidad. De ahí la importancia de incorporar el elemento de la formación política, de la decisión y la transparencia en el manejo de los bienes públicos, de esas ideas que son muy profundas. Los bienes públicos son de la gente, son para la promoción de la dignidad humana.

En este aspecto, necesitamos que los ingenieros participen en el mundo de la política, en el mundo de la gestión del país, porque aun poniéndonos de acuerdo en cuál es la vida que nosotros queremos tener (tema que ojala se discutiera en las regiones, porque en las regiones es donde se vive la sensibilidad del pueblo), debemos garantizar la seguridad de las personas, de modo que no suponga una amenaza para los demás, de manera que el logro de los intereses de unos no se convierta en pérdidas para los demás. Estos son acuerdos de fondo que se hacen mediante de la política.

⁵ Tomada de http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/petroleo-y-gas/ecopetrol-invertira-us6925-millones_66851.aspx

Cuando se habla de las regiones, no se puede dejar de pensar en que hay que mantener una perspectiva macro que toca con las grandes variables económicas, con las grandes variables políticas y con las grandes variables sociales: la equidad entre las regiones. ¿Qué vamos a hacer con el Chocó, si insistimos en que la dignidad debe ser igual para todos, si sabemos que la fuerza cultural que nos dan los afros a los colombianos es descomunal? Les debemos la cumbia, el vallenato, el mapalé, el curulao, muchos de nuestros platos típicos ... y les hemos arrinconado. Creo que todos lo sabemos y lo sabemos en nuestras universidades de cada diez afrocolombianos, ocho están discriminados. Esta es la razón por la cual la presencia de los afros en nuestras universidades no corresponde a la proporción de afros que hay en Colombia, que es muy significativa.

También hay otras grandes variables macro: el manejo de la moneda, el manejo de la justicia, el manejo de la ética pública, la generación de empleo, la superación del rezago en infraestructura (que para los ingenieros es un elemento muy importante), la estrategia para enfrentar un posible *boom* energético ..., aspectos que darían para otra conversación. El problema no es la minería; el problema es ver cómo podemos poner la minería en línea con lo que nos importa, que es la calidad de vida en cada una de las regiones ¿Cómo podemos armonizar esto, de manera que los pueblos acrecienten la vida que ellos quieren, gracias a la presencia de ese tipo de macro proyectos? Por otro lado, mantener una tendencia de creciente de la deuda pública y política, diferenciando las regiones, me parece muy interesante. Es distinto el desarrollo de la gente de Pasto o de Santander, de la Región Caribe o de Antioquia.

Para cerrar esta conversación, quiero recordar qué es lo que realmente buscamos cuando hablamos de responsabilidad social como profesionales en un mundo que entendemos por su importancia regional. Es reconocernos como seres humanos, amar esta tierra tan bella que a nosotros nos tocó: Colombia. Por todas partes nos están diciendo que es uno de los escenarios más bellos del mundo. Pues bien, aquí es donde debemos contribuir a crear una globalización alternativa, sostenible, de calidad, segura, tranquila. Debemos hacer de Colombia un lugar donde los pueblos puedan vivir con orgullo y sin diferencias, con la participación de todos, para dejar un mundo humano a nuestros nietos. Nuestro gran reto es poner la ingeniería al servicio de la dignidad humana.

Panel

Responsabilidad social de la formación para el desarrollo regional

Invitados:

Jaime Camacho Pico

Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga

Diego Hernández Losada

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Luis Alberto Ordoñez Rubio

Armada Nacional - Escuela Naval Almirante Padilla, Cartagena

Moderador:

Vicente Albéniz Laclaustra

Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá

Jaime Camacho Pico

Si abordamos la temática de la responsabilidad social, o lo que se conoce como responsabilidad social empresarial, desde la perspectiva de las normas ISO, éstas expresan que debe ser una acción que es voluntaria y explícita por parte de las empresas. Dicho esto, cabe una primera pregunta. Este concepto de la responsabilidad social y de la responsabilidad social empresarial ¿se puede trasplantar tal cual al contexto universitario? Mi respuesta sería no, por dos razones. La primera, porque en la definición de la ISO se propone como una actividad voluntaria, y la responsabilidad social de la universidad no es voluntaria, es una obligación. La segunda, porque más que una función de una dependencia, la responsabilidad social universitaria está inserta en todo lo que hace la universidad día tras día. Tanto para la universidad pública como para la universidad privada, la responsabilidad social está en lo misional, en lo que hace en formación, en investigación y en extensión, que es quizá la dimensión que podríamos asociar más directamente con la responsabilidad social. De hecho otra forma de denominar la extensión es proyección social.

Las universidades hacen formación, hacen investigación y hacen extensión como consecuencia del desarrollo de una misión, de un compromiso misional. Buena parte de esas actividades tiene impacto en el desarrollo de las comunidades, en el bienestar de la gente, en la generación de empleo, en la creación de empresa y en proporcionar unos niveles de bienestar cada vez mejores para la sociedad en

la que se inserta esa universidad. Cuando hablamos del desarrollo lo abordamos desde una perspectiva económica, pero también social.

Para aterrizar la responsabilidad en lo que hace día a día la universidad, debemos considerar dos dimensiones:

- La dimensión interna. Responsabilidad con lo que llamamos comunidad universitaria: estudiantes, profesores, servidores administrativos, egresados
- El entorno. Responsabilidad social en todas las acciones que deben apuntar al bienestar, a un mayor desarrollo socioeconómico para el territorio, y que se puede hacer directamente o se puede hacer a través de la ingeniería, a través de alianzas y aliados estratégicos, de las empresas y gremios, del gobierno, del sistema educativo...

En ese contexto voy compartir con ustedes lo que estamos haciendo en la Universidad Industrial de Santander en lo referido a responsabilidad social empresarial, en el marco de la formación de ingenieros para el desarrollo de territorio.

Proyecto institucional y plan de desarrollo

A lo largo y ancho de la normatividad universitaria encontramos de manera explícita el compromiso con la sociedad, concretada en el entorno en el cual ejercemos nuestra influencia. Estos principios se reflejan en las funciones misionales: docencia, investigación y extensión o proyección social. Todo lo que hace la universidad se enmarca en lo que conocemos como responsabilidad social universitaria, para los colectivos internos, que son nuestra razón de ser fundamental, y para los territorios en los que se insertan nuestros egresados.

Una forma de ejercer responsabilidad social lo constituye la presencia de la universidad en diferentes regiones del territorio. La Universidad Industrial de Santander está presente con programas presenciales, con programas de educación a distancia, con actividades de extensión en el territorio santandereano, con sedes regionales en áreas, algunas de difícil acceso y con orden público complejo.

Los comités universidad-empresa-estado son una forma de materializar la responsabilidad social de la universidad. Es acercarse a la empresa, a los gremios; es acercarse al gobierno, local, regional, para abordar conjuntamente la solución de problemáticas empresariales, socio-económicas de determinados territorios, para proyectar una solución, acompañar en su implementación, generar empleo, calidad de vida, crecimiento y desarrollo de los territorios. En el caso de la Universidad Industrial de Santander, se han atendido sectores empresariales muy concretos, a

los cuales se les da asistencia técnica, acompañamiento, innovación, transferencia de tecnología y que tienen su impacto en la creación y sostenibilidad de empleos. Se han acompañado pequeñas y medianas empresas del área metropolitana de Bucaramanga, relacionadas con alimentos, asfaltos y pavimentos. Igualmente, la Universidad está presente en otras instancias que jalonan el desarrollo de los territorios. Por ejemplo, el parque tecnológico de Guativará, el cual tiene como propósito generar bienestar y desarrollo, transferir tecnología y hacer innovación en todas las áreas del conocimiento.

Para abordar las dos dimensiones anteriormente mencionadas, iniciemos con la dimensión interna, viendo lo que hace la universidad, en términos de responsabilidad social con sus colectivos en la comunidad universitaria. Hay programas como el denominado *Ingenio* para promocionar la creatividad, la inventiva y el espíritu innovador entre los estudiantes. A mediano plazo, la iniciativa significa la posibilidad de que un egresado tenga su propia empresa, sea el generador de su propio empleo y, como consecuencia de esa dinámica, pueda generar mucho más empleo productivo para la región. Los programas de emprendimiento que suponen la concepción del futuro profesional como un emprendedor, como un empresario que no sale al mercado productivo a buscar empleo, sino que toma la opción de generarlo, para contribuir al desarrollo de los territorios. Todas las propuestas están enmarcadas en lo que llamamos formación integral. También hay otras acciones de responsabilidad social universitaria: el desarrollo de las cátedras, las actividades de cultura física y deporte, la agenda cultural abierta no solamente para la comunidad académica, sino para la sociedad santandereana.

