

**Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos
Protocolos Centenarios para Antioquia**

**UNA PROSPECTIVA SOCIAL PARA LA
INGENIERÍA ANTIOQUEÑA**

**Darío Valencia Restrepo
Luis Fernando Múnera López
Claudia Ivonne Giraldo Gómez
Julián David Gallón**

**Este trabajo hace parte del libro
Protocolos de la SAI sobre el futuro de Antioquia,
publicado con motivo del centenario de la
Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos**

Medellín, noviembre de 2013

CONTENIDO

Agradecimientos

Introducción

PRIMERA PARTE

Aproximación a la historia de la ingeniería en Antioquia

- 1. Una definición**
- 2. Tres paradigmas**
- 3. Conquista y Colonia**
- 4. Alborada de la ciencia**
- 5. Antecedentes en la República**
- 6. Antecedentes en Antioquia**
- 7. Escuela Nacional de Minas**
- 8. Una sociedad profesional**
- 9. Nuevos programas a mediados del siglo XX**
- 10. Diversificación de la ingeniería y nuevas facultades**
- 11. Programas y ramas de ingeniería en 2012**
- 12. El posgrado**
- 13. La investigación**
- 14. Los doctorados**

15. Sedes regionales

16. Las revistas

SEGUNDA PARTE

Diagnóstico, comentarios y propuestas

1. Sobre la formación universitaria

1.1 Los métodos de enseñanza

1.2 La informática

1.3 Los seminarios y grupos

1.4 Laboratorios, talleres, excursiones y prácticas

1.5 Consultorios de ingeniería

1.6 Servicio social

1.7 Las humanidades y las artes

1.8 La ética

1.9 La investigación

1.10 La visión integradora y el trabajo interdisciplinario

1.11 El lenguaje y la capacidad de comunicar

1.12 Flexibilidad del currículo

1.13 Requisitos de grado

2. Sobre la actividad profesional

- 2.1 Desempeño de los ingenieros**
- 2.2 Capacitación requerida por los nuevos ingenieros**
- 2.3 Comparación entre generaciones**
- 2.4 Sugerencias para las facultades de ingeniería**
- 2.5 Seguimiento de los egresados**
- 2.6 Innovación**

3. Otros temas

- 3.1 El Examen de Estado**
- 3.2 Breve comentario con respecto a la formación técnica y tecnológica**
- 3.3 La usual queja sobre la preparación de los bachilleres**
- 3.4 La identidad de la ingeniería**

TERCERA PARTE

La influencia de la ingeniería en el desarrollo futuro de Antioquia

1. Sobre el desarrollo subregional de Antioquia

- 1.1 La concepción de las subregiones de Antioquia**
- 1.2 Las subregiones de Antioquia, una visión política y administrativa**
- 1.3 Los Centros Administrativos de Servicios Regionales, CASER**
- 1.4 Las subregiones de Antioquia según el PLANEA**

1.5 La integración con otros Departamentos.

1.6 Concepto del desarrollo subregional para Antioquia

1.7 Los planes de desarrollo de Antioquia y sus subregiones

2. Sobre la influencia de la ingeniería en el desarrollo futuro de Antioquia

2.1 Herramientas institucionales para el desarrollo subregional

2.2 Papel de la ingeniería para el desarrollo subregional de Antioquia

2.3 Papel de los programas de Ingeniería en las subregiones de Antioquia

2.4 Formación técnica y tecnológica en las subregiones de Antioquia

2.5 El servicio social obligatorio para los ingenieros

2.6 Los consultorios de ingeniería

Reflexión final

Agradecimientos

Los autores de este trabajo expresan su reconocimiento a las personas que se mencionan a continuación, pues para la realización de aquel fueron muy importantes los conceptos y apreciaciones que ellas proporcionaron en las entrevistas a las que amablemente accedieron.

Para lo relativo a la formación académica de los ingenieros, se agradece a Óscar Mesa Sánchez, de la Facultad de Minas; Asdrúbal Valencia Giraldo, de la Universidad de Antioquia; Piedad Gañán Rojo y Gabriel Naranjo Pizano, de la Universidad Pontificia Bolivariana; Carlos Eduardo López Bermeo, Arturo Arismendy y Andrea Arias, de la Universidad de Medellín; Libardo Antonio Londoño Ciro, del Politécnico Jaime Isaza Cadavid; Michel Hermelin, de la Universidad EAFIT; Paula Madrid Barbotto y Ana María Zambrano Botero, de la Escuela de Ingeniería de Antioquia; María Isabel Gómez David y José Alberto Álvarez López, de la Universidad Católica de Oriente; y Nelson Darío Roldán López, Ángela María Cárdenas González, Sadia Ivonne Giraldo Sepúlveda y Martha Elizabeth Londoño Cano, de la Universidad Católica del Norte. Y a Francisco Restrepo Gallego y Gabriel Jaime Gómez Carder, por su aporte personal.

Con respecto al desempeño profesional, se agradece a J. Mario Aristizábal C., de Concreto S. A.; Luis Fernando Ochoa, de Integral S. A.; Francisco Piedrahíta Díaz, de las Empresas Públicas de Medellín; y Mario Betancur y Luisa Fernanda Hoyos, de DYNACAD.

Finalmente, con respecto a las entrevistas relacionadas con una visión prospectiva para la ingeniería antioqueña, se agradece a Alonso Palacios Botero, ex director del Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia; Álvaro Villegas Moreno, presidente de la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos; Juan Diego Uribe Arroyave, ex asesor del Plan Estratégico de Antioquia (PLANEA); y Beatriz Restrepo Gallego, ex directora del Plan Estratégico de Antioquia (PLANEA).

Introducción

El presente trabajo sobre la ingeniería antioqueña intenta presentar una visión de futuro sobre lo que puede aportar esta profesión al departamento de Antioquia y, en especial, a las diferentes subregiones del mismo. La Tercera Parte de este texto contiene dicha visión prospectiva.

Con el fin de preparar aquella parte central del trabajo, se quiso abordar inicialmente una aproximación a la historia de la ingeniería en Antioquia, la cual está incluida en la Primera Parte. Se pasó luego a elaborar un diagnóstico sobre la vigente formación universitaria y sobre la actividad profesional, lo que será el tema de la Segunda Parte. Para analizar y apreciar estos dos aspectos, el universitario y el profesional, se hicieron entrevistas con directivos y profesores de facultades de ingeniería del departamento, de una parte, y con empresarios de varias firmas cuya sede se encuentra en la ciudad de Medellín, de la otra.

Como resultado de la historia y el diagnóstico, la Segunda Parte se complementó con comentarios y propuestas dirigidas a las facultades de ingeniería sobre procesos de enseñanza-aprendizaje, aspectos curriculares y temas de investigación, al igual que con propuestas concretas sobre la creación de consultorios de ingeniería en las universidades, del servicio social de egresados y del Examen de Estado que habilitaría para el ejercicio profesional.

En atención a que la formación técnica y tecnológica reviste especial importancia, en la misma segunda parte se incluyó un breve análisis al respecto, el cual puso de presente la necesidad de fortalecer las instituciones de educación superior encargadas de dicha formación, de propiciar un mayor aprecio social por las tareas que aquellos cumplen y de señalar cómo los ingenieros, los tecnólogos y los técnicos cumplen funciones necesarias y complementarias.

Bien conocidos son los significativos aportes de la ingeniería antioqueña al desarrollo y progreso del departamento y el país. Pero ante el enorme desequilibrio que se presenta entre el área metropolitana de Medellín y las diferentes subregiones de Antioquia, los autores de este ensayo consideran que la profesión tiene ante sí el reto de dirigir una atención prioritaria hacia aquellas poblaciones del departamento con necesidades insatisfechas y atraso en su desarrollo. Es un asunto de justicia pues esas mismas poblaciones, con su capital humano y sus recursos naturales, han contribuido sustancialmente a la creación de riqueza en el Valle de Aburrá. Con el fin de abordar lo anterior, en este caso se procedió a realizar una serie de entrevistas con personas muy conocedoras de la actual situación del departamento de Antioquia.

Como resultado de la preocupación anterior, la Tercera Parte presenta una propuesta concreta para que la ingeniería antioqueña cumpla una urgente función social en nuestro departamento: contribuir al desarrollo y progreso de las diferentes subregiones de Antioquia mediante las competencias e instrumentos propios de las diferentes ramas de la profesión. Esta contribución sería de la mayor eficacia si pudiese obedecer a planes de

desarrollo para las diferentes subregiones, los cuales en rigor no existen, a pesar de algunos esfuerzos públicos y privados en esa dirección.

Dada la importancia que este trabajo atribuye a las tareas de planeamiento en los varios horizontes espaciotemporales, la dicha tercera parte incluye una revisión histórica de lo hecho en materia de planes departamentales y subregionales. Se concluye que, a pesar de los méritos de los diferentes planes propuestos, no existe un plan estratégico para Antioquia con horizonte de largo plazo ni existen planes apropiados para el desarrollo de las diferentes subregiones del departamento. Es imperativo entonces encauzar esfuerzos gubernamentales y privados, ojalá con el apoyo de las agremiaciones profesionales, las cámaras de comercio, Proantioquia y la Cátedra del Agua, entre otras entidades, con el fin de superar estas carencias de planeación en el departamento.

El trabajo fue dirigido por los ingenieros Darío Valencia Restrepo y Luis Fernando Múnera López, y contó con la colaboración de la licenciada en Filosofía y Letras Claudia Ivonne Giraldo Gómez y del historiador Julián David Gallón.

Los autores y colaboradores de este trabajo agradecen la oportunidad que les brindó la Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos de asociarse con esta contribución a la celebración de los cien años de existencia de la mencionada asociación profesional.

PRIMERA PARTE

Aproximación a la historia de la ingeniería en Antioquia

1. Una definición

La ingeniería es una profesión de gran alcance en beneficio de la comunidad. Se distingue de actividades similares porque se fundamenta en las ciencias exactas, las ciencias naturales y las llamadas ciencias de la ingeniería, con el apoyo de las ciencias sociales, en especial la Economía. Los conocimientos teóricos, sumados a prácticas y conocimientos empíricos, se aplican profesionalmente para disponer de las fuerzas y de los recursos naturales, y de los objetos, los materiales y los sistemas hechos por el hombre para diseñar, construir, operar equipos, instalaciones, bienes y servicios con fines económicos, dentro de un contexto social dado.

2. Tres paradigmas

El desarrollo de la ingeniería en el mundo occidental se puede sintetizar en tres grandes procesos, generalmente lineales o sucesivos, y a veces imbricados. Son ellos: El maestro constructor, la ingeniería como arte y la Ingeniería basada en la ciencia.

Primer paradigma: El maestro constructor. Hasta fines del siglo XVIII no existía la ingeniería como la conocemos hoy; se construía intuitivamente, con base en ensayo y error, y a la manera de los artesanos, según la tradición de maestros y aprendices. El arquitecto y el ingeniero se confundían en el maestro constructor y éste trabajaba en el sitio de la obra. Planos y especificaciones eran mínimos. Podría decirse que el espacio se organizaba para actividades humanas mediante edificaciones de esqueleto y cobertura.

Segundo paradigma: La ingeniería como arte. Debido a las exigencias de la Revolución Industrial, y gracias a la aparición de las primeras escuelas de Ingeniería en Francia, primero de carácter militar y luego civil, empieza a perfilarse la profesión como un arte, es decir como un oficio especializado que exigía destrezas y habilidades muy elaboradas. Este segundo paradigma dura más o menos hasta mediados del siglo XX. Se formalizan planos y especificaciones. Las edificaciones incluyen ahora tuberías, ductos y cables. En la medida en que la industria lo requiere, al ingeniero civil se suman otros ingenieros, el mecánico, el administrador, el químico, el electricista y demás.

Tercer paradigma: La ingeniería basada en la ciencia. Posteriormente se da un gran énfasis en la fundamentación científica de la profesión, aprovechando las ciencias exactas y naturales. Se desarrollan las llamadas ciencias de la Ingeniería, como la Hidráulica, la Ciencia de los Materiales, las Estructuras, la Electrotecnia, entre otras. Se acelera la creación de nuevas ramas de la ingeniería. Este tercer paradigma se caracteriza por un diálogo entre la razón y la experiencia. Se formulan modelos teóricos y leyes que deben comprobarse y los fenómenos observados se justifican mediante explicaciones racionales. Los planos y las especificaciones son cada vez más numerosos, detallados y refinados. Empiezan a aparecer las redes electrónicas en los edificios y el software cobra importancia.

La acción individual cede el paso a los grupos de trabajo, a veces distribuidos geográficamente.

Estos tres paradigmas nos permiten hacer un seguimiento del desarrollo de la ingeniería en nuestra patria y nuestro departamento.

3. Conquista y Colonia

Aunque existe evidencia de la utilización, tanto por parte de los aborígenes como de los conquistadores españoles, de conocimientos técnicos para construcciones, el manejo de los materiales metálicos y no metálicos y la explotación minera, puede afirmarse que la ingeniería como profesión solamente surge entre nosotros hacia mediados del siglo XIX.

Durante los siglos XVI, XVII y parte del XVIII, España se aisló de las corrientes científicas e industriales de la época. Buscando mantener la hegemonía política y religiosa, en la península ibérica únicamente se enseñaba lectura, escritura y matemáticas a los hijos de los nobles. Sólo recibían instrucción formal los clérigos, los abogados y los médicos.

A pesar de que el descubrimiento de América coincide con el Renacimiento en Europa, las colonias vivieron en el oscurantismo filosófico y científico durante los primeros siglos, hasta los cambios introducidos por la llegada de la Casa de Borbón a la Corona española en 1759. Las tres universidades que se instalaron en la Nueva Granada durante la Colonia se dedicaron sólo a la formación de clérigos. Apenas con la llegada de José Celestino Mutis a la Nueva Granada se introducen las nociones del sistema heliocéntrico y los grandes avances de la física debidos a Newton.

Durante la Colonia las obras de ingeniería en la Nueva Granada consistieron en edificios, caminos, obras de defensa militar y obras hidráulicas. Su desarrollo inicial puede equipararse con el paradigma del maestro constructor. Posteriormente, la complejidad y tamaño de las construcciones exigieron la presencia de ingenieros que elaboraron los proyectos y analizaron su factibilidad. Por lo tanto puede hablarse de la aplicación de la ingeniería como arte.

Por ejemplo, las fortificaciones de Cartagena requirieron planos y especificaciones y el canal de Dique tuvo incluso estudios de conveniencia económica para decidir su construcción. Sin embargo, los ingenieros que dirigieron las obras no se formaron en España pues eran principalmente italianos y holandeses, o españoles formados afuera.

4. Alborada de la ciencia

En el período 1760 a 1815, se vive en nuestra patria una “Alborada de la ciencia”, gracias a la llegada de sabios como José Celestino Mutis, las actividades de la Expedición Botánica, la fundación del Observatorio Astronómico de Santa Fe de Bogotá y la formación de un grupo de jóvenes granadinos interesados en las ciencias, entre los cuales descollaron Francisco José de Caldas, Antonio Nariño, Camilo Torres, Francisco Javier Matiz, Francisco Antonio Zea y Francisco Antonio Ulloa. Varios de ellos también se interesaron por las nuevas ideas de libertad, en el sentido más amplio. El resultado fue el inicio de la

aplicación de las ciencias exactas para desarrollar conocimiento útil, no simplemente especulativo.