Debido a la procedencia de nuestros estudiantes, podemos afirmar que buena parte de ellos pueden acceder a la seguridad social en salud gracias a estos programas. Es el único mecanismo que tienen para acceder a la seguridad social de salud. También esto es responsabilidad social universitaria y le compete a la universidad. La responsabilidad ambiental se lleva a cabo mediante programas que desarrolla la comunidad universitaria y que dejan un mensaje para el ciudadano que es nuestro profesor y que es nuestro estudiante. Seguramente ese mensaje trasciende el campus y va a hacer parte de su comportamiento diario con el beneficio que esto supone para la ciudad y para el territorio.

En cuanto a la dimensión externa, presentaré un ejemplo de lo que estamos haciendo con empresas y gremios, con el gobierno, con el sistema educativo y con la sociedad en general. Se trata del proyecto de apoyo al fortalecimiento de la capacidad nacional en software, consiste en un proyecto conformado por pequeñas y medianas empresas, en su mayoría, que tiene la capacidad de generar un muy alto empleo calificado en términos de ingeniería.

Este es un proyecto en un campo petrolero abandonado por Ecopetrol que le fue entregado a la Universidad a través de la figura de un convenio de formación científica. Éste produce unos barriles de petróleo al día, muy simbólicos, que sólo sirven para costear la inversión que se hace allí en recurso humano y en algo de tecnología. Para la comunidad, representa llevar programas preventivos en salud y llevar acompañamiento a la escuela de la vereda, entre otras muchas. Todos los días se interactúa con la comunidad en una zona del departamento en donde el orden público y la presencia de grupos al margen de la ley afectan la tranquilidad y el diario vivir. La presencia que hemos tenido profesores y estudiantes en este proyecto, es muy interesante. Si bien el escenario es un campo petrolero, esta dimensión es a la que menos importancia le hemos dado.

En cuanto al acompañamiento al gobierno, lo ilustro con un ejemplo: el proyecto *Computadores para educar*, que todos conocen. En él ha participado la Universidad con el acompañamiento a toda la región oriental del país y a la región Caribe. Tal vez la parte más visible del proyecto es la donación de computadores, para que, mediante el mantenimiento y la repotenciación, se instalen en escuelas, en municipios y en veredas. Pero la Universidad también hizo el acompañamiento pedagógico y metodológico para formar los docentes que luego se convirtieron en multiplicadores en todas esas escuelas y colegios. Lo interesante, más que las cifras, es que este proyecto implicó la presencia casi nacional de la Universidad en todas las regiones mencionadas. Se hizo acompañamiento a profesores de primaria y de bachillerato que son los multiplicadores de estas tecnologías de comunicaciones. Este ejemplo hace evidente que, desde el nivel de formación como ingenieros, además de lo teórico y de lo conceptual, los estudiantes están teniendo una exposición real a la interacción con la vida. Ahí está inmerso el concepto de la responsabilidad social que seguramente les marcará para el futuro, cuando comiencen a ejercer la profesión.

Para finalizar, quiero compartir con ustedes unas reflexiones acerca de la responsabilidad social empresarial frente a la responsabilidad social universitaria:

- La responsabilidad social empresarial se da como una obligación posterior a la materialización de un producto, en el caso en que se obtienen unas utilidades. Desde la perspectiva de la universidad, la responsabilidad social está implícita en todo lo que se hace día a día, mediante la formación de los profesionales que van a ejercer en diferentes contextos de lo público y de lo privado, con criterios éticos, con conciencia política para su desarrollo personal, para su crecimiento y el de sus familias.
- Las universidades, con mayor o menor intensidad, han materializado su responsabilidad social con su comunidad interna y con el territorio. Hay que establecer líneas diferenciales entre la misión de las universidades y su misión

social empresarial. Aquí surge un debate entre la responsabilidad social de las universidades públicas y de las universidades privadas. Yo diría que lo hacemos unos y otros, con diferentes focos y con diferentes niveles de intensidad. Pero, el hecho de que estemos haciendo formación, investigación y extensión, significa que en todos esos ámbitos de la universidad pública y de la universidad privada se está ejerciendo y se está materializando la responsabilidad social universitaria.

Como conclusión, diría que, desde la responsabilidad social universitaria interna y externa que realizamos todos los días, estamos entregando a la sociedad profesionales altamente calificados que aportan al desarrollo de la región en el país: unos como empresarios, otros como empleados de organizaciones públicas y de organizaciones privadas. Pero, al final, todos ellos, a partir del conocimiento, contribuyen a la construcción de la sociedad. En este aspecto quiero apropiarme de un concepto que nos compartió el padre de Roux y es que, a partir de los conocimientos que están materializados en esas operaciones básicas e intermedias, como él las denominó, hacemos mejores ciudadanos, más comprometidos con su territorio, que toman decisiones de manera más consciente, que generan empleo, que generan empresa, que generan desarrollo, que propician mejor calidad de vida para nuestros conciudadanos y que, con todo ello, materializan lo que él llamó el disfrute de la vida querida.

Diego Hernández Losada

Considero importante y obligado que la Universidad Nacional de Colombia, la institución de educación superior de la nación, tenga la oportunidad, en esta Reunión Nacional de ACOFI, de presentarles los resultados del proyecto de responsabilidad social con la región. Como institución del estado, desde su fundación hace 143 años, está obligada a garantizar la dignidad humana. Pero hoy está llamada a transformarse de manera importante las regiones que aún no están desarrolladas.

La Universidad Nacional está localizada en la zona andina: Manizales, Medellín, Bogotá y Palmira. Pero, desde hace 20 años, nuestra universidad apostó por las regiones, entre las cuales están Leticia, la Orinoquia y San Andrés. Actualmente está potenciando la zona del Pacífico, en Tumaco, y tiene un proyecto en la región nororiental de Colombia de la que próximamente hablaremos.

La responsabilidad social de la Universidad Nacional de Colombia consiste en propiciar el desarrollo económico y social de las regiones, que permita mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, generando prosperidad y una mejor distribución de la riqueza, así como un mayor bienestar entre sus pobladores, mediante la oferta de programas de educación superior de muy alta calidad, pertinentes con los propósitos y las necesidades locales.

La misión de la Universidad Nacional fomenta el acceso con equidad al sistema educativo colombiano; provee la mayor oferta de programas académicos; forma profesionales competentes y socialmente responsables; contribuye a la elaboración y significación del proyecto de nación; estudia y enriquece el patrimonio cultural, natural y ambiental del país. Como tal, asesora en los órdenes científico, tecnológico, cultural y artístico, con autonomía académica e investigativa. Para ello cuenta con 21 facultades y 2.975 profesores; ofrece 337 programas de posgrado, 51 programas de doctorado; alberga a 46.500 estudiantes. Contamos con el 6,7% de esos 46.500 cupos para un programa de admisión especial. En investigación tenemos 577 grupos que tienen pertinencia en la medida en que puedan contribuir al desarrollo de la región. Por eso, el gobierno nacional, en el año 2010, nos concedió la máxima acreditación institucional por 10 años. Entre los aspectos resaltados en esa acreditación, se señalan la concepción estratégica institucional de unidad nacional y la capacidad para el desarrollo autónomo de cada una de sus sedes, según las especificaciones regionales. Además, subraya las posibilidades que aporta la institución como alternativa muy prominente de desarrollo nacional, la interdisciplinariedad, flexibilidad, calidad y pertinencia de los currículos de la institución, el bienestar universitario y las solicitudes y manejo transparente de sus recursos financieros. Considero que se hace responsabilidad social en la medida en la que somos transparentes en el manejo de los recursos financieros, más aun cuando son públicos y pertenecen a toda la nación.

Destaco el desarrollo de las sedes en la Amazonia, el Caribe y la Orinoquia, las cuales con políticas y programas de extensión, investigación y con la oferta de programas de pregrado y posgrado, apoyan significativamente el desarrollo educativo de estas regiones, generan condiciones para el desarrollo científico, tecnológico y cultural, promueven la movilidad social y producen conocimiento pertinente. Las problemáticas culturales, sociales y ambientales que son objeto de investigación, son desarrolladas por grupos instalados en estas sedes y atraen la cooperación de entes nacionales e internacionales hacia el conocimiento y desarrollo de estas zonas del país. Haber creado estas sedes de frontera ha permitido a la nación, traer visitantes, profesores y estudiantes, de todo el mundo para que conozcan al país y sus riquezas.

La universidad Nacional ha desarrollado programas que le permiten tener un 6,7% de cupos para las minorías étnicas (indígenas, afrocolombianos) y asegurar a los mejores bachilleres de los municipios pobres, la matrícula y un préstamo beca.

El Programa Especial de Admisión y Movilidad Académica -PEAMA- es un programa de admisión especial de movilidad en zonas fronterizas, que permite vincular en promedio 70 estudiantes por semestre, en cada una las sedes fronterizas. En dicho programa, los estudiantes realizan dos años en la sede en la que son admitidos (Amazonia, Orinoquia y Caribe), van dos años a culminar los estudios en las sedes andinas y deben regresar a su zona a terminar su trabajo de grado el cual debe ser

pertinente con el desarrollo de su región. El programa lleva dos años activo y, en el segundo semestre de 2010, comenzamos a recibir los estudiantes que fueron admitidos con un curso de nivelación. Este programa permite incluir en el sistema universitario a comunidades estudiantiles que no tienen otra posibilidad. Con estas actividades, la Universidad ha fortalecido el carácter nacional de su misión respondiendo a la demanda social de las regiones y respaldando la integración fronteriza.