5. Antecedentes en la República

Francisco José de Caldas propuso en 1808 la creación de un cuerpo militar de ingenieros mineralógicos en el virreinato. Posteriormente aplicó su idea en Antioquia, donde formó, en 1814, la Academia de Ingenieros Militares. Su plan de estudios contenía Matemáticas, Física Experimental, Botánica, Mineralogía, Química y Metalurgia. La intención era formar militares para la defensa y también inculcar conocimientos científicos y tecnológicos a los ciudadanos.

Hitos fundamentales para el desarrollo de la ingeniería en Colombia se dieron durante los gobiernos de Tomás Cipriano de Mosquera. El primero es la creación en 1848 del Colegio Militar de Ingeniería, con énfasis en la buena preparación matemática gracias a una tradición europea que trajeron personalidades como don Lino de Pombo, el coronel Joaquín Acosta y el coronel Agustín Codazzi. Un segundo hito fue la reapertura del Colegio Militar y la creación de la Escuela Politécnica, en 1861, que conferían los títulos de ingeniero militar y de ingeniero civil. El primero de los tres antes mencionados fue el primer colombiano que recibió el título de ingeniero en el exterior y quien insistió siempre, como profesor de Matemáticas del colegio, en la necesidad de conservar un alto nivel académico.

Otro antecedente importante para el desarrollo de la ingeniería y la construcción de país fue la creación, en 1867, de la Universidad Nacional de Colombia y la incorporación a ella de una Facultad de Ingeniería, heredera del dicho colegio militar. En todo ello se destaca la participación, como orientador y guía, de su egresado el ingeniero civil y profesor de matemáticas Julio Garavito Armero.

6. Antecedentes en Antioquia

En 1870 se creó en Medellín la Escuela de Artes y Oficios, por iniciativa de Pascual Bravo, orientada a calificar a los artesanos tradicionales en las técnicas de ebanistería, herrería, zapatería, sastrería, cerrajería, relojería y construcción. Fue éste un paso importante hacia las manufacturas en la ciudad. Poco después la escuela agregó a los cuatro años básicos uno más para ofrecer el título de ingeniero.

Pedro J. Berrío formalizó, mediante decreto, la organización de la Universidad de Antioquia, en 1871. Una de sus facultades fue la de Ingeniería, cuya creación efectiva ocurrió en 1874. En 1876 la Universidad se cerró por una guerra civil pues muchos de sus alumnos fueron al campo de batalla, y en 1877 se suprimió la Facultad de Ingeniería.

De esta época datan obras importantes de ingeniería en Antioquia: el ferrocarril, contratado con el ingeniero cubano Francisco Javier Cisneros; los puentes colgantes sobre el río Cauca, construidos por el ingeniero antioqueño José María Villa; y la primera central hidroeléctrica, una instalación que aprovechaba las aguas de la quebrada Santa Elena. La complejidad y la envergadura de estas obras requirieron estudios, cálculos y planos

detallados, lo cual motivó la formación de ingenieros que se vincularan a ellas. Alcanza en Colombia su plenitud el paradigma de la ingeniería como arte.

La minería necesitaba ingenieros, pues continuaba desarrollándose con técnicas muy primitivas, poco mejoradas desde la Colonia, si bien se destacaban las prácticas de amalgama y fundición. Según el censo, la población de Antioquia en 1884 era de 365.974 habitantes, sin incluir el distrito de Nechí, entre los cuales había 13.924 mineros y solamente 13 ingenieros.

7. Escuela Nacional de Minas

Empezó a funcionar en Medellín como entidad independiente el 11 de abril de 1887, escindida de la Universidad de Antioquia pero como continuación de su Facultad de Ingeniería. Su programa de estudios incluía Matemáticas, Física, Química, Botánica, Mineralogía, Metalurgia, Economía y Legislación de Minas, Explotación de Minas, Geología, Mecánica Aplicada a la Minería, Dibujo de Maquinaria, Dibujo Topográfico e Idiomas. Se consolida la aplicación de la ingeniería como arte, según el segundo paradigma mencionado al principio.

Las dos primeras décadas de la Escuela Nacional de Minas fueron difíciles debido a la inestabilidad política, la depresión económica y empresarial y, finalmente, las guerras civiles. Estas vicisitudes llevaron nuevamente a su reincorporación a la Universidad de Antioquia en 1906.

Con la calma que alcanzó Colombia a finales de la segunda década del nuevo siglo se empieza a estabilizar también la ingeniería y muy pronto se consolida como herramienta de desarrollo social y económico. A partir de 1911, coincidente con la recuperación institucional y política del país, la ingeniería despegó en Antioquia en forma definitiva. La Escuela Nacional de Minas se independiza nuevamente de la Universidad de Antioquia y se dedica al programa de Ingeniería Civil y de Minas con énfasis en la formación técnica, administrativa y moral de los ingenieros. Aportó enormemente al naciente desarrollo industrial antioqueño mediante las firmas que crearon y administraron sus egresados.

A los cursos ya mencionados, se agregaron los de Agrimensura, Geodesia, Resistencia de Materiales, Hidráulica, Aire Comprimido, Electrotecnia, Economía Política, Economía Industrial, Higiene Industrial, Termodinámica, Locomotoras, Trazado de Caminos, Trazado de Ferrocarriles, Maquinaria, Arquitectura y Dibujo Arquitectónico.

¿Por qué fue exitoso hace más de 100 años el proyecto de la Escuela de Minas, el de don Tulio Ospina y otros pioneros, el de la “ciencia útil”, el del lema hoy plenamente vigente de “Trabajo y Rectitud”? Porque ese proyecto fue consciente del valor de la ciencia, la técnica, el carácter y la ética, y de la importancia de aplicarlas al desarrollo y a la construcción de un país moderno.

8. Una sociedad profesional

En 1913 un grupo de ingenieros fundó la Sociedad Antioqueña de Ingenieros con los propósitos de fomentar el desarrollo regional, elevar el nivel de la profesión e intervenir en asuntos específicos de la ingeniería. En la lista de fundadores se encuentran nombres ilustres, entre los cuales podría mencionarse a Juan de la Cruz Posada, Jorge Rodríguez, Tulio Ospina, José María Escobar, Alejandro López y Carlos Cock.

Los cien años transcurridos muestran una entidad de prestigio nacional que agrupa en la actualidad no solo a ingenieros de las diferentes ramas sino también a profesionales de la arquitectura. Es una entidad sin ánimo de lucro que propicia la formación científica, técnica y social de sus socios, vela por el cumplimiento de las normas legales sobre protección de las profesiones y estrecha vínculos de confraternidad.

Para el cumplimiento de sus fines, la entidad se ocupa del estudio y solución de problemas técnicos y económicos de ingeniería, tanto de interés regional como nacional; lleva a cabo veeduría de importantes obras y proyectos del país; programa frecuentes conferencias y debates sobre temas de interés para Colombia y para Antioquia en especial; participa en diferentes juntas y comités del sector público; ofrece sin ningún costo a empresarios y socios una bolsa de empleo que facilita el acercamiento entre patrono y empleado; y distingue con premios y condecoraciones a notables ingenieros y arquitectos, al igual que a las más importantes obras de dichos profesionales.

9. Nuevos programas a mediados del siglo XX

La industria antioqueña requería químicos e ingenieros químicos para los procesos productivos, lo cual motivó a la Universidad Pontificia Bolivariana, fundada en 1936, a ofrecer la carrera de Ingeniería Química en 1938. La Universidad de Antioquia abre también, en 1943, su Escuela de Ingeniería, con los programas de Química e Ingeniería Química.

La Facultad de Minas se incorpora a la Universidad Nacional de Colombia en 1939. En los años cuarenta se crea en ella la Ingeniería de Geología y Petróleos; la Ingeniería Civil se estructura en cuatro áreas o especialidades, a saber, vías y transportes, estructuras, hidráulica, electricidad y sanitaria, y se reorganiza la carrera de Minas y Metalurgia. La Ingeniería de Geología y Petróleos se crea teniendo en mente la importancia de contribuir a la formación del personal necesario para que el país pudiera recibir, a su vencimiento en 1951, la Concesión de Mares, lo cual dio origen a la empresa nacional Ecopetrol.

En 1954 se crean la facultad y la carrera de Arquitectura, independientes de la Facultad de Minas. Es de anotar, acerca de estos cambios, que inicialmente existió la carrera de Ingeniero Civil y Arquitecto y luego surgió la de Construcción, figura ésta que recuerda un poco, obviamente con enfoque avanzado, la del maestro constructor.

A mediados del siglo XX las carreras de ingeniería en Colombia, particularmente en Antioquia, inician un proceso de profundización en las llamadas ciencias aplicadas o ciencias de la ingeniería, tales como la hidráulica, los materiales, la geotecnia, las estructuras, la electrotecnia, y el saneamiento. Hacia comienzos de la década de 1960 empiezan a aparecer los computadores en el ámbito académico y es la Facultad de Minas

pionera en el empleo de los mismos. Con algún retraso con relación a las tendencias mundiales, se implanta en nuestro medio el tercer paradigma, la ingeniería con base científica.

10. Diversificación de la ingeniería y nuevas facultades

A partir de los años sesenta en Antioquia ocurre dentro de las facultades de ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia (Facultad de Minas) y de la Universidad de Antioquia una enorme expansión con la creación de nuevas ingenierías. Inicialmente, Mecánica, Administrativa, Industrial, Eléctrica, Química, Metalúrgica, Eléctrica, Electrónica y Sanitaria.

La Universidad de Medellín empieza a ofrecer en 1969 la carrera de Ingeniería Civil. La Universidad EAFIT crea en 1979 su Escuela de Ingenierías con los programas de Ingeniería de Producción e Ingeniería de Sistemas. La Escuela de Ingeniería de Antioquia empezó a funcionar en 1978, por iniciativa de un grupo de ingenieros muy prestantes de la ciudad; inicialmente ofreció la carrera de Ingeniería Civil y luego se ha expandido a otros programas.

Este crecimiento de la ingeniería, y en general de la matrícula universitaria, se debió a los grandes cambios que desde mediados del siglo XX empezó a experimentar un país más industrializado y en trance de modernización. Por ejemplo, entre los censos de 1951 y 1964 la alfabetización creció aproximadamente un 40% y los establecimientos educativos se multiplicaron por tres, en tanto que durante los años sesenta el país hizo la transición de una mayoría rural a una urbana. Una consecuencia de todo lo anterior fue el notable crecimiento de la clase media.

Es de anotar que en el medio se crean novedosos programas de Ingeniería, algunos de ellos algo exóticos y difícilmente considerables como ramas apropiadas de la ingeniería. Este aspecto será discutido en la segunda parte de este ensayo, la correspondiente al Diagnóstico, comentarios y propuestas.

11. Programas y ramas de ingeniería en 2012

Un inventario efectuado durante el segundo semestre de 2012 puso de presente que en Antioquia existían 27 instituciones de educación superior que ofrecían programas de ingeniería, ocho de ellas de origen estatal y 18 de origen privado.

Dichas instituciones ofrecían 146 programas en 31 diferentes ramas de la ingeniería. De éstas, las más favorecidas eran Ingeniería de Sistemas con 27 programas, Ingeniería Industrial con 19, Ingeniería Ambiental con 13, Ingeniería Agropecuaria con 11, Ingeniería Electrónica con 8 e Ingeniería Civil con 7.

Cuatro universidades se distinguían por ofrecer el mayor número de programas, así: la Universidad de Antioquia con 38, la Universidad Nacional de Colombia en su sede Medellín con 17, la Universidad Pontificia Bolivariana con 11 y la Escuela de Ingeniería de Antioquia con 11. Vale la pena destacar que la Universidad de Antioquia ofrecía 23 de sus

38 programas en sus 9 sedes regionales situadas en los municipios de Amalfi, Andes, Carmen de Viboral, Caucasia, Puerto Berrío, Santafé de Antioquia, Sonsón, Turbo y Yarumal. También fuera de Medellín se ofrecían otros 17 programas en los municipios de Caldas, Envigado, Rionegro y Sabaneta.

De los 146 programas antes mencionados, 43 poseían la Acreditación de Alta Calidad que otorga el Consejo Nacional de Acreditación, una calificación a la que se someten voluntariamente los programas que a ella aspiran. Los restantes programas tienen el llamado Registro Calificado, un requisito obligatorio para poder funcionar.

Todos los programas son de carácter presencial, con excepción de siete ofrecidos por la Universidad de Antioquia en sedes regionales y uno ofrecido por la Universidad Católica del Norte.

12. El posgrado

Los primeros programas académicos de posgrado en Ingeniería en Colombia se inician en 1966 en las áreas de Sanitaria, Estructuras, Transportes y Sistemas, ofrecidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, con asesoría de la Naciones Unidas.

Otros esfuerzos pioneros en programas de posgrado se concretan antes de 1970. La Universidad Industrial de Santander, la Universidad del Valle y la Universidad del Cauca, todas de carácter estatal, abren programas respectivamente en Ingeniería Química, Ingeniería Industrial y de Sistemas, e Ingeniería de Vías. La Universidad de los Andes, institución privada, crea seis posgrados entre 1968 y 1977.

Un hecho significativo para la formación avanzada tiene lugar cuando se promulga la reglamentación por parte del Gobierno Nacional de los títulos de Especialista, Magíster y Doctor a partir del Decreto Ley 80 de 1980. Una de sus consecuencias fue la dinamización de los programas de posgrado en la década de 1980, en especial debido al apoyo del convenio ICFES-BID a la creación de programas de Magíster y al fomento de la investigación en Colombia.

En Antioquia los primeros programas conducentes al título de Magíster se crearon en la sede Medellín de la Universidad Nacional de Colombia. El primero de ellos fue el de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, en 1984, y poco después el de Ciencia y Tecnología del Carbón.

13. La investigación

Esta actividad era muy incipiente debido a la ausencia de masa crítica. Faltaban recursos tecnológicos y financieros, el número de profesores investigadores era escaso y también influía la dificultad de los estudiantes de los posgrados para dedicarse de tiempo completo al estudio y la investigación.

En las últimas décadas se ha presentado en Colombia un significativo y más sistemático desarrollo de la investigación en ingeniería gracias al impulso de la formación avanzada, el apoyo de Colciencias y el incremento de profesores que se especializan en el exterior y regresan al país. Al reconocerse que la investigación es resultado de un trabajo colectivo, aparecen los grupos de investigación que se inscriben en Colciencias con el fin de obtener alguna de las categorías establecidas por aquella. Según una averiguación realizada en enero de 2013, se encontró que ocho universidades antioqueñas contaban con más de 150 grupos de investigación en ingeniería, entre los cuales se destacaban como más numerosos los correspondientes a la Facultad de Minas y a la Universidad de Antioquia. Siguen en este orden los grupos de la Universidad Pontificia Bolivariana y de la Universidad EAFIT.