La presencia en las sedes fronterizas ha permitido el fomento del estudio y la investigación de temas estratégicos para el país, tales como los estudios amazónicos, la tecnología forestal, los estudios del Caribe y las ciencias del mar, entre otros.

Luis Alberto Ordoñez Rubio

La Armada Nacional, la Escuela Naval y su facultad de ingeniería, y los 35 mil hombres y mujeres que, a lo largo y ancho del país, están trabajando por lograr la paz, son el elemento fundamental para el desarrollo de las regiones. Tenemos a Colombia como nuestra razón de ser, de donde venimos, por la cual trabajamos y a la cual nos debemos.

Desde su fundación hace 75 años, la Escuela Naval ha centrado su responsabilidad en el desarrollo de las carreras del mar. La Escuela, desde que se creó, ha cultivado el tema de la ingeniería naval, de la administración marina, de la oceanografía. Tuvo que crear su propia universidad para formar los profesionales que necesitaba. Cuando vean un oficial naval, él está formado en alguna de estas carreras. Dentro del tema de las carreras del mar, consideramos que la educación es el factor fundamental para el desarrollo de las regiones y creemos que si las regiones tienen paz, tendrán desarrollo y se podrá dar más educación: podrán crecer y producir mejores recursos para evitar la guerra.

En el año 1977, la Escuela Naval decidió adquirir la condición de universidad. Fue la segunda en la ciudad Cartagena, después de la Universidad Cartagena que tiene algo más de 80 años. Dicha condición nos permitió entrar en el sistema de educación nacional, regirnos por las normas del Ministerio de Educación y exigirnos mucho en cuanto a calidad. Es cierto que nuestros alumnos son militares; pero en su fase de retiro ejercen su profesión y así, en las capitanías de puerto, en las sociedades portuarias y en las agencias marítimas tenemos egresados nuestros trabajando en la región Caribe, en la región Pacífica y en los ríos de Colombia.

En lo relacionado con la formación, creemos que más importante que formar ingenieros es formar ciudadanos. Nuestro proyecto es formar personas integrales. La nuestra es una formación de cinco años: cuatro años internos, en los que trabajan día y noche, en todos los escenarios: en el aula, en la guardia... con el objetivo de

formar profesionales íntegros y sobre todo ciudadanos honrados. Pretendemos formar personas comprometidas que, cuando lleguen a las regiones, tengan claro que deben servir, siendo garantes de la ética, de la honestidad y de la honorabilidad, para que en esas regiones hagan de verdad la labor que tienen que hacer.

Además, intentamos que se sientan colombianos. El ser oriundos de una región, no les impide ir a otra. Nuestra gente se mueve por todo el país.

En el año de 1997 se creó el CONINPA, Consejo Nacional de Ingeniería Naval y Profesiones Afines, con el objetivo de tener un marco legal que pudiera reglamentar y regir el ejercicio de la profesión, a la vez que permitiera formar los comités de ética disciplinar para los ingenieros navales con el fin de que hicieran bien su trabajo. Respecto de la calidad, en la actualidad tenemos cuatro carreras con acreditación de alta calidad. Actualmente estamos trabajando con cuatro carreras más, para que los ocho programas profesionales que se imparten en la Escuela Naval tengan esta condición. La calidad es nuestro compromiso con el país y con la región Caribe.

Nuestra responsabilidad social tiene relación con nuestro entorno. La Escuela Naval está situada en isla de Manzanillo. Estamos en un barrio humilde con muchas necesidades, al lado de Cartagena, pero cerca de barrios con niveles socioculturales y educativos muy bajos. Nos hemos dado la tarea de trabajar con los cadetes en esa zona, para que, por un lado, generen su propia conciencia social que les va a servir cuando estén ejerciendo su trabajo profesional y, por otro, trabajen con las comunidades con acciones integrales. No se trata de ir un día a dar un almuerzo a las personas de la tercera edad o de ayudar a una escuelita. No. Se trata de trabajar con la alcaldía, con el Instituto de Bienestar Familiar, con el Ministerio de Educación, con el SENA, para darles educación de modo que puedan crecer, ser mejores personas y nos ayuden a mejorar ese entorno. Así, dejamos en la conciencia de los cadetes, la idea que hay que ayudar al país, que hay que trabajar por toda la comunidad.

Para finalizar, un ejemplo. Los Montes de María es la primera zona del país totalmente liberada de guerrilla. La propuesta no es liberarla simplemente de la guerrilla y dejarla abandonada nuevamente a la pobreza. No podemos consentir que, por la necesidad de sus pobladores, lleguen otros bandidos a dañar el oído a los campesinos y se vuelve a crear en esa zona toda la zozobra que existió durante años. La Armada está haciendo presencia y trabajando hombro a hombro con la oficina de Acción Social de la Presidencia de la República, llevando todo lo que necesita la región: educación, salud, solución de los problemas de agua, solución de las necesidades de infraestructura... Está funcionando bastante bien. Si se hace este trabajo, la guerrilla jamás volverá porque no va a tener de dónde agarrarse, de dónde engañar a sus pobladores para llevarlos nuevamente a la zozobra.

Mesa de trabajo

La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional

Moderador y relator:

Rubén Darío Cruz Rodríguez

Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga

Objetivos de la mesa

- Continuar con la reflexión iniciada en el Foro Preparatorio de Cali
- Reflexionar sobre las experiencias de los profesores asistentes a la mesa con respecto a los interrogantes planteados a partir del tema del trabajo
- Plantear propuestas, a partir de las experiencias de los asistentes, para ACOFI, Ministerio de Educación, las facultades de ingeniería, los profesores de ingeniería, etc.

Plan de trabajo

- Presentación del tema y de los interrogantes planteados como base para la discusión y para el planteamiento de propuestas
- Debate y discusión

Se plantearos tres interrogantes para ser abordados por los asistentes, divididos en dos grupos:

Grupo 1 - Formación en responsabilidad social

- ¿Cómo formar a los ingenieros en responsabilidad social?
- ¿Cómo medir y cuantificar el impacto o efectividad de esta formación?
- Propuestas y conclusiones

Grupo 2 - La educación media y las facultades de ingeniería

- ¿Cómo deben contribuir las facultades de ingeniería al desarrollo de la educación media en las regiones?

Desarrollo del plan de trabajo

Presentación del tema

Al inicio de la sesión, el moderador realizó una breve exposición recordando algunas definiciones de responsabilidad social planteadas en el foro preparatorio que tuvo lugar en Cali

Responsabilidad social (1)

“Es el compromiso voluntario y explícito que las organizaciones asumen frente a las expectativas y acciones concertadas que se generan con las partes interesadas (*stakeholders*), en materia de desarrollo humano integral; esto permite a las organizaciones el crecimiento económico, el desarrollo social y equilibrio ambiental, partiendo del cumplimiento de las disposiciones legales”¹

Responsabilidad social (2)

“En el caso de una organización, desarrollar una actividad sostenible implica no solo proveer productos o servicios que satisfagan al cliente (*beneficiario*), haciendo esto sin amenazar el medio ambiente, sino también operar en una forma socialmente responsable”²

Grupo I

¿Cómo formar a los ingenieros en responsabilidad social?

- Las estructuras curriculares de los programas de ingeniería deben responder a políticas nacionales procurando tener impacto en la sociedad, ajustándose continuamente para atender las necesidades regionales.
- El rol del profesor también debe ajustarse, pasando de ser el profesor de una ‘asignatura’ a ser el profesor de un programa académico. Esto cambia los esquemas de comunicación en el aula. Los problemas y casos de estudio reales de la región y del país llevados al aula deben ser protagonistas. En este mismo sentido, los profesores de ciencias básicas, quienes reciben a los estudiantes de ingeniería, deben apropiarse del estudiante desde su ingreso en la universidad, por lo que estos profesores deben ser parte de cualquier acción de mejoramiento.