Desde hace varios años Colciencias ha venido estableciendo una clasificación de los grupos de investigación en el país, mediante criterios que intentan medir la calidad de su trabajo. Las categorías actuales, en orden descendente, son A1, A, B, C y D. Es importante anotar que en la última clasificación disponible la Universidad de Antioquia contaba con siete grupos A1, la Facultad de Minas con tres y la Universidad Pontificia Bolivariana con tres. Con respecto a las categorías A y B, la región antioqueña contaba con 11 y 34 grupos, respectivamente.

Es digno de destacar que las principales universidades de Colombia tienen como política que la investigación sea el eje de la actividad académica, algo loable siempre que aquella se integre a la docencia y a la extensión.

En 2013 ofrecen programas de Maestría en Ingeniería en Antioquia la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Pontificia Bolivariana, la Escuela de Ingeniería de Antioquia, la Universidad EAFIT, la Universidad Católica de Oriente, la Universidad de Medellín y el Instituto Tecnológico de Medellín.

14. Los doctorados

Proantioquia y el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia presentaron en 1997 la iniciativa de programas doctorales en ingeniería que fuesen el resultado de la cooperación entre las universidades y se ocupasen de temas estratégicos para el desarrollo tecnológico e industrial del departamento, con el ánimo de promover el fortalecimiento de la investigación en ingeniería en Antioquia y el país. Las áreas de investigación prioritarias seleccionadas fueron Agua y Ambiente, Industria, Energía, e Informática y Telecomunicaciones.

El primer doctorado en Ingeniería en Colombia lo ofreció la Facultad de Minas, en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, a partir de su creación en 1991. El primer graduado fue el ingeniero Germán Poveda Jaramillo, en 1998.

En 2013, cinco universidades antioqueñas ofrecen doctorados en Ingeniería, a saber, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad EAFIT y Universidad de Medellín.

15. Sedes regionales

Gran importancia tiene en la actualidad la descentralización de la enseñanza de la ingeniería respecto al Valle de Aburrá, mediante las sedes alternas de las universidades, las universidades regionales y las carreras que se ofrecen de forma no presencial.

La Universidad de Antioquia fue pionera en este campo, pues en 1995 institucionalizó el Programa de Regionalización, adscrito a la Vicerrectoría de Extensión. Llegó inicialmente a las subregiones de Urabá, Bajo Cauca, Magdalena Medio, Oriente y Suroeste antioqueños. Más tarde se agregaron las sedes del Norte y el Occidente. La Universidad EAFIT también estableció su sede regional del Oriente en 1997.

Un hito muy importante fue el surgimiento de nuevas universidades en las subregiones, con programas de Ingeniería. La Universidad Católica de Oriente y la Universidad Católica del Norte se fundaron, respectivamente, en 1982 y en 1997. Esta última tiene la característica de ofrecer todos sus programas de pregrado en forma totalmente virtual.

16. Las revistas

Una averiguación efectuada en enero de 2013 puso de presente que en Antioquia existían 15 revistas relacionadas con la ingeniería, de las cuales dos son de carácter exclusivamente digital. Las restantes 13 se publican tanto en forma impresa como en forma digital, y todas ellas menos una permiten leer todos sus artículos en los respectivos sitios de internet.

Colciencias ha establecido para las publicaciones una clasificación que, en orden descendente, comprende las categorías A1, A2, B y C. En la categoría A1 aparecen la revista *Dyna*, de la Facultad de Minas, y la *Revista Facultad de Ingeniería*, de la Universidad de Antioquia. En la categoría A2 se encuentran *Ingeniería y Ciencia*, de la Universidad EAFIT; *Revista EIA*, de la Escuela de Ingeniería de Antioquia; y *Revista Ingenierías*, de la Universidad de Medellín.

SEGUNDA PARTE

Diagnóstico, comentarios y propuestas

Con el fin de efectuar un análisis y una apreciación sobre el estado actual de la ingeniería antioqueña, tanto con respecto a la formación universitaria como a la actividad profesional, se efectuaron entrevistas con directivos y profesores de nueve universidades y con directivos de cuatro empresas que vinculan egresados de dicha profesión. Entre estas últimas, tres son empresas de gran tamaño con presencia nacional e internacional y respectivamente relacionadas con la construcción, la consultoría y los servicios públicos domiciliarios. De otra parte, se tuvo en cuenta la evolución histórica de la ingeniería en el departamento, con énfasis en la gran expansión de la profesión en el último medio siglo y en importantes datos recientes, tal como se presentó en la Primera Parte de este ensayo.

El trabajo anterior permitirá intentar un diagnóstico a partir de una síntesis de las respuestas obtenidas, tanto de la academia como de la empresa, así como de una consideración del devenir histórico. Una evaluación crítica de lo así obtenido permitirá formular algunos comentarios y propuestas, y a la vez tener en cuenta elementos que faciliten una visión prospectiva de la ingeniería antioqueña, objeto central de este documento y que constituirá su Tercera Parte.

1. Sobre la formación universitaria

1.1 Los métodos de enseñanza. La mayoría de las respuestas a la encuesta señala que sigue predominando la clase magistral, más allá de lo deseable en razón de la pasividad que propicia en el estudiante. Es recomendable que se recurra a ella en asignaturas teóricas, tanto de ciencia básica como específicas de formación profesional, ojalá dictadas por los mejores profesores y, de ser necesario, a grupos grandes de estudiantes, pero en lo posible seguida de pequeños grupos que, dirigidos por asistentes, desarrollen talleres o prácticas que complementen las exposiciones. Con frecuencia, los profesores gastan mucho tiempo proporcionando información básica y queda poco tiempo para un aprovechamiento mejor del docente, como se verá en el punto siguiente.

Es posible que lo acostumbrado en el bachillerato lleve al estudiante de los primeros semestres a preferir la clase magistral, pero es conveniente promover paulatinamente la actitud activa por parte del mismo y señalarle que el profesor es más un guía, un orientador, un catalizador, un evaluador que estimula el aprendizaje del estudiante por sí mismo. Muy útil a este respecto lo constituye el trabajo dirigido en equipo, algo difícil frente a inclinaciones individualistas o a la desigual distribución de las cargas de trabajo, alrededor de un proyecto, un problema o un caso histórico, ojalá con la temprana presencia de integrantes provenientes de diferentes carreras o disciplinas.

Varios de los numerales que siguen tienen estrecha relación con los métodos de enseñanza.

1.2 La informática. Se observa en las encuestas que todas las universidades muestran especial interés y avances concretos con respecto al uso de la informática en las clases y prácticas. Se emplea con mucha intensidad para adelantar un trabajo docente interactivo

con el estudiante, tanto en clase como fuera de ella; en particular, se aprovecha para la realización de pruebas y para la obtención de información y datos que son necesarios en diferentes trabajos.

Una institución funciona en forma totalmente virtual, en tanto que otras pocas tienen carreras completas con este tipo de docencia o tienen asignaturas en la red. Este último servicio tendría que ser una prioridad para facilitar la extensión del campus a personas interesadas en el aprendizaje y que no piensan optar a un título.

Grandes universidades del mundo están poniendo sus cursos en internet y cada vez con ánimo creciente de proporcionar interactividad al usuario, sea con tutores automáticos o con personas. El Instituto Tecnológico de Massachusetts, de tiempo atrás, ha puesto sus cursos en la red y ya casi completa la totalidad de los mismos, cuyo aprovechamiento es gratis y no exige siquiera el registro del usuario. Recientemente unió esfuerzos con la Universidad de Harvard para crear EdX, una empresa sin ánimo de lucro que propicia un aprendizaje diseñado específicamente para el estudio interactivo por medio de internet. Además, EdX se aprovechará para averiguar cómo aprenden los estudiantes y cómo la tecnología puede transformar el aprendizaje, tanto en el campus como en el mundo. El ambiente virtual de aprendizaje tiene un gran potencial para ampliar la cobertura y su presencia en la formación postsecundaria parece irreversible, pero todavía no está claro cómo afectará la universidad tradicional.

Lo que sí resulta evidente es su importancia actual para el aprendizaje tanto como ayuda para la docencia tradicional como para la educación virtual. Con respecto a lo primero, la herramienta virtual permite al profesor señalar a los estudiantes, con anticipación a la respectiva clase, la información básica que podrán encontrar, además de la proporcionada por libros, en sitios de internet generales o establecidos por el propio profesor con sus presentaciones, documentos, notas de clases y ejercicios. La clase se convierte entonces en un escenario para que el profesor discorra sobre aspectos centrales y difíciles, efectúe las grandes síntesis del temario, responda inquietudes, calibre el progreso del grupo y facilite la discusión y los aportes de los estudiantes. Lo anterior no es una propuesta sino una actividad ya corriente en muchas universidades del mundo y de Colombia. Algunas de nuestras instituciones vienen empleando programas como Moodle, una aplicación gratuita y de código abierto que los educadores pueden utilizar para crear sitios de aprendizaje efectivo en línea; y Google Docs, para elaborar trabajos en forma colectiva y compartirlos entre profesor y alumnos. Es factible conseguir en el mercado otras aplicaciones para apoyar los procesos educativos, incluso para los usuarios de las tabletas que en la actualidad están siendo integradas al aula, incluso en Colombia.

Es bien difícil proporcionar educación formal, en todos los niveles, a todo el mundo. De otra parte, los cambios son tan vertiginosos que se debe permanecer estudiando y actualizándose toda la vida, fuera de las aulas. Aquí entonces tiene su oportunidad, con la ayuda de las nuevas tecnologías de la información, la denominada educación abierta. Como la capacidad de aprender tendría que ser uno de los resultados principales del proceso educativo, es imprescindible crear una cultura del aprendizaje. La era digital ha permitido que internet facilite la creación de comunidades y redes sociales de todo tipo. ¿Por qué no estimular la creación de comunidades de aprendizaje?

Pero los participantes en este tipo de comunidad no deben limitarse pasivamente a aprender. Tendrían que convertirse en miembros activos que compartan conocimientos y se hagan partícipes de la dinámica del aprendizaje. Por lo tanto, es necesario que conozcan las normas y prácticas que deben regir esas comunidades de aprendizaje. La llamada web 2.0 hace viable esta propuesta pues su potencial estriba, no tanto en la capacidad de acceder a la información, como en la de comunicarse con otras gentes, tales los casos de los blogs, las redes sociales y las comunidades virtuales.

Fue de interés constatar la preocupación expresada por varios encuestados con relación a programas o paquetes de computador, a veces complejos, que se utilizan para algunas tareas del ingeniero, como por ejemplo, las relacionadas con diseños, cálculos, optimización y simulación. La excesiva confianza de un usuario en los resultados puede llevarlo a aceptarlos sin mayor análisis, a tal punto que puede considerar innecesario entender y eventualmente criticar los criterios de funcionamiento de aquellos programas. Antes el usuario preparaba sus propios programas, pero como ahora eso no ocurre es indispensable superar esa mirada del programa como una “caja negra”.

Al referirse a la educación virtual, es posible afirmar que el campus, como lo conocemos hoy, va a cambiar pero seguirá siendo un escenario para comunicar el conocimiento tácito, para el diálogo cara a cara, para el encuentro en un corredor o en una cafetería. Parece entonces recomendable que los programas que aspiran a una educación virtual, en forma total, programen periódicamente encuentros presenciales para beneficiarse de lo anterior.

1.3 Los seminarios y grupos. Se observa en las encuestas un significativo avance de estas actividades pero es del caso intensificarlas en el pregrado. Desde temprano, el estudiante debe aprender a trabajar en equipo, exponer, hacer presentaciones, elaborar escritos, argumentar y discutir sin pelear. Como todo problema o tema de cierta envergadura requiere diferentes miradas para su solución o entendimiento, es fundamental que la docencia propicie el encuentro entre estudiantes de diferentes profesiones o disciplinas. Muy útil es el estudio de casos históricos, o de proyectos futuros que estén en discusión, con el fin de acercarse a los procesos que tienen lugar en la realidad y abandonar la tendencia a ocuparse de cuestiones librescas.

En semestres más avanzados es posible intentar el método del seminario en el sentido alemán, es decir aquel en el cual se aprende colectivamente, bajo la guía de un profesor, pues cada uno de los estudiantes debe responsabilizarse de estudiar y presentar un aspecto del tema propuesto que luego será sometido a discusión en el grupo.

En alguna respuesta a la encuesta se indicó que es común que los estudiantes elaboren monografías en los cursos, cuyos resultados deben exponer en clase para luego responder preguntas. Es una manera de simular el formato de los congresos.

El método CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar, Operar) es una iniciativa mundial (ver <http://www.cdio.org/>) que facilita las experiencias de aprendizaje en grupo, a partir de proyectos de los propios estudiantes, y que ya se viene aprovechando entre nosotros. Es empleado también para el aprendizaje basado en problemas. Al enfatizar la

fundamentación en ingeniería en el contexto de CDIO, se trabaja con productos y sistemas del mundo real. Tal como señala el sitio de internet del método, los colaboradores del CDIO reconocen que la educación en ingeniería se adquiere a lo largo de muchos años y que los educadores pueden aprender de la práctica en muy diversos lugares.

1.4 Laboratorios, talleres, excursiones y prácticas. Como era de esperarse, las encuestas muestran por lo general gran interés en la dotación de laboratorios, las visitas o salidas de campo y, en algunas carreras, la práctica empresarial.

Nunca se insistirá lo suficiente en la importancia de estos aspectos ante la tendencia a la formación muy teórica, aislada de los problemas reales, y a los ingenieros casi exclusivamente de escritorio. Es necesario también combatir una mirada ancestral que desprecia el trabajo manual, que no concede suficiente importancia a aquello de “aprender haciendo” y que no propicia el encuentro entre académicos y empíricos para beneficiar a ambos. Por ejemplo, el estudiante debe participar más activamente en la experimentación, sin que sea conveniente que encuentre en el laboratorio todo preparado.

Uno de los ejemplos que podría citarse tiene que ver con el trabajo de robótica que se sigue en una de las facultades de Ingeniería. Los estudiantes deben armar un robot a partir de las piezas fundamentales y, en la medida que progresan, ellos ven la necesidad de ir adquiriendo los conceptos teóricos, necesarios para entender y llevar a cabo el trabajo que realizan, en aspectos de física, electricidad, electrónica, sistemas, cibernética...

En una de las entrevistas se llamó la atención sobre el escudo del Instituto Tecnológico de Massachusetts, con frecuencia reconocido en el mundo como la primera universidad en ingeniería, escudo que muestra a una obrera y a un académico acompañados por el lema “Mente y Mano”. En esa misma entrevista se supo que un grupo de trabajo que estudia la formación de ingenieros y arquitectos ha llegado a la conclusión que en esta segunda profesión se realiza un trabajo más creativo e integrador, animado por los talleres que se apoyan en la tradicional relación maestro-aprendiz.

Se destaca en la encuestas una preocupación por la extensión, una de las tres actividades fundamentales de la universidad, en particular aquella de carácter social. Algunos estudiantes se ocupan, en forma dirigida, de pequeños proyectos, se vinculan a entidades oficiales o fundaciones, transfieren conocimientos, capacitan a docentes, todo ello como expresión de una creciente conciencia de responsabilidad social en las instituciones de educación superior.