- Todas las reformas y ajustes en las facultades de ingeniería deben realizarse de manera conjunta con la facultad de ciencias
- Además de las modalidades de trabajo de grado, tales como la práctica empresarial y social, con las que ya cuentan algunas universidades, actividades como un “año rural en ingeniería”, tendrían alto impacto social
- En los desarrollos tecnológicos y en las acciones de integración curricular, más que trabajos para los anaqueles de las bibliotecas de las universidades, se deben hacer trabajos útiles para la comunidad. Más de la mitad de los municipios consume agua no potable. Desarrollos de la universidad en este sentido pueden apalancar los recursos requeridos
- Se precisa la disposición de trabajar en los límites disciplinares de las profesiones (transversalidad) y aprovechar las posibilidades de movilidad internacional, de manera que el conocimiento de experiencias y soluciones en otros lugares se aplique en las regiones
- Como ejemplo de interdisciplinariedad, se presentó el proyecto de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, relativo a las minas antipersonales, que fue desarrollado con estudiantes de todas las ingenierías.
- En el mismo sentido, también se mencionó el programa Plan V (voluntariado) – ANEIAP³ de la Universidad del Magdalena. Los estudiantes van a los barrios, fomentando microempresas. Es una muestra de concientización del valor de la educación como medio de transformación.
- En la Universidad de Nariño se desarrollaron elementos de ingeniería para mejorar condiciones en el tema del café, con impacto sobre dos mil familias.
- Otro ejemplo mencionado fue el de la Universidad Industrial de Santander. En algunas asignaturas del ciclo básico, como topografía de ingeniería civil, se realiza una sensibilización sobre el apoyo que se les debe dar a las poblaciones.
- La formación en responsabilidad social debe ser intencional.
- El problema debe ser abordado de manera integral, considerando los factores políticos para favorecer la pertinencia de la universidad. La responsabilidad le compete al país, no a un programa o a una universidad en particular. La coordinación entre el estado y la universidad siembra la semilla de desarrollo social en los estudiantes. Los frutos de la acción social en los graduados llevarán el desarrollo y la confianza a la comunidad. Se deben incentivar el sentido de pertenencia y el trabajo directo con las comunidades.
- Llama la atención la indiferencia de las facultades de ingeniería ante la toma de decisiones públicas. Se siente la falta de manifestaciones de la Sociedad Colombiana de ingenieros, de ACIEM, de ACOFI, etc. No nos estamos dejando

¹ Guía Técnica Colombiana de Responsabilidad Social – GTC 180

² Tomado de http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_and_leadership_standards/social_responsibility/iso_26000_overview.htm, consultada en febrero de 2011

³ Asociación Nacional de Estudiantes de Ingeniería Industrial, Administrativa y de Producción

oír en el tema universidad-región ni en las decisiones políticas. Necesitamos una universidad dialogante, que se pronuncie como colectivo con respecto a la mayor parte de las cuestiones del país. Esto generaría, además, sentido de liderazgo y responsabilidad en los estudiantes.

- Se precisan políticas generadoras de cambios: ciencia y tecnología como herramientas del estado para el desarrollo. No se trata de hacer asistencialismo sino de empoderar a la comunidad en la solución de sus problemas.

¿Cómo medir o cuantificar el impacto o efectividad de la formación en responsabilidad social?

- El Observatorio laboral. Analizar el tipo de labor, relación con la sociedad y el entorno del graduado, a los dos años y medio y a los cinco años de egreso.
- Necesidades básicas insatisfechas (NBI) en la región.

¿Vale la pena medir este impacto que puede considerarse cualitativo?

- Interés de la academia al valorar la pertenencia de la universidad.
- Interés de la comunidad.

Grupo 2 – La educación media y las facultades de ingeniería

¿Cómo pueden contribuir las facultades de ingeniería al desarrollo de la educación media en su respectiva región?

- Participar en la contribución y formulación de políticas en educación, haciendo seguimiento y estando presentes en la rendición de cuentas.
- Hacer alianzas universidad-colegios-administraciones municipales, orientando de esta forma a la región y fomentando la articulación de las acciones que se propongan, acordes con los objetivos de la región.
- Apadrinar algunos colegios y la formación de sus profesores, potenciando de esta forma sus fortalezas.
- Ofrecer espacios que acerquen el estudiante de secundaria a la vida real del ingeniero (e. g. museos interactivos)
- Evaluar el semestre de nivelación: revisar experiencias exitosas, definir orientaciones generales para la formación tecnológica.
- Proponer modelos de formación para nuestra sociedad, que incluyan esquemas de transferencia tecnológica de colombianos para colombianos.
- Elevar el respeto/categoría social y empoderamiento profesional de los docentes de los colegios.
- Ser ejemplo de organización.

Ponencias orales y plenarios



Capítulo 4

Trabajos de la Reunión Nacional



Ponencias orales y pósteres

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería convocó la Reunión Nacional ACOFI 2010 para reflexionar acerca del tema: "El compromiso de las facultades de ingeniería en la formación, para el desarrollo regional".

El tema propuesto se estudió tanto en los Foros preparatorios como en la Reunión Nacional, analizándolo de acuerdo con los siguientes ejes temáticos: El estudiante de ingeniería; La estructura curricular; La responsabilidad social de la formación en el desarrollo regional.

La temática planteada convocó a la comunidad académica comprometida en la formación de ingenieros, generando una participación entusiasta. Una muestra de esta participación fueron los 89 trabajos presentados en la modalidad de ponencias orales y pósteres, fruto del interés y del esfuerzo de los profesores.

La distribución de los trabajos presentados, de acuerdo con los ejes temáticos, es la siguiente:

El estudiante de ingeniería:
30 trabajos

La estructura curricular:
23 trabajos

La responsabilidad social de la formación
en el desarrollo regional: 36 trabajos

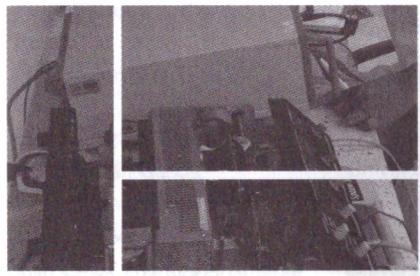
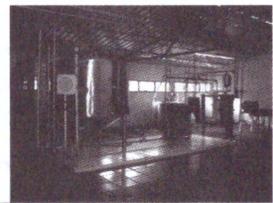
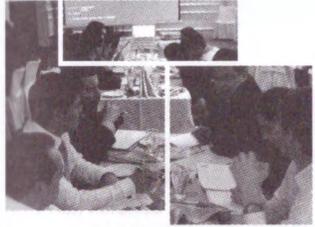
Los trabajos presentados por los profesores pueden encontrarse en las memorias de la Reunión Nacional: *"El compromiso de las facultades de ingeniería en la formación, para el desarrollo regional"*

Santa Marta, Colombia, 15 al 17 de septiembre de 2010.



Anexo

Asistentes a los Foros Académicos y a la Reunión Nacional ACOFI 2010



Agradecemos muy sinceramente a todos los participantes su contribución a este trabajo, fruto del trabajo de la comunidad académica de ingeniería.

Bogotá D.C.

Nombre	Institución	Ciudad
Rodrigo Alfonso Acosta Álvarez	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
Vicente Albéniz Laclaustra	Escuela Colombiana de Ingeniería	Bogotá
Jhon Fredy Araque Mora	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Adolfo León Arenas	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Hernán Alfonso Arias Holguín	Universidad de Boyacá	Tunja
Manuel Fernando Ariza Taba	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Andrés Barreto Lopez	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Omar Yesid Beltrán Gutiérrez	Universidad de los Llanos	Villavicencio
César Benitez Cipagauta	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Luis Antonio Blanco Blanco	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
Luis Ernesto Blanco Rivero	Fundación Universitaria CAFAM	Bogotá
Holman Diego Bolívar Barón	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
José Ebert Bonilla Olaya	Corporación Universitaria UNITEC	Bogotá
Yudy Andrea Calderón	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Maritza Vanessa Calle Berrocal	Universidad Sergio Arboleda	Bogotá
Iván Darío Callejas Sandoval	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Gabriel Jaime Cardona Orozco	Universidad de San Buenaventura	Bogotá
Hernán Carvajal Osorio	Universidad La Gran Colombia	Bogotá
Jorge Hernando Castañeda Lizarazo	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Horacio Castellanos Aceros	Universidad Central	Bogotá
Rafael Castillo Santos	Fundación Universidad Autónoma de Colombia	Bogotá
Germán Alberto Chavarro Flórez	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Omraam Andrés Córdoba Parada	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Manuel Fernando Dávila Sguerra	Corporación Universitaria Minuto de Dios	Bogotá
Fabio Delgado Rincón	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Jaime Durán García	Universidad Piloto de Colombia	Bogotá
Edwin Daniel Durán Gaviria	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
Eder Norberto Flórez Solano	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
Julio César Fuentes Arismendi	Universidad de América	Bogotá
Milena Margarita Fuentes Cotes	Universidad El Bosque	Bogotá

Nombre	Institución	Ciudad
Romel Jesús Gallardo Amaya	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
Eduardo Andrés Gerlein Reyes	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Laura Marcela Giraldo Moncalenao	Universidad Distrital	Bogotá
Jairo César Gómez Acero	Fundación Universitaria CAFAM	Bogotá
Luis Alberto González Araujo	ACOFI	Bogotá
Freddy Oswaldo González Peñaloza	Universidad EAN	Bogotá
Valeria Margarita González Ramírez	Universidad Sergio Arboleda	Bogotá
David Steven Gutiérrez Flórez	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Alejandro Forero Guzmán	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Josiane Guzmán Capera	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Juan Carlos Hernández Criado	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
William Ferney Hernández Ordoñez	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Maycol Andrés Infante Galeano	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Luis Alberto Jaramillo Gómez	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Carlos Fernando Jaramillo Ortiz	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Carlos Rafael Lara Mendoza	Universidad de Boyacá	Tunja
Arcesio Lizcano	Universidad de los Andes	Bogotá
Waldo Lizcano	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Leonard David Lobo Parra	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
Daniel Fernando López Ayala	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Edwin López González	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Sandra Milena López Gualdrón	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Alfredo López Hernandez	Fundación Universidad Autónoma de Colombia	Bogotá
Alfonso Lozano Montaña	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
Martha Lucía Malagón Micán	Universidad de América	Bogotá
Javier Eduardo Martínez Baquero	Universidad de los Llanos	Villavicencio
Guillermo José Martínez Perilla	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Sandra Méndez Fajardo	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Néstor Hugo Monroy Garcia	Corporación Universitaria Minuto de Dios	Bogotá
Héctor William Montaña Díaz	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Samuel Montero Vargas	Universidad Pontificia Bolivariana	Bucaramanga
Luis Orlando Moreno Sandoval	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Davianys Alicia Navarro Rey	Universidad Sergio Arboleda	Bogotá
William Andrés Neira Velasco	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá

Nombre	Institución	Ciudad
Juan Camilo Nieto Tellez	Universidad Sergio Arboleda	Bogotá
Doris Marlene Olea Suarez	Universidad Piloto de Colombia	Bogotá
Jaime Páez	Universidad Cooperativa de Colombia	Bogotá
Alba Lilliana Palomino Mendez	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Wilson Leandro Pardo Osorio	Corporación Universitaria Minuto de Dios	Bogotá
Javier Leonardo Parra Laguna	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Jorge Luis Peinado Rodríguez	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
Wilson Javier Peláez Pineda	Universidad Distrital	Bogotá
Jairo Esteban Pérez Caicedo	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Juan Fernando Pérez Villegas	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
Janneth Pineda Molina	ACOFI	Bogotá
Jairo Iván Piragua Talero	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Alberto Fabio Pretelt Rojas	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Luis Uriel Puentes Vega	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
José Carlos Quadrado	Instituto Superior de Ingeniería de Lisboa	Lisboa
Karen Lorena Quintero Areniz	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
Luz Mayela Ramírez Orozco	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
Francisco Javier Rebolledo Muñoz	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Dewar Rico Bautista	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
Claudia Milena Rodríguez Álvarez	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
Martha Rodríguez Igua	ACOFI	Bogotá
José Nelson Rojas Grisales	Universidad Nacional de Colombia	Manizales
Diana Romero	Almacenes La Bodega	Pereira
Edgar José Ruiz Dorantes	Universidad Jorge Tadeo Lozano	Bogotá
Jeisson Stiven Ruiz Sánchez	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Jaime Salazar Contreras	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Patricia Salazar Perdomo	Escuela Colombiana de Ingeniería	Bogotá
Jorge Eduardo Salazar Trujillo	Universidad Nacional de Colombia	Manizales
Royer Yesid Sanabria Ariza	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Rafael Ignacio Sandoval Morales	Corporación Universitaria Minuto de Dios	Bogotá
Yolanda Santamaría Hernández	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
William Andrés Santos Forero	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Martha Yaneth Segura Ruiz	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Jorge Andrés Siatama Otalora	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Jorge René Silva Larrotta	Universidad Libre	Bogotá
Jorge Alberto Silva Rueda	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Eduardo Silva Sánchez	ACOFI	Bogotá
Ingrid Nayibe Tequia Acosta	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá

Nombre	Institución	Ciudad
Daniel Alberto Torres Castellanos	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Cristian Danilo Torres Ortegón	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Jhoser Armando Torres Pacheco	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
Johanna Trujillo Díaz	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
David Andrés Valencia Rodríguez	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Oscar Julian Vargas López	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Oscar Alejandro Vásquez Bernal	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	Bogotá
Carlos Alfredo Vásquez Rodríguez	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá

Pereira

Nombre	Institución	Ciudad
Héctor Aguirre Corrales	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Clara Inés Arango Sotelo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Luisa Fernanda Arenas Castañeda	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Adolfo León Arenas Landínez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Jullán Andrés Arias León	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Alba Patricia Arias Orozco	Universidad Autónoma de Manizales	Manizales
Juan Luis Arias Vargas	Universidad Católica Popular del Risaralda	Pereira
Carlos Mario Arteaga Pacheco	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Juan Carlos Bustos Miranda	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Germán Cadavid Arango	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Omar Calderón Osorio	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Hugo Cano Garzón	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Julio César Cañón Rodríguez	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Benhur Antonio Cañón Zabaleta	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Gloria Inés Cardona	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Alexandro Cardona Muriel	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Alejandro Cardona Valencia	Universidad de Manizales	Manizales
Wilson Castaño Díaz	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Luis Carlos Correa Ortiz	Universidad de Manizales	Manizales
Carlos Alberto Cortés Aguirre	Universidad Autónoma de Manizales	Manizales
Luis Fernando Galindres	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Ramón Alfonso Gallego	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Maribel Garcés Arboleda	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Néstor Fabio García Agudelo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Lina María García Moreno	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
María Cenaide Giraldo Montoya	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Sandra Gómez	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Carlos Gómez Gómez	Universidad de Caldas	Manizales
Luis Alberto González Araujo	ACOFI	Bogotá
José Fernando González Aristizabal	Universidad de Caldas	Manizales
Pedro José Guardela Vásquez	Universidad de Cartagena	Cartagena de Indias
Luz Enith Guerrero Mendieta	Universidad de Caldas	Manizales
Elkin Gutiérrez Hernández	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Oscar Henao Gallo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Milena Henao Melchor	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Andrés Henao Rosero	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Ricardo Alberto Hincapié Isaza	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Mauricio Holguín Londoño	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Luis Enrique Isaza Velásquez	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
César Jaramillo Naranjo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Waldo Lizcano Gómez	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira

Nombre	Institución	Ciudad
Oscar Lombana Sosa	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
José Germán López	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Ana María López Echeverri	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Rosa Helena Macia Mejía	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Iván Madrid Vega	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Alcibíades Mejía Piedrahíta	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Gloria Lucía Méndez Quintero	Universidad Autónoma de Manizales	Manizales
Juan José Mora Flores	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Álvaro Ignacio Morales González	Universidad Católica Popular del Risaralda	Pereira
Ángela María Narváez Hincapié	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Ifiatum Nieto Ramírez	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Alberto Ocampo Valencia	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Hoover Orozco Gallego	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
José Emilio Pacheco Homez	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Wilson Leandro Pardo Osorio	Corporación Universitaria Minuto de Dios	Bogotá
Geudiel Antonio Peláez Arias	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Luis Eduardo Peláez Valencia	Universidad Católica Popular del Risaralda	Pereira
Leidy Johanna Quelal Solarte	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Edwin Andrés Quintero Salazar	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Juliana Ramírez	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Harrynson Ramírez Murillo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Gloria Ramos Lugo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Francisco Javier Rebolledo Muñoz	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
William Rendón Jiménez	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Luz Stella Restrepo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Bonnie Johana Restrepo Cuestas	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Luis Hernán Ríos González	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Luis Carlos Ríos Quiroga	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Andrés Rivera Berrio	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Jorge Hernando Rivera Piedrahíta	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Carlos Andrés Rodríguez Peña	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Silvia Rojas R.	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Carlos Alberto Ruiz Villa	Universidad de Caldas	Manizales
María Victoria Sánchez Escobar	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Martha Yaneth Segura Ruiz	Universidad INCCA de Colombia	Bogotá
Luz Dary Sepúlveda Acevedo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Eduardo Silva Sánchez	ACOFI	Bogotá
Omar Iván Trejos Buritica	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Juan Pablo Trujillo Lemos	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Orlando Valencia Rodríguez	Universidad Autónoma de Manizales	Manizales
Libardo Vicente Vanegas Useche	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Gilberto Vargas Cano	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Andrés Vélez Manrique	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Ángelo Villamil Villegas	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Magda Zapata	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira

Cali

Nombres	Institución	Ciudad
Adolfo León Arenas	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Alberto Benavides-Herrán	Pontificia Universidad Javeriana - cali	Santiago de Cali
Álvaro Bernal Noreña	Universidad del Valle	Santiago de Cali
Amparo Camacho	Universidad del Norte	Barranquilla
Andrés Felipe Millán Cifuentes	Universidad Santiago de Cali	Santiago de Cali
Arturo Montoya Serrano	Universidad de San Buenaventura	Santiago de Cali
Carlos Arturo Lozano Moncada	Universidad del Valle	Santiago de Cali
Carlos Eduardo Balanta	Universidad Santiago de Cali	Santiago de Cali
César Augusto Delgado García	Universidad del Valle	Santiago de Cali
Clara Eugenia Goyes López	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali
Claudia Isabel Ochoa Martínez	Universidad del Valle	Santiago de Cali
Claudio Camilo González Clavijo	Universidad de San Buenaventura	Santiago de Cali
Edgar Quiroga Rubiano	Universidad del Valle	Santiago de Cali
Eduardo Silva Sánchez	ACOFI	Bogotá
Edward Fernando Toro Perea	Universidad de San Buenaventura	Santiago de Cali
Elkin Aníbal Monsalve Durango	Universidad del Quindío	Armenia
Freddy Alexander Bogotá	Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez"	Santiago de Cali
Guillermo Londoño Acosta	Universidad Icesi	Santiago de Cali
Hernán Soto García	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali
Jenny Carolina Ramírez Leal	Universidad La Gran Colombia	Armenia
Jesús Alfonso López Sotelo	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali
Jesús David Cardona Quiroz	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali
John Edward Herrera Quintero	Universidad La Gran Colombia	Armenia
Jorge Enrique García Hurtado	Universidad del Valle	Santiago de Cali
Leonardo Fabio Ordoñez Restrepo	Universidad del Valle	Santiago de Cali
Leonardo Yunda Perlaza	Universidad Santiago de Cali	Santiago de Cali
Luis Alberto González Araujo	ACOFI	Bogotá
Luis Astorquiza	Universidad de San Buenaventura	Santiago de Cali
Lyda Peña Paz	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali
Marco Sanjuán	Universidad del Norte	Barranquilla
María Cristina Zuleta	Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez"	Santiago de Cali
Mario Andrés Gandini Ayerbe	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali
Maritza Torres Barrero	Universidad La Gran Colombia	Armenia
Néstor Arturo Pincay Gordillo	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali
Oscar Muñoz	Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez"	Santiago de Cali
Paola Andrea Neuta Arciniegas	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali
Ricardo Javier Paredes Muñoz	Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez"	Santiago de Cali
Ricardo Ramírez Giraldo	Universidad del Valle	Santiago de Cali

Nombres	Institución	Ciudad
Roberto Navarro Sánchez	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali
Rosaura Del Pilar Castrillón Mendoza	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali
Rubén Jesús Camargo Amado	Universidad del Valle	Santiago de Cali
Samuel Montero Vargas	Universidad Pontificia Bolivariana	Bucaramanga
Sergio Augusto Cardona Torres	Universidad del Quindío	Armenia
Ximena Cifuentes Wchima	Universidad La Gran Colombia	Armenia
Zeida María Solarte Astaiza	Universidad Autónoma de Occidente	Santiago de Cali

Reunión Nacional ACOFI 2010

Nombre	Institución	Ciudad
Adolfo León Arenas L.	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Adriana Cecilia Páez Pino	Universidad Sergio Arboleda	Bogotá
Adriana Pinto Prieto	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Aida Benavides	FESTO	Bogotá
Alba Manuela Durango	Universidad de Córdoba	Montería
Alberto Ocampo Valencia	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Aldo Pardo	Universidad de Pamplona	Pamplona
Alejandra María González Correal	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Alexis Kevin De la Hoz Manotas	Corporación Universitaria de la Costa - CUC	Barranquilla
Alfonso García Castro	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Alfonso Lozano Montaña	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
Alfonso Rodríguez Peña	Universidad del Atlántico	Barranquilla
Álvaro Realpe Jiménez	Universidad de Cartagena	Cartagena de Indias
Álvaro Rey Soto	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Álvaro Rojas	Universidad Libre	Bogotá
Alvin Henao	Universidad del Norte	Barranquilla
Amparo Camacho	Universidad del Norte	Barranquilla
Ana María López Echeverry	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Ana María Alexandra Moreno Vargas	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Andrea Bohórquez Sandoval	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Andrea Morillo	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Andrea Murillo	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Andrés Suarez Escobar	Universidad Libre	Bogotá
Angélica Lucia Echavez Duncan	Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco	Cartagena de Indias
Antonio Bernal Acosta	Universidad de La Salle	Bogotá
Arley Palacios Chavarro	ACOFI	Bogotá
Armando Robledo Acosta	Universidad Autónoma del Caribe	Barranquilla
Asdrúbal Valencia Giraldo	Universidad de Antioquia	Medellín
Aura Karina Reyes Echeverría	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Betty Liliana Espinel Gómez	Universidad Autónoma del Caribe	Barranquilla
Blanca Cecilia Pérez Muzuzu	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Camilo Alberto Torres Parra	Corporación Universitaria Minutos de Dios	Bogotá
Camilo Younes Velosa	Universidad Nacional de Colombia	Manizales
Candelaria Nahir Tejada Tovar	Universidad de Cartagena	Cartagena de Indias
Carlos Alberto García Ramírez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Carlos Alberto González Camargo	Universidad Jorge Tadeo Lozano	Bogotá
Carlos Alfredo Vásquez Rodríguez	Universidad Incca	Bogotá

Nombre	Institución	Ciudad
Carlos Arroyave	Universidad Antonio Naríño	Bogotá
Carlos Arturo Oyarzún González	Electroequipos	Bogotá
Carlos Becker	Travel Fusión Colombia	Cartagena de Indias
Carlos Cortés Ortiz	Universidad Católica de Manizales	Manizales
Carlos Eduardo Cubillos Peña	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Carlos Eduardo Díaz Bohórquez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Carlos Enrique Vecino Arenas	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Carlos Felipe Londoño Álvarez	Escuela de Ingeniería de Antioquia	Envigado
Carlos Julio Rodríguez	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Tunja
Carlos Mauricio Zuluaga Ramírez	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Carlos Orlando Quiroga Ferreira	Escuela Militar de Cadetes Gral José María Córdova	Bogotá
Carlos Tito Vega Gutiérrez	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Carmen Alicia Gómez de la Hoz	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Carol Andrea Murillo	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
César Alejandro Hernández Morales	Universidad del Norte	Barranquilla
César Augusto Delgado García	Universidad del Valle	Cali
Cesar Jaramillo Naranjo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Christian Alexander Fetecua Ortiz	Fundación Universidad Central	Bogotá
Claudia Carolina Ballesteros Soto	COPNIA	Bogotá
Claudio Camilo González Clavijo	Universidad de San Buenaventura, Cali	Cali
Contreras Jaime	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Cristian Alejandro Ulloa Carrillo	Corporación Universitaria Minutos de Dios	Bogotá
Cristina Margarita Dede Pabón	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Cristina Rodríguez Bossa	Universidad de Cartagena	Cartagena de Indias
Daniel Alfonso Sierra Bueno	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Daniel Elso Morano	Ministerio de Educación	Buenos Aires, Argentina
David Hernán Muñoz Montoya	Electroequipos	Bogotá
Diana Viveros	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Diana Janeth Lancheros Cuesta	Corporación Universitaria Minutos de Dios	Bogotá
Dianeth Silva Zapata	ANEJAP	Bogotá
Diego Alexander Escobar García	Universidad Nacional de Colombia	Manizales
Diego Armando Vesga Blanco	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Diego Fernando Hernández Losada	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Diego Gómez Cerón	Universidad del Norte	Barranquilla
Dionisio Antonio Laverde Cataño	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga

Nombre	Institución	Ciudad
Doris Brodeur	Massachusetts Institute of Technology	Tampa, Estados Unidos
Duilio Cruz Becerra	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
Edgar Antonio Vargas Castro	Universidad Piloto de Colombia	Bogotá
Edgar López	Fundación Universidad Autónoma de Colombia	Bogotá
Eduardo Alberto Castañeda Pinzón	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Eduardo Pastrana Bonilla	Universidad Surcolombiana	Neiva
Eduardo Silva Sánchez	ACOFI	Bogotá
Eduardo Valencia Granada	Universidad Surcolombiana	Neiva
Edwin Daniel Duran Gaviria	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
Elkin Aníbal Monsalve Durango	Universidad del Quindío	Armenia
Elkin Libardo Ríos Ortiz	Universidad de Antioquia	Medellín
Erika Echeverry Londoño	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Ernesto Amaru Galvis Lista	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Ernesto Villarreal	Universidad Militar Nueva Granada	Bogotá
Esperanza Aguilar de Flórez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Ever Ángel Fuentes	Universidad Libre	Bogotá
Fabián Castillo Peña	Universidad Libre	Cali
Fabiola Sáenz Blanco	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Bogotá
Faisal Yamil Bernal Higueta	Corporación Universitaria de la Costa - CUC	Barranquilla
Faver Adrián Amorocho Sepúlveda	Fundación Universitaria de San Gil	San Gil
Félix Octavio Díaz Arango	Universidad de Caldas	Manizales
Félix Vargas Martínez	Universidad Autónoma del Caribe	Barranquilla
Fernando Rojas Rojas	Universidad Cooperativa de Colombia	Neiva
Flavio Prieto	Neiva	Bogotá
Flórez Solano Eder Norberto	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Francisco Javier Ibarra Hernández	Universidad Francisco de Paula Santander	Ocaña
Francisco Javier Ibarra Muñoz	Ocampo	Ocaña
Francisco Javier Rebolledo Muñoz	Universidad del Quindío	Armenia
Francy Lorena Castro Aponte	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Frank Alberto Ibarra Hernández	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Franz Julio Quesada Tatis	Universidad del Norte	Barranquilla
Gabriel Ordoñez Plata	Universidad Autónoma del Caribe	Barranquilla
Gerardo Latorre Bayona	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Gerardo Luis Angulo Cuentas	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Germán Adolfo García Castellanos	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Germán Adolfo García Castellanos	Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla"	Cartagena de Indias
Germán García	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Germán Mendoza Roncancio	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá

Nombre	Institución	Ciudad
Gerson Díaz Bustos	Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña	Ocaña
Gilberto León Estupiñán	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
Giovani Orozco	Universidad de San Buenaventura	Medellín
Giovanna Fiorillo Obando	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Gloria Inés Arteaga Salcedo	Universidad Tecnológica de Pereira	Santa Rosa de Cabal
Gloria Inés Jiménez Gutiérrez	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
Gloria Margarita Varón Duran	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Gloria Molina	Universidad Libre	Bogotá
Gonzalo Jiménez Cleves	Universidad del Quindío	Armenia
Gonzalo Ulloa	Universidad ICESI	Cali
Guiber Olaya Marín	Universidad Surcolombiana	Neiva
Guillermo Beltrán Dulcey	Universidad de Santander UDES	Bucaramanga
Guillermo González	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Guillermo González Carrillo	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Gustavo Adolfo Espitia Pantoja	Universidad del Norte	Barranquilla
Gustavo Andrés Montero	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Gustavo Chio Cho	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Gustavo Velásquez Quintan	Universidad Nacional Abierta y a Distancia	Bogotá
Héctor Niño	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Héctor Antonio Fonseca Peralta	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Sogamoso
Héctor Julio Parra	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Héctor Vega Garzón	Universidad de La Salle	Bogotá
Helman Hernandez	Universidad de Córdoba	Montería
Helver Parra Arias	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Tunja
Heriberto Maury Ramírez	Universidad del Norte	Barranquilla
Hermes Ariel Vacca	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Hermes Barrera Ávila	Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Bucaramanga
Hevenly Cely	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Horacio Castellanos Aceros	Fundación Universidad Central	Bogotá
Hugo Mercado Cervera	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Hugo Ernesto Martínez Ardila	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Indira Sotelo Díaz	Universidad de La Sabana	Chía
Inés Meriño Fuentes	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Isabel Rosales Payares	Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco	Cartagena de Indias
Isaías Guanumen Molina	Universidad la Gran Colombia	Bogotá
Iván Darío Bastidas Castellanos	Universidad Mariana	Pasto
Ivonne Cecilia Lacera Cortés	Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Bucaramanga
Jaiber Evelio Cardona Aristizabal	Universidad del Quindío	Armenia
Jaime Orlando Ruíz	Universidad de Nariño	Pasto
Jaime Alberto Camacho Pico	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga

Nombre	Institución	Ciudad
Jaime Alemán Casa	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Jaime Bonnet Molina	COPNIA	Bogotá
Jaime Hennesey	ISA ESP	Bogotá
Jaime Vélez Zapata	Corporación Universitaria de la Costa - CUC	Barranquilla
Jairo Alberto MENDONZA VARGAS	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Jairo César Gómez Acero	Fundación Universitaria Cafam	Bogotá
Janneth Arias Hernández	Corporación Universitaria Minutos de Dios	Bogotá
Januario Hernández Hamel Cassab	Universidad Pontificia Bolivariana	Montería
Javier Alonso Arango Pardo	Politécnico Grancolombiano	Bogotá
Javier Páez Saavedra	Universidad del Norte	Barranquilla
Jenifer Cruz Betancur	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Jerson Fabian Rico Albarracín	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Jhon Francined Herrera Cubides	Corporación Universitaria Minutos de Dios	Bogotá
Jhon Freddy Garavito Suárez	Universidad Industrial de Santander	Piedecuesta
Jhon Jairo Cáceres	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
John Alexander Mendoza García	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
John Faber Archila Díaz	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
John Forero	Universidad Libre	Bogotá
John William Branch Bedoya	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
Johnny Alexander Tamayo Arias	Universidad Nacional de Colombia	Manizales
Jonier Rendón	Institución Universitaria de Envigado	Envigado
Jorge Alberto Villalobos Salcedo	Universidad de los Andes	Bogotá
Jorge Aragón Russo	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Jorge Edilberto Niño Vera	Pontificia Universidad Javeriana	Cali
Jorge Eduardo Pinto Valderrama	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Jorge Elías Buzón Ojeda	Corporación Universitaria de la Costa - CUC	Barranquilla
Jorge Enrique González Lastra	Universidad de Ibagué	Ibagué
Jorge Francisco Estela Uribe	Pontificia Universidad Javeriana	Cali
Jorge Humberto Saavedra	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Sogamoso
Jorge Iván Sofrony Esmeral	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Jorge Mario Quiroz Carreño	Universidad del Norte	Barranquilla
Jorge René Silva	Universidad Libre	Bogotá
José Cárcamo Sepúlveda	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
José Fernando Echeverry Murillo	Universidad del Quindío	Armenia
José Fernando Forero	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
José Fernando López Quintero	Escuela Colombiana de Carreras Industriales - ECCI	Bogotá
José Ismael Peña Reyes	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
José Javier Villalba Romero	Universidad Mariana	Pasto
José Jesús Fernando Martínez Páez	Universidad Católica de Colombia	Bogotá

Nombre	Institución	Ciudad
José Leonardo Ramírez Echavarría	Instituto Tecnológico Metropolitano	Medellín
José Luis Ahumada Villafañe	Corporación Universitaria de la Costa - CUC	Barranquilla
José Luis Villa Ramírez	Universidad Tecnológica de Bolívar	Cartagena de Indias
José María Muñoz Botina	Institución Universitaria CESMAG	Pasto
José Mauricio Pardo Benito	Universidad de La Sabana	Chía
José Nelson Rojas Grisales	Universidad Nacional de Colombia	Manizales
José Olegario Nemeth Esquinas	COPNIA	Bogotá
Jovani Alberto Jiménez Builes	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
Juan Carlos Cristancho Sierra	Electroequipos	Bogotá
Juan Carlos Londoño Jaramillo	Fundación Universitaria del Área Andina	Valledupar
Juan Carlos Osorio Gómez	Universidad del Valle	Cali
Juan Carlos Salazar Gualdrón	Universidad Santo Tomás	Bogotá
Juan Diego Colegial Gutiérrez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Juan Manuel Chaparro Fonseca	Fundación Universidad Central	Bogotá
Juan Manuel Cruz Bohórquez	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Juan Pablo Valencia Giraldo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Juan Vicente Villamizar Hernández	Universidad del Quindío	Armenia
Julián Díaz Gutiérrez	Universidad del Quindío	Armenia
Julio César Aguilar Martínez	Electroequipos	Bogotá
Julio César Cañón Rodríguez	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Julio César Fuentes Arismendi	Universidad de América	Bogotá
Karen Cecilia Fernández Simanca	Universidad de Córdoba	Montería
Laura Angélica Mejía Ospina	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Laura Isabel Pulgarín Arias	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Laura Vanessa Ortiz Hernández	Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco	Cartagena de Indias
Leidy Johanna Cárdenas Solano	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Leidy Marcela Dueñas Ramírez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Leidy Yohana Flórez Gómez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Leonardo Alonso Hernández Rodríguez	Universidad del Quindío	Armenia
Leonardo David Donado Garzón	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Leonardo Yunda	Universidad Santiago de Cali	Cali
Libardo Antonio Londoño Ciro	Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Medellín
Lina María Gómez Echavarría	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
Lina María Jaramillo Echeverry	Universidad La Gran Colombia	Armenia
Lorena Serrato Aguirre	Universidad Nacional de Colombia	Bogotá
Lucía del Pilar Monroy	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Lucía Victoria Ospina Cardona	Escuela de Ingeniería de Antioquia	Envigado