1.5 Consultorios de ingeniería. Es muy recomendable que algunas tareas académicas, como los trabajos de grado, se orienten a brindar apoyo o acompañamiento a comunidades menos favorecidas, con frecuencia necesitadas de soluciones que puede proporcionar la ingeniería. Como son ya comunes los consultorios jurídicos, podría pensarse en la creación de consultorios técnicos relacionados con diferentes aspectos de la ingeniería. Vale la pena destacar que, según la encuesta, en una universidad ya existen un Consultorio Jurídico y Ambiental y otro denominado Consultorio Urbano dedicado a temas de vivienda, espacio público, y servicios públicos domiciliarios.

Los consultorios universitarios pueden verse como una típica tarea de extensión, que permitiría a estudiantes, supervisados por profesores, entrar en contacto con problemas del medio circundante y contribuir a atender necesidades de personas y comunidades. La asesoría y apoyo técnico a la solución de problemas o a la elaboración de proyectos, por lo general sin mayor envergadura, podría permitir a los estudiantes complementar su formación académica y desarrollar en ellos una mayor sensibilidad y conciencia social.

Se trataría de una actividad sin ánimo de lucro, auspiciada por la propia universidad, y dirigida preferentemente a personas y comunidades en situación de gran necesidad.

1.6 Servicio social Así como existe el año rural para los egresados de las carreras de Medicina y Odontología, cabe preguntarse por la conveniencia de establecer un servicio social, de uno o dos semestres de duración, obligatorio para los egresados de los estudios de Ingeniería y de otras carreras. Sería oportunidad para familiarizar al nuevo profesional con agudos problemas urbanos y rurales del país, para que contribuya con su aporte a la solución de algunos de ellos y para que retribuya en algo a quienes no han tenido la oportunidad de educarse.

Ante el enorme desequilibrio que en el departamento de Antioquia se presenta entre el Valle de Aburrá y las subregiones del mismo, la presencia de dichos egresados en el ámbito rural permitiría a las administraciones municipales contar con la participación y orientación de personal capacitado para el desarrollo de la infraestructura, los servicios públicos domiciliarios y la educación, así como para la preparación de proyectos, entre otras actividades. El estipendio para dichos practicantes tendría que provenir de los propios municipios o del Departamento.

1.7 Las humanidades y las artes. Existe una tendencia internacional a reducir o eliminar la presencia de las humanidades y las artes en los currículos universitarios, principalmente por considerarlas no rentables. De las encuestas se desprende que entre nosotros el problema no reviste la misma intensidad, pues las respuestas hablan de su pertinencia pero solo con respecto a las humanidades. Se observa que en algunos casos se da prioridad a la lectoescritura, algo por otra parte fundamental, y en otros casos muchas materias aparecen como electivas, cuando sería conveniente presentar un tronco básico obligatorio que esté seguido de asignaturas dejadas a la libre escogencia del estudiante.

Aspecto central de la educación debería ser una formación para la democracia y el ejercicio de una ciudadanía independiente, responsable e informada, consciente de los procesos sociales y partícipe en el debate político. Hoy más que nunca es indispensable el estudio riguroso de la historia para entender el presente, así como el aporte de filósofos que escriban para los seres comunes y corrientes que intentan dar sentido a sus vidas y que buscan respuestas ante las incertidumbres y desastres del mundo actual. Con propiedad señala Martha C. Nussbaum, en su libro *Sin fines de lucro – Por qué la democracia necesita de las humanidades*, que las materias de ciencia y tecnología se deben impartir con la mayor calidad, pero no debe olvidarse que con la formación en artes y humanidades se pueden adquirir las capacidades de desarrollar un pensamiento crítico, de trascender las lealtades nacionales y afrontar los problemas internacionales como “ciudadanos del mundo” y de imaginar con compasión las dificultades del prójimo.

Uno de los entrevistados, al lamentar la casi desaparición de las humanidades en su institución, recordaba cómo aquellas tenían antaño peso e importancia y cuánto le habían servido en su proceso de formación. El mismo ingeniero considera que la universidad debe preocuparse más por los problemas nacionales, otorgar en el currículo mayor importancia a la Economía y fomentar las actividades artísticas en la programación extracurricular.

De otra parte, la formación artística estimula atributos básicos de utilidad para la vida social y en particular también para las profesiones científicas, técnicas y administrativas. El estudio y práctica de actividades como música, danza, cine y teatro propicia el trabajo en equipo, la comunicación con otros y las habilidades creativas y de innovación, todo ello transferible y aplicable a otros campos. A su vez, los talleres de artes visuales permiten entender realidades y relaciones no expresables cuantitativamente o en palabras. Podría agregarse que la educación estética conduce a formas éticas superiores, tal como lo ponen de presente los programas musicales dirigidos a los jóvenes de menores recursos en Colombia y sobre todo en Venezuela, con el Sistema Nacional de las Orquestas Juveniles e Infantiles. Tampoco debe olvidarse que el arte es también una forma de conocimiento y de crítica. Es natural que este tipo de formación pueda ser fomentado por las instituciones mediante actividades extracurriculares, como conferencias, conciertos, exposiciones, teatro y cine.

Es imperativo que las asignaturas o prácticas de las humanidades no sean consideradas como relleno sino como parte necesaria de la formación integral del futuro profesional, un asunto que debe ser la consecuencia de una orientación institucional de seriedad en los contenidos obligatorios y electivos, así como en la escogencia de los respectivos profesores.

1.8 La ética. Las encuestas indican la gran importancia que se atribuye a este tema, pero no existe consenso sobre cómo debe ser su presencia en el currículo o en la vida académica. Es lógica la importancia que se atribuye al ejemplo de directivas y profesores ante los estudiantes, a la ética como un asunto transversal a todos los cursos y a la programación de un curso específico, general o de Ética Profesional. Es de mucho interés el llamado de algunos entrevistados a considerar el cuidado del planeta como un problema central de la ética, sobre todo cuando se registra la llegada del cambio climático; en particular, uno de ellos mencionó que se insiste mucho sobre este aspecto en las actividades de la llamada geología ambiental.

Antaño la ingeniería tuvo una preponderancia que compartía con las profesiones de medicina y derecho. Es natural que el surgimiento de múltiples disciplinas y profesiones, así como la existencia de un país cambiante, explique parcialmente la pérdida de importancia de la ingeniería; pero es necesario agregar que para nada ayudó cierto reduccionismo a lo técnico, en desmedro de miradas hacia lo social.

Debe señalarse una grave situación que se ha acentuado en los últimos años. Se observan crecientes denuncias en el país sobre los llamados carruseles de contratistas en obras públicas y sobre la competencia desleal, que ponen la mira en algunas firmas de ingeniería. Así mismo, es inaceptable que se emprendan obras sin diseños o sin diseños completos,

como también lo es que se acepten especificaciones de baja calidad que afecten la estabilidad de las obras.

Es ya común en las licitaciones ofrecer precios bajos para ganar la competencia y desde el primer momento proponer cambios e iniciar reclamaciones para subir ingresos o bajar costos que traten de compensar la baja propuesta. La lucha contra la corrupción se convierte en un objeto primordial de nuestra actual profesión. Nunca como antes cobran entonces importancia la ética profesional y, en particular, los códigos de ética que deben expedir y aplicar las sociedades gremiales.

Algunos creen que no es necesario que la universidad establezca cursos formales de ética, aunque no sobraría volver sobre autores como Aristóteles, Spinoza, Kant y, para citar un contemporáneo, Savater. En primer lugar, es fundamental el ejemplo que directivos y profesores proporcionen a los estudiantes. Y en segundo lugar, el estudio y análisis de casos delicados del pasado, con ejemplos concretos, permite ver la ética en acción; así mismo, como señaló uno de los entrevistados, el estudio de problemas y proyectos pone de presente en la práctica aspectos relacionados con la ética profesional. Pueden obtenerse conclusiones y grandes lecciones con respecto a los conflictos de interés, las relaciones peligrosas entre funcionarios y contratistas, las licitaciones amañadas, etcétera. La ética, como comprensión y aceptación de las normas sociales y como forma de comportarse para generar confianza en la sociedad, debe ser parte integral de la formación del ingeniero.

1.9 La investigación. Después de presentar los avances de la investigación en la Primera Parte, no sorprende el gran compromiso con la misma que se manifiesta en las respuestas a la encuesta. Gracias principalmente al desarrollo de los posgrados, las maestrías primero con el apoyo del Programa ICFES-BID y los doctorados luego, a la aparición de Colciencias y al regreso de profesores especializados en el exterior, esta función de la universidad recibe un gran impulso en las últimas tres décadas. Hoy se acepta que es indispensable generar conocimiento propio o al menos adaptar conocimiento existente a las particularidades de nuestra realidad social, tecnológica y cultural.

En épocas anteriores, la investigación estaba relegada a esfuerzos más que todo individuales, pero en este último período se reconoce que los nuevos aportes al conocimiento son el resultado de una acción colectiva. Por esa razón aparecen los grupos de investigación asociados a diferentes áreas o líneas de investigación. Es notable que en el caso de la ingeniería existan en el año 2013 un total de 150 grupos, entre los cuales 13 pertenecen a la más alta categoría en la clasificación establecida por Colciencias, 11 a la segunda categoría y 34 a la tercera. Esta nueva situación también se refleja en la existencia en 2013 de 15 revistas relacionadas con la ingeniería, entre las cuales dos han sido incluidas en la primera categoría establecida por Colciencias y tres en la siguiente.

Con respecto a las revistas, un informe de 2012 publicado por la revista *Scientific American* decía lo siguiente: “En Iberoamérica existen 13.446 revistas científicas en español y 5.297 en portugués, producidas en 30 países latinoamericanos, las cuales, por no estar traducidas al inglés, simplemente no figuran en los anaqueles digitales de las principales bases de datos académico-científicas del mundo, como Web of Science (WOK) y Scopus. Lo grave

es que en ciencia lo que no se lee en inglés —lengua principal y obligatoria para títulos, resúmenes y palabras claves— carece, en gran medida, de divulgación.”

Es tal la importancia que hoy se asigna a la investigación que las principales universidades del país consideran que la misma debe ser el eje de su vida académica. Pero, como hemos dicho, se trata de una actividad que no debe realizarse con menoscabo de las otras dos funciones, la docencia y la extensión, sino que por el contrario aquella debe contribuir a enriquecer a éstas. Por ello no es aceptable la existencia de profesores docentes y profesores investigadores pues el desiderátum es contar con profesores que realicen docencia y a la vez investiguen.

La tradicional visión de la universidad como Torre de Marfil, aislada de la realidad circundante, ha experimentado un cambio en años recientes, cuando aparece un interés por conformar y participar en el conocido triángulo de esfuerzos conjuntos Estado-Universidad-Empresa, en algunos casos con resultados concretos y promisorios. Sin embargo, ello no debe ser razón para que la institución abandone la investigación no aplicada o la relacionada con las ciencias sociales.

El mismo informe de la revista *Scientific American*, antes citado, señalaba que es escasa la relación entre empresas y centros de investigación científica en América Latina, lo que ubica a la región “lejos de participar en la globalización de la ciencia”. Según el director de Colciencias, Carlos Fonseca, mientras en los países desarrollados los empresarios financian el 70% de los avances científicos y el Estado el 30%, en los subdesarrollados ocurre todo lo contrario. Y agrega este último que es optimista pues ahora los desarrollos científicos y la innovación cuentan con el 10% de los recursos de las regalías, lo cual le hace prever que los avances del sector científico colombiano serán evidentes en cinco años.

A pesar de que el escenario natural para la investigación lo constituye la educación de posgrado, se destaca el interés de las instituciones por lograr la participación de los estudiantes de pregrado principalmente mediante semilleros, aunque también con su vinculación como observadores, o con participación inicialmente modesta, a grupos de investigación. Muy acertada esta política de cultivar el interés por la investigación en estudiantes que posteriormente podrían acceder al posgrado para convertirse en investigadores.

En las universidades se premia la investigación en muy diferentes campos, pero poco se valora la investigación en los asuntos de la docencia, aunque esta actividad suele comprometer los mayores recursos de dichas instituciones. En particular, con motivo de la educación abierta mediante internet, se hace indispensable revisar críticamente los novedosos recursos y las herramientas existentes que pueden llevar a nuevas prácticas para la adquisición de conocimientos y competencias, a partir de un esfuerzo colectivo de compartir y participar en el proceso educativo.

No es fácil definir las prioridades de investigación para la universidad colombiana, aunque mucho se ha escrito al respecto. Nos limitaremos a señalar dos áreas que han cobrado enorme importancia en los últimos años y que sin duda deberían incluirse en las prioridades

de una escuela de Ingeniería: el cambio climático, de una parte, y la prevención y mitigación de desastres, de la otra.

El uso de combustibles fósiles, así como la tendencia a un ilimitado crecimiento económico y de consumo de bienes, son algunos de los principales factores responsables de una presión insostenible sobre los recursos y posibilidades del planeta. Su consecuencia, ya aceptada hasta por casi todos los escépticos de antes, es la presencia aquí y ahora del cambio climático, y su efecto bien visible en nuestro país es la presencia de eventos climáticos extremos, cada vez más intensos y más frecuentes.

Cuando se presenta en Colombia un evento extremo, como un invierno inclemente, los esfuerzos se encaminan a atender las poblaciones afectadas, pero casi nada se está haciendo para estudiar los riesgos inherentes a posibles desastres futuros, prevenir en lo posible su ocurrencia y anticipar la mitigación en caso de su inevitable ocurrencia. Según Carlos Iván Márquez, director nacional de la Unidad de Riesgos y Desastres, por cada peso que se invierte en prevención se ahorran siete en atención. He aquí todo un programa para la universidad en general y para las facultades de Ingeniería en particular.

1.10 La visión integradora y el trabajo interdisciplinario. Esta importante y nueva dimensión de la educación universitaria, particularmente en ingeniería, merece la mayor atención por parte de nuestras instituciones de educación superior. Los en general escuetos comentarios que se consignaron en la encuesta sugieren que esta aproximación a los proyectos y problemas se encuentra en una fase incipiente de desarrollo.

Habíamos visto en la Primera Parte tres paradigmas en la historia de la ingeniería, el último de los cuales denominamos como “Maestro Integrador” y consideramos de urgente aplicación en la actualidad. Cuando se reconocen las diferentes dimensiones de un determinado problema o proyecto relacionado con la profesión, surge la necesidad, además del esfuerzo analítico tradicional, de la síntesis o integración para llegar a soluciones que respondan a la visión multidimensional. O sea, separar para analizar, y reunir para sintetizar o “complejificar” (este neologismo quiere decir, a la luz del pensamiento complejo, que se hace o vuelve complejo un conjunto de atributos o elementos que antes se consideraban aisladamente), de modo que el problema o proyecto aparezcan en su contexto natural.