Nombre	Institución	Ciudad
Ludym Jaimes Carrillo	Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Bucaramanga
Luis Alberto González Araujo	ACOFI	Bogotá
Luis Alberto Ordoñez	Armada Nacional de Colombia	Bogotá
Luis Antonio García Prieto	Fundación Universidad Autónoma de Colombia	Bogotá
Luis Carlos Arraut Camargo	Universidad Tecnológica de Bolívar	Cartagena de Indias
Luis Carlos Cely Nossa	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Luis Carlos Díaz Chaparro	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Luis Carlos Leguizamón Barreto	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Tunja
Luis Carlos Rios Quiroga	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Luis Eduardo Bautista Rojas	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Luis Eduardo Becerra Ardila	Universidad Industrial de Santander	Bogotá
Luis Eduardo Gallego Vega	Universidad Nacional de Colombia	Palmira
Luis Eduardo Ordoñez Santos	Universidad Nacional de Colombia	Pereira
Luis Eduardo Peláez Valencia	Universidad Católica Popular del Risaralda	Pereira
Luis Efrén Ayala Rojas	Universidad de La Salle	Bogotá
Luis Ernesto Blanco Rivero	ACOFI	Bogotá
Luis Fernando Bonilla Camacho	Universidad Surcolombiana	Neiva
Luis Fernando Lozano Gómez	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Tunja
Luis Fernando Polania Obando	Universidad del Quindío	Armenia
Luis Fernando Sierra Soya	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Luis Fernando Vargas Cano	Fundación Universitaria Luis Amigó	Medellín
Luis Miguel Mejía Giraldo	Universidad La Gran Colombia	Armenia
Luis Orlando Aguirre Rodríguez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Luis Tomas Jiménez Herrera	Sociedad Colombiana de Ingenieros	Bogotá
Luz María Pérez Saavedra	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Luz Májela Ramírez Orozco	Universidad Católica de Colombia	Bogotá
Luz Stella Restrepo de Ocampo	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Manuel Fernando Dávila Squerra	Corporación Universitaria Minutos de Dios	Bogotá
Manuel Guillermo Flórez Becerra	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Marco Antonio Villamizar Araque	Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Bucaramanga
Margarita María Rueda Pinzón	Universidad de los Andes	Bogotá
María Angélica Bernal	Travel Fusión Colombia	Cartagena de Indias
María Camila Flórez Poveda	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
María Luisa Barreto Sandoval	Universidad de Cundinamarca	Fusagasugá
María M. Larrondo Petrie	LACCEI	Miami, Estados Unidos
Mario Fernando Cortés Ortiz	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Marlene Duarte Hernández	Universidad del Norte	Barranquilla

Nombre	Institución	Ciudad
Marlon Manuel Pedraza Ordoñez	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Martha Lucía Malagón Micán	Universidad de América	Bogotá
Martha Patricia Caro Gutiérrez	Pontificia Universidad Javeriana	Bogotá
Maryuris Charris Polo	Universidad Industrial de Santander	Santa Marta
Mauricio Duque	Universidad de los Andes	Bogotá
Mauricio Marquez Santos	Universidad Autónoma del Caribe	Barranquilla
Mauricio Serrano	Universidad del Norte	Barranquilla
Mauro Callejas Cuervo	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Tunja
Mayda González Zabala	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Mélida Martínez Guardia	Universidad Tecnológica del Chocó	Quibdó
Michael Andrés Varela Álvarez	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Miguel Ángel García Bolaños	Universidad de Cartagena	Cartagena de Indias
Miguel Ángel Sierra Baena	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
Miguel Enrique Higuera Marín	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Miguel Hugo Corchuelo Mora	Universidad del Cauca	Popayán
Miguel Humberto Mazzeo Meneses	Universidad de Caldas	Manizales
Modesto Barrios Fontalvo	Universidad de Cartagena	Cartagena de Indias
Moisés Oswaldo Bustamante Rúa	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
Mónica Simanca	Universidad de Córdoba	Montería
Myriam Jeannette Bermúdez Rojas	Universidad Piloto de Colombia	Bogotá
Myriam Rocío Pallares Muñoz	Universidad Santo Tomás	Bogotá
Nadia Judith Olaya Coronado	Corporación Universitaria de la Costa - CUC	Barranquilla
Naliny Patricia Guerra Patricia	Fundación Universidad Central	Bogotá
Nayib Moreno Rodriguez	Corporación Universitaria de la Costa - CUC	Barranquilla
Nayibe Chío	Universidad Autónoma de Bucaramanga	Bucaramanga
Neisar Salazar Ramírez	Universidad Surcolombiana	Neiva
Nelson Antonio Vanegas Molina	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
Nelson Arturo	Universidad de Nariño	Pasto
Nelson Gambasica Piraneque	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Nelson Javier Rojas Mancipe	Universidad Santo Tomás	Bogotá
Nelson Rafael Camargo Torres	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Tunja
Néstor Hugo Monroy García	Corporación Universitaria Minutos de Dios	Bogotá
Norelli Schettini Castro	Universidad del Norte	Barranquilla
Olga María Correa Flórez	COPNIA	Bogotá
Omaira Tapias Díaz	Universidad Popular del César	Valledupar
Omar Francisco Rodriguez	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Omar Perez	Universidad de Córdoba	Montería

Nombre	Institución	Ciudad
Omar Trujillo	Universidad Antonio Nariño	Bogotá
Omar Yesid Beltrán	Universidad de los Llanos	Villavicencio
Orlando Vergel Portillo	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Sogamoso
Oscar Eduardo Pataquiva Jiménez	Electroequipos	Bogotá
Oscar Fernando Muñoz Delgado	Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez"	Cali
Oscar Francisco Pico Velandia	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Oscar Javier Gutiérrez Junco	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Tunja
Pablo Bonavire	Universidad Autónoma del Caribe	Barranquilla
Pablo Bonilla	Universidad Libre	Bogotá
Parodi Camaño Tobías Alfonso	Universidad de Córdoba	Montería
Patricia Salazar Perdomo	Escuela Colombiana de Ingeniería	Bogotá
Paula Andrea Guapacha Ramos	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Paula Andrea Palacios Correa	Tecnológico Pascual Bravo	Medellín
Paula Andrea Salas Lasso	COPNIA	Bogotá
Pedro José Díaz Guerrero	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Pervys Rengifo Rengifo	Fundación Universitaria Konrad Lorenz	Bogotá
Rafael Antonio Orduz Medina	Universidad Sergio Arboleda	Bogotá
Rafael Arturo Camerano Fuentes	Fundación Universidad Autónoma de Colombia	Bogotá
Rafael Enrique Díaz Díaz	Universidad de Cundinamarca	Fusagasugá
Rafael Linero Mejía	Universidad del Magdalena	Santa Marta
Ramiro Barrios Valencia	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Ramón de Jesús Torres Ortega	Universidad de Cartagena	Cartagena de Indias
Ray Alfredo Bello Dávila	Fundación Universidad Central	Bogotá
Ricardo Cruz Hernández	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Ricardo Jaimes Rolon	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Ricardo Javier Paredes Muñoz	Escuela Militar de Aviación "Marco Fidel Suárez"	Cali
Ricardo Llamasa Villalba	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Robinson Pulgarín Giraldo	Universidad del Quindío	Armenia
Rodrigo Guarnizo	FESTO	Bogotá
Rodrigo Herrera	Unidad Central del Valle del Cauca	Tuluá
Rodrigo Velásquez Giraldo	Universidad Libre	Bogotá
Ronald Castro Quintero	Fundación Universidad Central	Bogotá
Rosven Arévalo	Universidad del Tolima	Ibagué
Rubén Darío Cruz Rodríguez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Rubén Darío Hernández Pérez	Escuela de Ingeniería de Antioquia	Envigado
Rubén Darío Ochoa Arbeláez	Fundación Universidad Agraria de Colombia	Bogotá
Samuel Montero Vargas	Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga	Bucaramanga

Nombre	Institución	Ciudad
Sergio Augusto Cardona Torres	Universidad del Quindío	Armenia
Sheryl Urquijo	Universidad del Norte	Barranquilla
Sofía Leonilde Murillo Martínez	Universidad Santo Tomás	Bogotá
Sonia Jaramillo Valbuena	Universidad del Quindío	Armenia
Tim Osswald	University of Wisconsin-Madison	Wisconsin, Estados Unidos
Torcoroma Velásquez Pérez	Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña	Ocaña
Valmiro Maldonado Álvarez	Universidad Autónoma del Caribe	Barranquilla
Vicente Albéniz Laclaustra	Escuela Colombiana de Ingeniería	Bogotá
Waldo Lizcano	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Wilfredo Del toro	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
William Mogollón Arenas	Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A	Bogotá
William Arévalo	Universidad Nacional de Colombia	Medellín
William Ariel Sarache Castro	Universidad Nacional de Colombia	Manizales
William Ernesto Ardila Gómez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
William Manuel Mora Penagos	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Bogotá
Wilmer Diego Jiménez Trujillo	Universidad del Quindío	Armenia
Wilson Díaz Gamba	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Bogotá
Wilsón Arenas	Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira
Wilson Briceño Pineda	Universidad Autónoma de Bucaramanga	Bucaramanga
Wilson Rodríguez Calderón	Universidad de La Salle	Bogotá
Ximena Cifuentes Wchima	Universidad La Gran Colombia	Armenia
Ximena Paola Flórez Rodríguez	Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga
Yamil Cerquera Rojas	Universidad Surcolombiana	Neiva
Yisselle Indira Acuña Herrera	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Bogotá
Yussy Arteta Peña	Universidad Libre	Barranquilla



A lo largo del año 2010, los miembros de ACOFI reflexionaron, debatieron y elaboraron algunas propuestas de acción acerca de la relación entre la formación de los ingenieros y el desarrollo de las regiones en las que las facultades de ingeniería están insertas.

Esta obra presenta el fruto del trabajo que, sobre el tema apuntado, llevó a cabo la comunidad académica de las facultades de ingeniería, en los tres Foros preparatorios y en la Reunión Nacional.



ACOFI

Asociación Colombiana
de Facultades de Ingeniería