La visión reduccionista, aquella que se concentra exclusivamente en una tarea aislada de carácter técnico, destruye la solidaridad y la responsabilidad. Podría decirse entonces que el pensamiento sintético o complejo lleva consigo una misión ética. Esto exige trabajo interdisciplinario, en el cual el ingeniero puede tener una posición de preponderancia en razón de ciertos atributos que le han sido tradicionales y otros que le exige la nueva situación. Pero para ello es fundamental que la profesión establezca un diálogo respetuoso y fructífero con otras profesiones y disciplinas, diálogo en el cual el punto de vista del nuevo ingeniero, por ejemplo cuando habla de óptimos, puede ser uno de los más determinantes.

Se habla mucho de la importancia del trabajo interdisciplinario pero se practica poco. La mejor manera de llegar a la propuesta visión integradora es mediante la facilitación del encuentro entre diferentes disciplinas alrededor del estudio concreto de un determinado

proyecto o problema. Uno de los encuestados comentó que este tipo de trabajo se viene adelantando exitosamente con estudiantes nuevos pertenecientes a diferentes carreras, pero que la falta de conciencia al respecto dificulta el apoyo institucional.

Se requiere entonces un nuevo ingeniero que posea, amén de los atributos tradicionales (apego a la realidad, sentido cuantitativo, capacidad de modelar, puente entre la ciencia y la tecnología, potencial como innovador y líder para la industria), unos adicionales: orientador de las aplicaciones tecnológicas, sentido de grandeza y de liderazgo, capacidad interdisciplinaria, percepción de las relaciones entre lo técnico, administrativo, político, económico, ambiental, jurídico... En pocas palabras, un profesional de la síntesis y de la integración.

Una de las grandes dificultades para llevar a cabo el encuentro interdisciplinario fue señalada por C. P. Snow en su famosa conferencia de 1959 titulada “Las dos culturas”. Dijo el expositor que en las sociedades avanzadas del mundo occidental no podía hablarse de la existencia de una cultura común pues no existía comunicación, a veces inclusive había más bien hostilidad, entre los científicos y los intelectuales de letras, y que esa situación podría impedir el empleo de la tecnología para resolver problemas básicos del mundo. Aunque el diálogo entre las dos culturas ha avanzado, corresponde a la universidad de hoy propiciar e intensificar ese encuentro para hacer posible la visión integradora de que se ha venido hablando.

Dos citas para terminar. Edgar Morin afirma: “El humano es a la vez físico, biológico, psíquico, cultural, social, histórico. Es esta unidad compleja la que está completamente desintegrada en la educación a través de las disciplinas; de ahí la imposibilidad de aprender lo que significa ser humano.”

Por su parte, el distinguido biólogo Edward O. Wilson cree que todo el conocimiento está en el fondo unificado y que un pequeño conjunto de leyes naturales rige disciplinas que nos parecen dispares. Las conexiones e interacciones de dichas leyes constituyen lo que Wilson denomina “consiliencia”, un neologismo que quiere decir “saltar juntos”.

1.11 El lenguaje y la capacidad de comunicar. Es patente la preocupación manifestada en la encuesta por el mal uso del lenguaje, al punto de que en casi todas las instituciones se desarrollan actividades al respecto con el fin de corregir una deficiencia que viene desde niveles inferiores de la educación. Este problema puede originarse en lo poco que leen los colombianos y en su pobre comprensión de lectura, esto último puesto de presente por los resultados del Informe Pisa, unas pruebas que cada tres años realiza la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) entre estudiantes de 15 años.

Un presidente de Colombia se quejaba en 1966: “... la calidad generalmente deplorable de la enseñanza secundaria, la escasa producción de libros originales, la decadencia misma del lenguaje cuyo castizo empleo antaño nos enorgullecía tanto”. Hogaño puede decirse que la situación ha empeorado, algo comprobable cuando se observa cómo escribe la mayoría de nuestros profesionales y cuando se sigue el deplorable lenguaje que se emplea en el mundo digital de mensajes y redes sociales.

No queda más remedio que exigir el buen uso oral y escrito del idioma en los diferentes cursos y prácticas, a la vez que continuar proporcionando ayudas académicas como las que se ofrecen en la actualidad. De otra parte, como no existe ninguna razón para aceptar la escritura mediocre en los medios digitales, los profesores tendrían que ser inflexibles al respecto.

Muy relacionado con el problema anterior está la bastante común limitación entre estudiantes y profesionales para exponer, argumentar y discutir en forma apropiada y fructífera. Por eso es del caso reiterar la importancia de acostumbrar a los estudiantes, en cursos, seminarios y talleres, a entregar informes escritos, hacer presentaciones orales y obtener resultados mediante el diálogo y la discusión en los seminarios o equipos de trabajo.

1.12 Flexibilidad del currículo. Las entrevistas mostraron que la mayoría de las universidades propicia la existencia de un importante número de asignaturas electivas, al punto de que tres instituciones fijaron en 30 el porcentaje de ellas en el currículo. En algún caso se mencionó que el estudiante de pregrado puede ver materias de posgrado que luego pueden serle reconocidas si se matricula en una especialización o en una maestría. Y en otro caso se consignó que la universidad se orienta a formar ingenieros básicos, no ingenieros con cierta especialización, o sea, allí tiene prelación una formación básica que debe ser completa y sólida; y se agregó que existen otros elementos formativos flexibles en las actividades extracurriculares, tales como participación en semilleros de investigación, prácticas empresariales, pasantías en grupos nacionales o extranjeros de investigación y programas de emprendimiento.

Con respecto a la formación básica, vale la pena citar literalmente una de las respuestas: “Ante los rápidos cambios del conocimiento, es imperativo insistir en lo básico, aunque no siempre es fácil definir qué debe ser lo básico. Para enfrentar esta preocupación del contenido básico, la universidad debe buscar que el estudiante aprenda a aprender por su cuenta, a trabajar en forma independiente y a desarrollar su capacidad crítica y de análisis. Además es crucial que el estudiante sea consciente de que la educación debe durar toda la vida y que es necesario que el profesor y el estudiante acepten que muchos aspectos instrumentales y procedimentales serán adquiridos por el egresado durante su actividad profesional”.

1.13 Requisitos de grado. Es prácticamente común en todas las respuestas proporcionadas la exigencia de una segunda lengua, el trabajo o proyecto de grado y la práctica en aquellas carreras relacionadas con el mundo empresarial.

Es pertinente precisar cuál debe ser esa segunda lengua y qué tipo de competencia se requiere en la misma. Aunque se reconoce la preponderancia e importancia del idioma inglés, parece aconsejable ofrecer opciones como chino, portugués, alemán... tal como lo hacen algunas de las instituciones. Y con respecto a la competencia, alguno de los entrevistados sostuvo que sólo debería requerirse la capacidad lectora en inglés, algo indispensable si se piensa en la necesidad que tiene el profesional de mantenerse actualizado mediante la lectura de la abundante literatura técnica que circula en libros,

revistas e internet. Sin embargo, otro de los entrevistados informó que en su institución se exige hablar, escuchar, leer y escribir en inglés.

Sobre las prácticas empresariales, en una respuesta se comentó que existe supervisión tanto de la empresa como de la universidad, y que a veces de esta experiencia surge un trabajo de grado o la vinculación formal del practicante a la empresa, pero existe el peligro que el estudiante se quede en la empresa sin finalizar sus estudios.

Con respecto a los trabajos o proyectos de grado, es preocupante el alto número de los mismos que trasciende muy poco y que está destinado a permanecer en los estantes de las bibliotecas. Sería aconsejable replicar la buena práctica de algunas instituciones que aprovechan dicho requisito para colaborar en la solución de apremiantes problemas de las comunidades más vulnerables.

2. Sobre la actividad profesional

2.1 Desempeño de los ingenieros. Los resultados de la encuesta empresarial ponen de presente la en general buena formación técnica de los egresados que reciben, aunque más centrada en la teoría que en la práctica. Sin embargo, al mismo tiempo algunos encuestados señalan que su poca preparación humanística puede explicar el desentendimiento de muchos ingenieros con respecto al bien común o a la situación del país.

Existe preocupación por la tendencia de los profesionales actuales hacia el trabajo de oficina en detrimento de las salidas de campo, y también por las deficiencias en la comunicación oral y escrita. Algunos encuestados recomiendan que se brinde mayor atención a la formación técnica y tecnológica, tanto por parte de la sociedad como de los empleadores.

2.2 Capacitación requerida por los nuevos ingenieros. Algunos entrevistados manifiestan que no existen programas generales de inducción o capacitación pues corresponde a los jefes escoger el personal y mejorar su preparación en el desarrollo de sus primeras labores. En otras respuestas se mencionó la necesidad de que los empleados tengan un mejor conocimiento en la administración de recursos, conciencia de los aspectos económicos de su trabajo y mayor sentido de pertenencia a la entidad. Uno de los encuestados consideró que sigue teniendo pertinencia el ingeniero “todero” y a la vez conceptuó que se da el caso de profesionales altamente preparados que rinden muy poco en el trabajo técnico productivo.

2.3 Comparación entre generaciones. Hubo opiniones muy claras sobre las diferencias entre la generación actual y la pasada. Los ingenieros de antes tenían un mejor balance entre los aspectos técnicos y los humanísticos, más capacidad analítica, una visión amplia del contexto social en el cual realizaban sus tareas, mayores facilidades para la comunicación y mejores atributos con respecto a la redacción y la argumentación.

En algunas respuestas puntuales se consideró que los ingenieros de hoy tienen un énfasis muy marcado y a la vez una fortaleza en lo técnico, más sentido empresarial, un acento en los resultados inmediatos, menos rigurosidad y una cierta despreocupación por la realidad

nacional o mundial. Pero al mismo tiempo se indicó que la reciente generación ha recibido una influencia bastante negativa de las realidades recientes y actuales del país. Algún encuestado se quejó de la proliferación de “copiar y pegar” que se ha vuelto común entre los usuarios de internet.

Vale la pena destacar una respuesta según la cual los ingenieros nuevos carecen de habilidades en modelación y no hacen buen uso de las herramientas informáticas para obtener en corto tiempo varias soluciones a un determinado problema, analizarlas y escoger la mejor. Añadía el encuestado que las facultades de Ingeniería han abandonado mucho las matemáticas básicas, lo que en parte explica que se haya perdido la capacidad de análisis y de argumentación, lo cual resulta perceptible en el medio laboral.

2.4 Sugerencias para las facultades de Ingeniería. Entre las recomendaciones y observaciones que fueron formuladas más de una vez se encuentran las siguientes: se requieren ingenieros con formación ambiental, en especial cuando el cambio climático es ya una realidad; es indispensable una buena capacidad discriminatoria y analítica para escoger entre las varias opciones que se deben generar para un proyecto o entre los varios resultados de la aplicación de uno o más de los diferentes softwares destinados a resolver problemas de ingeniería; conviene impulsar la creación de nuevo conocimiento y la alianza Estado-Universidad-Empresa para investigación y desarrollo, en particular con relación a problemas del país; se debe inculcar un mejor sentido de lo práctico, tanto para complementar la teoría como para orientar ciertas investigaciones; tener en cuenta que ha cobrado importancia el conocimiento de nuevos materiales, en especial con el fin de aprovechar el gran desarrollo que se experimenta en la actualidad gracias a la nanotecnología; y es importante formar con ayuda de las humanidades unos profesionales con sentido político, social y ético.

Con respecto a comentarios más puntuales, se mencionarán los que pueden ser más relevantes: existe déficit de ingenieros de vías y puertos, de servicios, civiles y de otras ramas relacionadas con ciencias de la tierra y en cambio aparecen favorecidas modalidades relacionadas con sistemas, finanzas y administración; con frecuencia predomina una visión determinística de realidades contingentes y con atributos probabilísticos; la organización por jerarquías está siendo sustituida por esquemas horizontales o más planos; proporcionar información sobre aspectos legislativos de interés para el ingeniero; introducir elementos de gestión del conocimiento, de la tecnología y de las redes colaborativas; estimular el desarrollo propio de software para ingeniería; asegurar que los egresados tengan la competencia de lectura técnica en inglés; y facilitar el trabajo en equipo.

2.5 Seguimiento de los egresados. Al hacer seguimiento de sus egresados, algunas universidades han conocido interesantes opiniones de los empleadores que vale la pena citar: los ingenieros de ciertas carreras son bien acogidos por su trabajo técnico pero el liderazgo corresponde a ingenieros con formación administrativa; los empresarios están dando prioridad a profesionales con notables características humanas o formación humanística; para algunas entidades es importante que los estudiantes hayan participado en seminarios o en eventos como los de la Red de Semilleros de Colciencias; y algunos empresarios han pedido que se fortalezca la capacidad de comunicación de los nuevos profesionales.

2.6 Innovación. Aunque la encuesta no incluyó una pregunta específica sobre este tema, es notorio que en ninguna de las respuestas de los empresarios se mencionó dicha palabra. Quiere ello decir que las diferentes empresas no consideraron del caso incluir ese tema al referirse al desempeño de los ingenieros, a su capacitación en el interior de la empresa o en las sugerencias a las universidades. En cambio, en alguna respuesta se concedió importancia a la relación Estado-Universidad-Empresa para los fines de investigación más desarrollo, y en otro a la necesidad de orientar la investigación hacia la producción real. Vale la pena señalar que el departamento de Antioquia es hoy considerado líder en el país con respecto al avance del mencionado trípode.

Ya que en el mundo de hoy se reconoce la innovación como un factor decisivo para la competitividad, y en atención a que Colombia muestra un gran atraso en innovación cuando es comparada con el resto del continente, se hace indispensable articular las demandas de la empresa con las ofertas de las universidades y los centros de investigación científica y tecnológica para los fines de la innovación. Podría decirse que corresponde a la academia y a dichos centros el ofrecer investigación que las empresas deben aprovechar para innovar, es decir, para crear nuevos productos o procesos que constituyan una riqueza adicional.

El actual Plan Nacional de Desarrollo incluye como una de sus cinco “locomotoras” la innovación y encomienda al Banco de Desarrollo Empresarial y comercio exterior de Colombia, Bancoldex, el impulso a la misma, dada la buena relación de esta entidad con las empresas. Así mismo, plantea la necesidad de modernizar a Colciencias para que pase de apoyar muchos proyectos de poco impacto a proyectos estratégicos para el progreso de la innovación. Se espera también con mucho interés el 10% de las regalías que se destinará a ciencia, tecnología e investigación, aunque existen reservas sobre la forma como finalmente se decidirán los proyectos departamentales y municipales que se apoyarán con estos nuevos recursos.

3. Otros temas

3.1 El Examen de Estado. Uno de los entrevistados consideró necesario discutir la conveniencia de establecer el Examen de Estado como requisito para la habilitación profesional. Se trata de una antigua propuesta que recobra vigencia ante la proliferación de programas de ingeniería y la discutible calidad de algunos de ellos. Además, conviene tener en cuenta que para medir la capacidad profesional no bastan las licencias de funcionamiento o las acreditaciones de instituciones y carreras. Dos razones adicionales favorecen dicha recomendación.

Hace varios años, el rector de la Universidad Nacional de Colombia, Marco Palacios, propuso que las carreras como Ingeniería tuviesen solo cuatro años de duración, como ocurre en otros países, lo que podría estar acompañado de un mayor desarrollo del posgrado. El asunto despertó una enorme discusión y la oposición por parte de diferentes entidades y personas. De aceptarse la reducción propuesta, se tendría una razón más para la implantación del Examen de Estado. Y la segunda razón tiene que ver con la aparición y bien posible futuro crecimiento de la educación virtual. Como algunos empleadores pueden

tener reservas sobre la calidad de los profesionales egresados en el ambiente digital, tal vez por razones tradicionales, la prueba en cuestión despejaría las dudas al respecto.

Una posibilidad es volver obligatorio el Examen de Estado hoy conocido como Saber Pro (antiguo ECAES), que hoy es optativo y no tiene consecuencias académicas, y que la aprobación del mismo sea requisito de grado para el estudiante. O institucionalizar una prueba específica posterior al grado, realizada por una entidad del Estado o delegataria de éste.

3.2 Breve comentario con respecto a la formación técnica y tecnológica. Un estudio del Observatorio Laboral para la Educación encontró que, del total de estudiantes graduados en 2010, 45,7% correspondió a graduados universitarios, 30,6% a técnicos y tecnólogos, y 23,7% a posgrado. Quiere ello decir que la relación porcentual de profesionales graduados frente a la del total de técnicos y tecnólogos graduados, todos en 2010, es inversa con respecto a lo que ocurre en países desarrollados. En efecto, se ha estimado que en estos últimos la proporción es de seis técnicos por cada profesional, en tanto que para Colombia existen seis profesionales por cada técnico o tecnólogo. Sin embargo, es clara la forma como viene cambiando esta proporción en el país al comparar la cifra actual con la de los graduados del año 2010.

Una compañía dedicada a proveer todo tipo de personal para diferentes cargos en varias empresas, llamada Gestión Humana de Productividad Empresarial, dice por intermedio de su coordinadora, Sandra Mora, que recientemente ha notado un incremento en las solicitudes de técnicos y tecnólogos por encima de las de profesionales. Agrega que están siendo más llamativas aquellas carreras porque sus egresados salen con mayor conocimiento en la parte operativa y porque el universitario sale con mucho conocimiento pero sabe poco de técnica y por ese motivo está siendo desplazado.

También es necesario registrar otra situación cuando los profesionales son contratados para desempeñar tareas operativas con una remuneración inferior a la que ellos esperarían. Ello puede presentarse por carencia de técnicos o tecnólogos, porque los universitarios no encuentran un trabajo adecuado a su preparación o porque los empleadores prefieren contratar en forma más barata a un profesional.

Afortunadamente, el Ministerio de Educación ha emprendido una campaña que busca promover las carreras técnicas y tecnológicas como opciones educativas profesionales de calidad y con grandes beneficios individuales, laborales y sociales. Ojalá eso esté acompañado por un mayor aprecio social hacia dichas carreras, por la superación de la mentalidad según la cual lo ideal es poder ser llamado “doctor” y por un cambio en la tendencia de instituciones técnicas y tecnológicas a convertirse en universidades.

Debido a lo anterior, es loable la política de la Alcaldía de Medellín encaminada a fortalecer y mejorar el Instituto Tecnológico Metropolitano, el Colegio Mayor de Antioquia y el Instituto Tecnológico Pascual Bravo. También es digno de destacar el Proyecto Sinergia de estas tres entidades con el fin de racionalizar el uso de recursos, permitir a los estudiantes la homologación de materias, crear un campus universitario que será conocido

con el nombre Pedro Nel Gómez y, sobre todo, dar un gran impulso a la investigación tecnológica.

Finalmente, no debe olvidarse que los técnicos y tecnólogos, si así lo desean, pueden aspirar a continuar su formación para obtener grados profesionales o de posgrado, una posibilidad que está garantizada por Ley mediante los llamados ciclos propedéuticos que permiten las transferencias hacia carreras universitarias y eventualmente hasta el posgrado. Por ejemplo, una de las universidades asigna tal importancia a los ciclos propedéuticos que está considerando la posibilidad de establecer en su seno algunos de ellos, en particular uno relacionado con el software.

3.3 La usual queja sobre la preparación de los bachilleres. Es proverbial la queja de las instituciones de educación superior por la deficiente preparación de los bachilleres que aspiran a ingresar a ellas, no pocas veces con referencia a los mejores tiempos del pasado.

Para enfrentar esta situación, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y el Banco Mundial recomendaron en 2013, como resultado de una evaluación de la educación superior, el establecimiento de un grado 12. No tiene sentido aumentar los años de la educación si se va seguir con más de lo mismo. Once años tendrían que ser suficientes si la calidad de la formación fuera aceptable. El gran aumento reciente de la cobertura está ahora centrando la discusión sobre la calidad, de modo que lo fundamental es elevar el estatus y la preparación de los maestros, mejorar los métodos de enseñanza y superar las disparidades entre las instituciones públicas y privadas, y entre el medio rural y el urbano. Y en esta tarea las universidades tienen una misión.

Por su parte, un alto funcionario de la OCDE que dirige evaluaciones educativas y coordina las pruebas Pisa, Andreas Schleicher, hizo unas declaraciones al periódico *El Tiempo*, en diciembre de 2012, entre las cuales vale la pena destacar las siguientes: Colombia tiene el reto de mejorar la calidad de los maestros, transformar sus prácticas pedagógicas en el aula y volver la profesión docente atractiva, reconocida y confiable; los docentes colombianos no les están enseñando a los niños y jóvenes a ser creativos ni a pensar de forma crítica, carencias que se observan en los resultados de las pruebas Pisa; es necesario tener profesores de calidad y si se tiene que decidir entre una clase grande con un buen profesor y una clase pequeña con un profesor mediocre, hay que escoger el buen profesor; y en las pruebas Pisa los estudiantes colombianos lo hacen muy bien cuando se trata de reproducir conocimientos específicos, pero lo hacen muy mal cuando se trata de extrapolar lo que saben, aplicar lo que han aprendido, sintetizar distintos campos del conocimiento, habilidades que están apareciendo y está valorando el mercado laboral.

3.4 La identidad de la ingeniería. Hace algunos años se efectuó un inventario sobre las ramas de ingeniería existentes en Colombia y con sorpresa se encontró que el número superaba ampliamente las cien denominaciones, con nombres tan exóticos como Ingeniería de Radio y Televisión. Ahora se han agregados nuevas ramas con nombres como Ingeniería Financiera o Ingeniería Matemática, y no falta quien hable de crear una Ingeniería Social.

Una definición de la profesión, como la presentada en este documento al comienzo de la Primera Parte, debería ser tenida en cuenta por las instituciones educativas antes de

proponer la creación de nuevas carreras de Ingeniería, a la vez que tendría que ser aplicada con rigor por parte de las instancias nacionales que deben aprobarlas o improbarlas. No es aceptable que el tradicional prestigio de la profesión sea aprovechado como una herramienta de mercadeo, tal como fue señalado por una de las personas encuestadas.

Conviene decir que algunas de las supuestas nuevas ramas podrían reducirse a áreas de intensificación en el pregrado o a programas de especialización o maestría en la Ingeniería de posgrado. En otros casos, la carrera no está justificada suficientemente como ingeniería. En resumen, es necesario registrar y ser conscientes de cómo esta situación ya conduce a una creciente pérdida de identidad de la ingeniería.

El profesor e historiador de la ingeniería, Asdrúbal Valencia Giraldo, sostiene que la diversidad de la ingeniería ha atentado contra su identidad porque los ingenieros de una denominación no saben mucho sobre el quehacer de colegas de otras, no tienen conciencia de la unidad de la profesión y son incapaces de identificar el tronco fundamental del cual brotan las diferentes denominaciones o ramas.

TERCERA PARTE

La influencia de la ingeniería en el desarrollo futuro de Antioquia

En la tercera parte de este trabajo se presenta un análisis de las necesidades de desarrollo subregional de Antioquia y de la manera como la ingeniería puede aportar a su solución. En el numeral siguiente se expone la justificación de este enfoque.

El objeto final de la ingeniería es promover y facilitar un desarrollo que esté al servicio de la comunidad. Desde la formulación del plan, pasando por la selección de los programas y la identificación de las obras requeridas, hasta su diseño, construcción y operación, todas las fases del desarrollo de una comunidad requieren trabajo ingenieril. El ingeniero debe adquirir conciencia de su papel en la sociedad y cumplirlo.

El desarrollo no es sólo crecimiento económico. Desarrollo es el nivel de satisfacción de las necesidades de todos los individuos sin excepción. Las necesidades básicas del ser humano son la alimentación, la salud, la educación, el esparcimiento, el trabajo, la tranquilidad y la seguridad. Colombia no puede considerarse un país pobre y tampoco atrasado en el desarrollo, sin embargo es uno de los países más inequitativos del orbe. Antioquia no se libra de esta falencia nacional, y por lo tanto hay una deuda que debe saldarse. Y la ingeniería tiene mucho para aportar al respecto.

Para elaborar esta tercera parte se entrevistaron cuatro expertos en el desarrollo subregional de Antioquia y se consultaron varios documentos.

1. Sobre el desarrollo subregional de Antioquia

1.1 La concepción de las subregiones de Antioquia. Antioquia forma parte de la región andina de Colombia. A veces, a nuestro departamento se le considera una región en sí mismo. Pero si se le mira con detalle en su interior, no puede considerársele un territorio ni un conglomerado humano homogéneo. Así como Colombia es un país de regiones, en el cual existen varias naciones y varias culturas, en Antioquia existen diversas subregiones diferenciadas por características físicas, étnicas, culturales y económicas.

Ojalá estas subregiones tuviesen un desarrollo equilibrado y armónico, pero hoy no es así. Medellín y la subregión Valle de Aburrá siguen siendo el centro del Departamento y las otras subregiones están rezagadas en el desarrollo.

La Cámara de Comercio de Medellín¹ encontró que en 2011 el sector productivo de Antioquia estaba compuesto por 132.999 empresas, distribuidas de la siguiente forma: El 71,4 % en el Valle de Aburrá, el 7,9 % en Oriente, el 5,4 % en Urabá, el 3,9 % en

¹ Cámara de Comercio de Medellín “Estructura Empresarial de Antioquia” en Revista Antioqueña de Economía y Desarrollo, Medellín, quinta edición, diciembre de 2012
<http://www.camaramedellin.com.co/site/Biblioteca-virtual/Estudios-economicos/Revista-Antioquena-de-Economia-y-Desarrollo-RAED/Revista-Antioquena-de-Economia-y-Desarrollo-5.aspx>

Magdalena Medio, el 2,7 % en el Norte, el 2,6 % en Bajo Cauca, el 2,6 % en Nordeste, el 2,2 % en Suroeste y 1,3 % en Occidente.

La Gobernación de Antioquia² presenta la siguiente distribución del aporte de las subregiones al PIB de Antioquia para 2009: Valle de Aburrá, 66,2 %; Oriente, 8,4 %; Urabá, 8,0 %; Suroeste, 5,0 %; Norte, 4,2 %; Nordeste, 2,5 %; Occidente, 2,1 %; Bajo Cauca, 2,1 %; y Magdalena Medio, 1,5 %.

De estos datos se desprende la altísima concentración económica que tiene el Valle de Aburrá frente a las demás subregiones de Antioquia, la cual coincide e influye en los desequilibrios que existen entre ellas en materia de desarrollo en los diferentes campos.

“Antioquia no es sólo paisa. Antioquia también es costeña, ribereña, chocoana. Esta diversidad cultural debe ser considerada al definir el modelo de desarrollo regional. El Planeamiento debe partir de las subregiones hacia la región. Medellín se ha nutrido de todos los recursos de Antioquia, sin que les haya retribuido a las subregiones adecuadamente. La riqueza de Medellín proviene del oro, el café, el banano, el agua, la energía, la gente y los capitales que han tenido origen en las subregiones”, dice Beatriz Restrepo Gallego, ex directora del Planea.

1.2 Las subregiones de Antioquia, una visión política y administrativa. Desde 1969 las diferentes secretarías departamentales de Antioquia han realizado ejercicios de división administrativa del territorio con el fin de racionalizar la prestación de sus servicios, en particular salud, educación y agricultura.

Estas divisiones territoriales, definidas para efectos eminentemente administrativos, deben ser diferenciadas de los procesos de subregionalización orientados fundamentalmente a la planificación del desarrollo territorial.

Las subregiones se establecieron con base en estudios y análisis realizados por el Departamento Administrativo de Planeación, el cual delimitó unas áreas homogéneas a partir de la consideración de variables relacionadas con aspectos ambientales, físicos, económicos, culturales y sociales, subregiones que fueron reconocidas y adoptadas mediante la Ordenanza 41 de noviembre 30 de 1975.

Entre los objetivos planteados con la creación de esas subregiones se destacaron los siguientes³:

² <http://www.antioquia.gov.co/index.php/administracion/1646-diagnostico>

³ Gobernación de Antioquia, Departamento Administrativo de Planeación, Dirección de Planeación. SISTEMA DEPARTAMENTAL DE PLANIFICACIÓN. Medellín, Noviembre de 2006.

- “Reducir los desequilibrios municipales y regionales y la concentración espacial de la población, la industria y las actividades urbanas.
- “Incorporar algunos municipios o porciones del territorio que tienen un potencial económico importante, ampliando así la base territorial del desarrollo.
- “Realizar una política coherente de desarrollo en los diferentes sectores, de acuerdo con la vocación socio-económica de cada uno de los territorios.
- “Crear mecanismos que faciliten el acercamiento y la cooperación entre la comunidad local y el Estado”.

Con el tiempo, la división territorial así adoptada ha tenido algunas variaciones, especialmente en el número de subregiones y en los municipios que las conforman, entre otras razones por la apertura de nuevas vías y las modificaciones en las relaciones y vínculos físicos y espaciales. La subdivisión que hoy rige en el departamento está constituida por nueve subregiones, subdivididas a su vez en 27 zonas.

Las nueve subregiones y sus principales vocaciones productivas son⁴:

- **Urabá.** Productos forestales, banano, plátano, cacao, palma, ganadería, biodiversidad y ecoturismo.
- **Occidente.** Productos forestales, ganadería, ecoturismo, piscicultura y frutales.
- **Suroeste.** Ganadería, productos del café, carbón, agroturismo y frutales.
- **Medellín Valle de Aburrá.** Ingeniería (energía, construcciones de vías), salud, confección y moda, software, turismo de negocios y forestal.
- **Bajo Cauca.** Productos forestales, producción de oro y ganadería, piscicultura y ecoturismo.
- **Nordeste.** Productos forestales, minería y energía, ganadería y ecoturismo.
- **Norte.** Productos forestales, minería, ganadería, ecoturismo y energía.
- **Magdalena Medio.** Productos forestales, ganadería, cacao, palma, piscicultura y ecoturismo.
- **Oriente.** Productos forestales, flores, ganadería, ecoturismo, piscicultura y energía.

Hasta el momento, esta regionalización de Antioquia no ha dado los frutos que se esperaba en materia de planeación y gestión del desarrollo. Falta mayor mentalidad descentralizadora

⁴ <http://www.Planea-antioquia.org/Planea/images/stories/pdf/bolsilibro.pdf> página 29

de las entidades públicas y de los municipios receptores de la descentralización para que ésta sea efectiva. Faltan mayores aportes del sector privado en ese propósito. Y faltan mecanismos eficaces que promuevan el crecimiento económico y el verdadero desarrollo social de las subregiones.

1.3 Los Centros Administrativos de Servicios Regionales, CASER. Durante la Gobernación del ingeniero Álvaro Villegas Moreno se crearon en Antioquia los Centros Administrativos y de Servicios Regionales, CASER, mediante la Ordenanza 23 de noviembre 26 de 1980. Su propósito era constituir unos centros que sirvieran de sede para la desconcentración en la prestación de servicios, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de sus áreas circundantes.

Se definieron las secretarías de la administración departamental que prestarían sus servicios a través de los municipios señalados como centros o sedes administrativas; el papel del alcalde del municipio sede, sus funciones y el personal operativo de apoyo para su gestión; y los municipios centro y los adscritos a cada CASER, así como la forma de distribución de los recursos cedidos en la Ordenanza que los creó.

El objetivo primordial de los CASER fue proporcionar un mecanismo de planeación y desarrollo, incorporando más dinámica a las actividades socioeconómicas, construyendo formas de organización para facilitar los procedimientos administrativos y operativos, así como la ejecución de políticas de desarrollo sectorial y regional, haciendo énfasis en la inversión pública, principalmente en los servicios públicos.

La localización del centro o sede de cada uno de los CASER se basó en la construcción de un sistema jerarquizado de centros urbanos, considerando la función administrativa más desarrollada, el crecimiento poblacional, las potencialidades y la existencia de una actividad económica dinámica.

Los municipios designados como Centros Administrativos y de Servicios Regionales, CASER, y sus municipios vinculados fueron los siguientes:

- **Medellín.** Barbosa, Bello, Caldas, Copacabana, Envigado, Girardota, Itagüí, La Estrella y Sabaneta.
- **Amalfi.** Anorí, Cisneros, Remedios, San Roque, Santo Domingo, Segovia, Vegachí, Yalí y Yolombó.
- **Andes.** Betania, Betulia, Bolívar, Caicedo, Concordia, Hispania, Jardín, Jericó, Pueblorrico, Salgar, Tarso y Urrao.
- **Apartadó.** Carepa, Chigorodó, Murindó, Mutatá y Vigía del Fuerte.
- **Caucasia.** Cáceres, El Bagre, Nechí, Tarazá y Zaragoza.
- **Frontino.** Abriaquí, Cañasgordas, Dabeiba, Peque y Uramita.

- **Puerto Berrío.** Caracolí, Maceo, Puerto Nare, Puerto Triunfo y Yondó.
- **Rionegro.** Alejandría, Carmen de Viboral, Concepción, Guarne, La Ceja, Marinilla, El Retiro, El Santuario y San Vicente.
- **San Carlos.** Cocorná, Granada, Guatapé, El Peñol, San Luis y San Rafael.
- **Santa Fe de Antioquia.** Anzá, Armenia, Buriticá, Ebéjico, Giraldo, Heliconia, Liborina, Olaya, Sabanalarga, San Jerónimo y Sopetrán.
- **Santa Rosa de Osos.** Belmira, Carolina, Donmatías, Entrerriós, Gómez Plata, Guadalupe, San Andrés de Cuerquia, San José de la Montaña, San Pedro de los Milagros y Toledo.
- **Sonsón.** Abejorral, Argelia, La Unión y Nariño.
- **Támesis.** Amagá, Angelópolis, Caramanta, Fredonia, Montebello, Santa Bárbara, Titiribí, Valparaíso y Venecia.
- **Turbo.** Arboletes, Necoclí y San Pedro de Urabá.
- **Yarumal.** Angostura, Briceño, Campamento, Ituango y Valdivia.

Lamentablemente, el traslado de los recursos requeridos para el funcionamiento y operación de los CASER tuvo graves dificultades que impidieron la puesta en marcha de esta iniciativa. También se presentaron obstáculos porque algunos municipios no aceptaron la distribución y asignación que les correspondió, por razones especialmente de índole política.

Sobre esta experiencia, el ex gobernador Álvaro Villegas Moreno dice lo siguiente: “Había que transformar la administración del Departamento para desarrollar los municipios que estaban por fuera del Área Metropolitana. Esos municipios son pobres y había que impulsar el desarrollo con dineros de los municipios del Valle de Aburrá porque son los que perciben más recursos. La propuesta consistía en abrir en cada uno de los CASER una oficina de las secretarías claves, tales como educación, salud, Planeación, etcétera, y asignarles recursos para que atendieran los problemas propios del área de influencia. Además, que se pudiera aprovechar la vocación productiva propia de cada subregión. No funcionó porque no fue posible hacer esos traslados. Además, el gobernador que me sucedió no impulsó el proyecto, no le dio continuidad al proyecto de los CASER”.

La figura de los CASER todavía es válida. La regionalización y la jerarquización de los centros urbanos y su fortalecimiento con servicios básicos, no solamente de carácter estatal sino incluso privados, tales como bancos y otros, son instrumentos necesarios para facilitar el desarrollo de las subregiones. Hay que fortalecer los centros que ya están mostrando

vocación de focos de desarrollo descentralizados. Igualmente, hay que protegerlos dándoles una planeación ordenada para su desarrollo. No se trata de estimular polos de crecimiento poblacional, sino de llevar a las subregiones las condiciones de desarrollo.

1.4 Las subregiones de Antioquia según el PLANEA. El Plan Estratégico de Antioquia, PLANEA, revisó la división de Antioquia en subregiones mencionada arriba, aplicando para ello la visión de las potencialidades del territorio, las demandas de la población y el potencial de asociación entre los municipios y de las subregiones de Antioquia con territorios de los departamentos vecinos. Con esta propuesta, el PLANEA reconoce que los territorios son dinámicos en su economía y deben responder a las realidades regionales para adaptarse a la realidad nacional e internacional y ser verdaderamente competitivos.

El Planea revisó la zonificación de Antioquia y propuso como alternativa la siguiente división territorial, que trata de ser más realista y facilitar la visión de integración⁵:

- **“Costa Caribe del Urabá antioqueño:** Zona de gran potencial turístico, agropecuario, forestal, pesquero. Es necesario desarrollar su potencial agroindustrial, marítimo y logístico exportador. [La presencia de la Universidad de Antioquia en Urabá con sus programas de ciencias del mar es un aporte muy valioso].
- **“Herradura de la Reforestación:** Es la zona andina central del departamento. Con suelos aptos en un 73 % para la reforestación a gran escala, con promedios de rendimiento superiores a la de muchos países con presencia mundial en la producción de madera, es preciso analizar las condiciones sobre la concentración de núcleos forestales y las infraestructuras adecuadas para la transformación de la madera.
- **“Zona de la biodiversidad:** Cubre la región occidental de Antioquia, limítrofe con Chocó. Territorio con un gran potencial para el desarrollo sostenible de la biodiversidad debido a su riqueza natural en flora, fauna y abundancia de aguas, hoy completamente marginado de los procesos de desarrollo. Es vital realizar acciones para alcanzar la explotación inteligente y sostenible de los recursos naturales y su conectividad con otras regiones del departamento.
- **“Región metropolitana:** Los municipios del Valle de Aburrá, los cercanos a los altiplanos del oriente y norte de Antioquia así como algunos del occidente comparten una vocación económica complementaria orientada hacia los servicios, la industria liviana, las telecomunicaciones y actividades comerciales, entre otras. Es fundamental tomar determinaciones sobre la viabilidad del modelo de ciudad región, las actividades para las inversiones tendientes al mejoramiento del empleo y asegurar el desarrollo de los ‘clusters’ planteados en la Agenda Interna de Competitividad.

⁵ Ibídem, página 19

- **“Media luna de la riqueza:** Comprende las zonas del pie de monte de la Cordillera Central y, de manera especial, las planicies de los ríos Magdalena, Cauca y Nechí. Se caracteriza por la riqueza minera y las posibilidades de explotación agropecuaria en tanto se incorporen tecnologías apropiadas mediante investigación y desarrollo. Se requiere mejorar su conectividad, incorporar servicios de ciencia y tecnología apropiada y la orientación y promoción de sus productos”.

El PLANEA también complementó y mejoró el concepto de los Centros Administrativos y de Servicios Regionales, CASER, propuesto por el ex gobernador Álvaro Villegas Moreno. Los CASER, como se dijo atrás, son municipios seleccionados dentro de las subregiones, para que cumplan funciones políticas y administrativas. El PLANEA propuso, como complemento y mejora a éstos, el concepto de Ciudades en Red para apoyar la verdadera descentralización del desarrollo.

El concepto de Ciudades en Red se define como un conjunto de municipios que se coordinan entre sí para tener los servicios fundamentales asignados entre ellos estratégicamente, tales como hospitales, liceos superiores, abastecimientos, centros de faenado, disposición de residuos y otros, sin necesidad de que se repitan en todos ellos. Obliga a una muy buena infraestructura de comunicaciones, particularmente viales. También a una muy buena planeación y concertación del desarrollo.

1.5 La integración con otros Departamentos. Antioquia adolece de un gran descuido en materia de integración y cooperación interregional e interdepartamental. De la misma manera que el desarrollo de las subregiones del Departamento depende de la integración y coordinación entre sus municipios, también el desarrollo de Antioquia depende de su relación y cooperación con los departamentos vecinos.

La Constitución Política de Colombia establece figuras políticas y administrativas para hacer realidad este tipo de integración. El artículo 306 dice que dos o más departamentos podrán constituirse en regiones administrativas y de planificación, con personería jurídica, autonomía y patrimonio propio. Su objeto principal será el desarrollo económico y social del respectivo territorio. El artículo mencionado fue desarrollado en el Título IV de la Ley 1454 de 2011 *“por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.”*

Antioquia deberá considerar las obras civiles y los mecanismos de cooperación que le faciliten esta integración regional, con unos objetivos claros de desarrollo para la competitividad.

1.6 Concepto del desarrollo subregional para Antioquia. El desarrollo subregional implica que todo el territorio antioqueño sienta los beneficios. No es suficiente que ese desarrollo se mida con base en los resultados agregados de todo el Departamento porque, como está claro, la subregión Valle de Aburrá es la depositaria de la mayor parte del progreso económico y social, que no llega en las mismas proporciones a las demás subregiones.

El PLANEA definió cuatro líneas de trabajo en las cuales se debe reflejar el desarrollo subregional de Antioquia, a saber⁶:

1. Articular e integrar el territorio. El concepto de articular tiene alcance físico y se relaciona con las vías y los sistemas de comunicación. El concepto de integrar se extiende al territorio, a lo social, a lo cultural, a lo económico y a lo político y administrativo.
2. Generar un modelo de desarrollo que no sea sólo económico sino integral. Que cubra y satisfaga todos los aspectos culturales de la sociedad y que sea sostenible. Elevar la calidad de vida de las personas y satisfacer sus necesidades fundamentales (salud, educación, nutrición, seguridad, vivienda, recreación y justicia).
3. Preservar el capital social y reconstruir el tejido social. Generar liderazgos colectivos en las subregiones de Antioquia
4. Revitalizar la economía antioqueña. Recuperar la dignidad del trabajo honesto para generar riqueza y bienestar para toda la población, de manera productiva y competitiva.

El PLANEA señala siete áreas en las cuales se debe enfatizar, relacionadas con las cuatro líneas estratégicas, a saber:

1. Educación;
2. Desarrollo local, regional y emprendimientos;
3. Ciencia y Tecnología;
4. Atracción de Inversión;
5. Internacionalización y Globalización;
6. Agua;
7. Nueva Institucionalidad

El PLANEA hace énfasis en el territorio y en la población. El territorio es mucho más que la extensión física de la región. El territorio depende de la presencia e integración de la gente que la habite. Es claro que en Colombia hay mucho menos territorio que extensión, pues muchas zonas no se han transformado en ese sentido porque carecen de población integrada. No puede haber desarrollo en las subregiones sin tener en cuenta las características de la cultura. Se deben respetar la dignidad, las tradiciones, los valores de la gente.

1.7 Los planes de desarrollo de Antioquia y sus subregiones. Planear es definir y organizar con antelación las actuaciones de una entidad o de un conglomerado, con miras a

⁶ Ver también los documentos:

http://www.Planea-antioquia.org/Planea/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=6

<http://www.Planea-antioquia.org/Planea/images/stories/pdf/bolsilibro.pdf> página 11

obtener los objetivos propuestos. Un buen plan debe establecer prioridades, identificar los recursos disponibles, considerar los factores externos (oportunidades y amenazas) e internos (fortalezas y debilidades), analizar alternativas, decidir las opciones más convenientes, asignar responsables, establecer plazos y definir los procedimientos de seguimiento, control y actualización del plan.

Los procesos de la planeación pública deben satisfacer varias condiciones fundamentales. Dos de ellas son la coherencia entre planes de niveles jerárquicos diferentes y la consistencia entre planes con horizontes de tiempo distintos.

La planeación de Antioquia debe guardar coherencia con el Plan Nacional de Desarrollo, con los planes para las subregiones y municipios del Departamento y con los planes del sector privado. Por otro lado, debe existir consistencia entre planes que cubren diferentes horizontes de tiempo. Miremos en detalle estas condiciones.

Existen planes departamentales de diferente horizonte de tiempo. Están los planes operativos de corto plazo, ligados a los presupuestos anuales. Está el Plan de Desarrollo Departamental, que cubre el período de cada gobernador. Y debe haber un plan estratégico de largo plazo, que permita a las autoridades administrativas articular sus respectivos planes de mediano plazo con las necesidades fundamentales de la comunidad. En la práctica, esto último no se cumple, o se cumple muy poco, porque Antioquia carece de un plan estratégico de largo plazo. Por esta razón, el plan que elabora cada gobernador empieza y termina con el período de su mandato, y poco tiene en cuenta la visión que traía el anterior y las pautas que debería dejarle al siguiente mandatario (en lenguaje popular a estas dos limitaciones se les llama “síndrome de Adán” y “síndrome de trompeta del juicio final”, respectivamente).

Si se considera la desagregación espacial del plan, se encuentra una limitación similar a la anterior. El Plan de Desarrollo de cada administración departamental se refiere al Departamento considerado como un todo. Cuando en él se mencionan las subregiones se debe a que algunos de los programas tocan con ellas, no porque el proceso de planeación haya empezado en las subregiones para orientar el desarrollo de cada una, proponer una articulación entre ellas, y de éstas con el Departamento.

Antioquia carece de un plan estratégico departamental de largo plazo y de un plan que oriente el desarrollo subregional. Para llenar estos vacíos se creó el Plan Estratégico de Antioquia, PLANEA, como organización independiente de la administración departamental pero coordinada con ella, conformada por unas cuarenta entidades de los sectores público y privado. Se formalizó mediante la Ordenanza 12 del 19 de agosto de 1998:

El PLANEA funcionó como un convenio de cooperación entre las entidades que lo conformaron, pero nunca tuvo personería jurídica ni presupuesto propio y sus propuestas carecieron de carácter vinculante u obligatorio para la administración departamental. Este convenio se terminó por decisión de la administración departamental de Antioquia en enero de 2012.

En 2011 el PLANEA presentó el documento⁷ *Escenario de Futuro para Antioquia al 2030*, que contiene una propuesta de lineamientos estratégicos de largo plazo para el Departamento en materia de: educación; salud; nutrición y seguridad alimentaria; seguridad y convivencia ciudadana; ordenamiento territorial y conectividad; ciencia, tecnología e innovación; emprendimiento y empresarismo; desarrollo institucional; nueva ruralidad; y recursos naturales, con énfasis en el agua, la minería y la energía. Aunque constituye un esfuerzo valioso como formulación de visión, misión, estrategias, objetivos y principios, así como recopilación de proyectos e iniciativas importantes de desarrollo, no puede considerarse como un verdadero plan estratégico pues no descende a los detalles de asignación de recursos, responsables, plazos de entrega y otros requisitos.

En ese y otros documentos, el PLANEA señala la necesidad de desglosar el plan de desarrollo de Antioquia en planes específicos para cada una de las nueve subregiones del Departamento. El Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia se comprometió a realizar ese trabajo, pero solamente alcanzó a entregar en diciembre de 2011 los correspondientes a las subregiones de Urabá, Oriente, Nordeste, Bajo Cauca y Suroeste y a la zona del Nus. Con el agravante de que tampoco éstos pueden considerarse como verdaderos planes de desarrollo subregional, pues solamente contienen algunos proyectos e iniciativas de gestión, pero carecen de visión estratégica, análisis de mercado, estudio de factibilidad económica, asignación de recursos, responsables y plazos. Estos documentos son importantes pero insuficientes como planes subregionales de desarrollo.

Existen otros esfuerzos específicos de planes estratégicos para Antioquia, pero ninguno cumple las condiciones de orientarse al largo plazo y cubrir todas las subregiones del Departamento. Mencionamos algunos: El plan Visión Antioquia siglo XXI; el Plan de Competitividad de Antioquia a 2033; el plan Agenda Interna, cuya secretaría técnica la ejerce la Cámara de Comercio; el plan Horizontes 20-30, promovido por la Comisión Tripartita, formada por el Municipio de Medellín, el Departamento de Antioquia y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá; el plan Bio 20-30, promovido por el Municipio de Medellín en la administración del alcalde Aníbal Gaviria Correa, y el Plan de los Tres Valles, elaborado por la Cámara de Comercio y enfocado sólo en aspectos económicos.

2. Sobre la influencia de la ingeniería en el desarrollo futuro de Antioquia

2.1 Herramientas institucionales para el desarrollo subregional. La ausencia de una planeación del desarrollo de las subregiones de Antioquia dificulta la gestión. Sin embargo, se considera que existe una serie de mecanismos institucionales que podrían motivar acciones concretas que apunten en la dirección correcta para ese propósito. Se mencionan someramente algunos de esos mecanismos:

- Descentralización de algunas dependencias del Gobierno departamental de Antioquia, de una manera similar a como se propuso hace unos años con los CASER.

⁷ Plan Estratégico de Antioquia, PLANEA “Escenario Futuro para Antioquia al 2030”, Medellín, primera edición, noviembre de 2011

- Los *clusters* (el término traduce acumulación) podrían aplicarse en las subregiones de Antioquia, si se desarrolla el verdadero concepto de cooperación. Se pueden involucrar las cooperativas.
- Implantación de cadenas productivas subregionales, relacionadas con el aprovechamiento de los recursos naturales, tales como el café, el cacao, el banano, el carbón, la ganadería. Podrían instalarse centros de faenado y frigoríficos para la carne; plantas de procesamiento de café, cacao, banano; procesos químicos de carbón, y similares.
- Conversión de las grandes obras de ingeniería, tales como las centrales hidroeléctricas y las minas, en focos de desarrollo subregional. Creación de cadenas de servicios tales como talleres y suministro de insumos en los municipios de la subregión, para apoyar la operación de esas instalaciones, sin necesidad de depender sólo de la capital. Esto es importante, además, para evitar que el decaimiento del empleo generado durante su construcción produzca efectos graves en la región.

2.2 Papel de la ingeniería para el desarrollo subregional de Antioquia. Se enuncian a continuación algunos frentes en los cuales la ingeniería y los ingenieros pueden favorecer el desarrollo subregional de Antioquia.

Formulación del plan. Los ingenieros deben adquirir la conciencia de la importancia de un plan de desarrollo que oriente la ejecución de las obras. La falta de un plan sólido que guíe las decisiones, y que haya identificado previamente potencialidades, hace que aquellas muchas veces no respondan a las verdaderas necesidades de las subregiones y que su ejecución no produzca los beneficios requeridos. Esta deficiencia de los ingenieros viene desde su formación profesional y se agudiza en el ejercicio profesional.

Aprovechamiento de recursos naturales. Los recursos naturales, ricos en su abundancia y diversidad, no se aprovechan suficientemente en las subregiones de Antioquia. No hay planeación para el aprovechamiento de recursos en los sectores primario y secundario de la economía del departamento. La biodiversidad en la subregión vecina al Chocó se explota desordenadamente, con alto riesgo ambiental. La explotación minera ha sido caótica y muchas veces catastrófica para la agricultura, la ganadería y el ambiente.

Planeación y desarrollo municipal. Antioquia es pionera y líder en planeación urbana pero ésta no se aplica suficientemente en el desarrollo de los municipios en las subregiones. Las necesidades básicas de estos municipios en malla urbana, acueductos y alcantarillados están muy atrasadas. Los servicios de energía y telecomunicaciones han mejorado recientemente.

La articulación e integración de las subregiones de Antioquia requiere fortalecer la red de vías secundarias y terciarias, mejorar el mantenimiento y la operatividad deficientes de las existentes, y construir las nuevas que se necesitan. El principal sistema vial del departamento tiene carácter radial, con su centro en Medellín. Debe rediseñarse con el criterio de fortalecer la comunicación en las subregiones.

Superar la mentalidad mediterránea de Antioquia. Abrirse al mundo y aprovechar sus salidas al mar. La ingeniería antioqueña debe pensar en grande y ayudar a conectar el Departamento, la región y las subregiones con los mercados internacionales. Deben construirse puertos en Urabá y en el océano Pacífico. Construir el canal seco entre los dos océanos, mediante un ferrocarril eléctrico. Aprovechar la navegabilidad de los ríos Magdalena, Cauca y Atrato. Desarrollar servicios en los ríos, tales como hospitales y escuelas flotantes, hidroaviones, muelles fluviales y similares. Estos proyectos requerirán cooperación e integración con los departamentos vecinos. El sistema nacional de regalías permite financiar proyectos que requieran la participación de varios departamentos.

Los ingenieros pueden hacer un aporte muy significativo en lo tocante a la elaboración de proyectos de orden municipal o subregional que requieran diferentes tipo de financiamiento. En particular, es indispensable presentar proyectos muy bien sustentados para acceder a los recursos de las regalías según lo establecido por la Ley 1530 de 2012.

Fortalecer la integración de Antioquia con las otras regiones de Colombia. Es indispensable respaldar y garantizar el proyecto de las Autopistas de la Prosperidad. Apoyar la terminación de la carretera Panamericana en su paso por Antioquia. Recuperar los ferrocarriles al interior del departamento y conectados con la red férrea nacional. La intención del Gobierno nacional es volver a traer el tren hasta Bolombolo, para lo cual será necesario disponer del tramo férreo de La Felisa a Bolombolo. El ferrocarril puede ser una solución al Tapón del Darién, pues el impacto ecológico es menor que el de la carretera. Construir poliductos para transporte de carbón, petróleo y gas, interconectados con el canal seco.

Los esfuerzos de Medellín en innovación interna son importantes pero insuficientes, pues el verdadero potencial está afuera. Medellín y Antioquia conservan su vocación industrial, pero como ciudad y región mediterráneas deben competir apoyadas en el valor agregado de sus productos. Hay que importar insumos y exportar productos que aprovechen ese valor agregado.

Los ingenieros deben tener una actitud participativa en las definiciones de las políticas del Estado. Corresponde al Estado dictar las políticas, pero éste muchas veces las define por razones de coyuntura a pedido de la comunidad. Las agremiaciones deben tener un papel más activo en la definición de las soluciones a los grandes problemas nacionales y regionales, pues las voces individuales no suelen ser escuchadas.

Banco de proyectos de desarrollo. Éste sería un gran aporte a la planeación del desarrollo subregional de Antioquia. Además, serviría para que las instituciones compartan la información, a la vez que ayudaría a superar la barrera que actualmente existe entre entidades de servicio público que niegan el acceso a su información. El Banco de Iniciativas Regionales de Desarrollo, BIRD, que se ejecutó en convenio de la Gobernación de Antioquia y la Escuela de Ingeniería de Antioquia construyó listados de proyectos que pueden desarrollarse.

2.3 Papel de los programas de Ingeniería en las subregiones de Antioquia. Las sedes descentralizadas de las universidades en las subregiones de Antioquia deben constituirse en centros de estímulo al desarrollo subregional. Igual papel deben cumplir los institutos técnicos y tecnológicos.

En las sedes subregionales de las universidades deben existir pocas carreras de ingeniería, seleccionadas de acuerdo con las necesidades, y complementarlas con especializaciones y más adelante con maestrías y doctorados. Llevar más centros de investigación a las regiones y generar en ellos investigación aplicada en asuntos necesarios para la subregión. De igual manera, es del caso estimularse la formación de profesores universitarios oriundos de las subregiones y que residan en ellas.

Algunas áreas prioritarias para las ingenierías en las subregiones son: Ingeniería Civil, como madre de muchas otras, geología, minas, metalurgia, forestal, recursos hidráulicos, ciencias del mar, ingenierías relacionadas con la biodiversidad. Sus programas deben definirse y desarrollarse de tal manera que constituyan un valor agregado para la subregión. Las diferentes ramas de la ingeniería, según las propias competencias de cada una de ellas, pueden contribuir significativamente al avance de las subregiones en temas como protección de bosques y fuentes de agua, construcción de vías, mejora de técnicas agropecuarias, promoción de vivienda, provisión de buenos servicios de acueducto y saneamiento, etc., a la vez que pueden ejercer un liderazgo en aspectos de emprendimiento e industrialización.

Las sedes de las universidades ubicadas en las subregiones no tienen, en general, el nivel necesario para formar profesionales de buena calidad. El desarrollo profesional sigue concentrándose en Medellín. Las universidades de la capital son las únicas que, para algunas personas y entidades, dan confianza por su estructura. Hay que seguir insistiendo ante las diferentes universidades, públicas y privadas, para que esas sedes descentralizadas se fortalezcan y las ingenierías no se ofrezcan sólo en Medellín.

Además, es común que los ingenieros graduados en otros municipios diferentes a Medellín, terminan sus estudios y buscan trabajo preferentemente en esta capital. No se ha roto el centralismo. Lo ideal es que se genere desarrollo en las subregiones para que los ingenieros no deban desplazarse a Medellín. Análogamente, los ingenieros que trabajan en obras de infraestructura en las subregiones viajan de Medellín a los municipios.

La descentralización de las instituciones de educación superior puede ir acompañada de la educación virtual, ojalá combinada con ciclos presenciales y con una evaluación permanente de su efectividad. Sería de justicia interdepartamental la creación en el Chocó de sedes descentralizadas de las instituciones de educación superior con asiento en Medellín.

Es necesario que los gobiernos apliquen políticas que apoyen la descentralización para que en un futuro los profesionales de las subregiones se queden en sus respectivos municipios.

Las universidades tradicionales reproducen el centralismo. Es necesario que los profesionales se formen en las subregiones, que sean conocedores de la cultura y sus

necesidades o que sean personas nacidas en esas localidades y que conozcan su realidad. En las regiones sería posible aplicar este concepto cuando se aprenda a trabajar de manera cooperativa.

La ingeniería se ha descuidado en relación con la población. La ingeniería de las grandes obras y de la minería golpea a la gente en las subregiones. Antes se formaba a los ingenieros en temas humanísticos. Ya no es así, lo cual ha llevado a que no tengan conciencia de esos impactos. El ingeniero debe ser consciente del desarrollo. “Usted no está construyendo una vía, está facilitando el desarrollo”, debería ser el lema. Pero esto no se entiende de esta manera en la práctica. Y no sucede sólo con la ingeniería, sino con todas las profesiones. Debe corregirse desde la universidad.

La presencia y acción de la ingeniería antioqueña en las subregiones, tal como aquí se propone, constituye todo un programa de innegable valor social y de enriquecimiento de la vida municipal. Su cabal ejecución contribuiría a recuperar el tradicional aprecio de la sociedad por la profesión, en la actualidad algo menoscabado por los recientes escándalos relacionados con la construcción de infraestructura en el país.

2.4 Formación técnica y tecnológica en las subregiones de Antioquia. Hay que reconocer el valor del tecnólogo en los campos laboral, social y salarial. Los tecnólogos pueden tener más espacio en el desarrollo de las subregiones. No compiten con los ingenieros, pues cada uno tiene su especialidad para el trabajo y ambos se complementan.

Se hace necesaria más presencia del SENA en las subregiones de Antioquia. En general, más presencia de entidades formadoras de técnicos y tecnólogos, en áreas de interés para la subregión.

Al tecnólogo se le tiene una apreciación baja en cuanto a lo social. El tecnólogo es mal pagado y está subordinado a un profesional que en ocasiones no está bien preparado, que no sabe tanto como el tecnólogo en los campos de éste. En algunos países los técnicos y tecnólogos son más bien pagados que los profesionales. Hay que generar un cambio en la percepción social de los tecnólogos, hay que subirles el estatus.

Podría ser conveniente impulsar la formación de tecnólogos en las regiones, sin que las instituciones correspondientes aspiren a volverse universidades. Por ejemplo, en Medellín se está realizando un meritorio proyecto que busca integrar el Instituto Tecnológico Metropolitano, el Pascual Bravo y el Colegio Mayor de Antioquia para trabajar en investigación tecnológica. Esta iniciativa ha sido apoyada por el Municipio de Medellín.

Las escuelas de artes y oficios en Alemania son un buen ejemplo. Allí se valora cada uno de los saberes y un técnico con muchos años de experiencia puede llegar a ganar mucho más que un profesional recién salido de la universidad. Además, es bueno tener en la cuenta que cuando no hay empleo lo más viable es crear carreras técnicas. Esto hace que las sociedades sean más productivas.

El ciclo propedéutico real debe empezar con el bachillerato técnico y continuar con los niveles técnico, tecnológico y profesional, pero hacer que cada nivel tenga su alcance y su

importancia verdaderos sin necesidad de requerir dar el paso siguiente en la formación. Los técnicos y tecnólogos tienen su papel que cumplir en la vida profesional.

El bachillerato técnico que se ofrece en las subregiones debe ser de la misma calidad del bachillerato académico que se brinda en la capital y su área de influencia. El asunto técnico al cual se dedica debe responder a la verdadera necesidad y vocación predominantes en la subregión. De igual manera, la formación técnica y tecnológica debe ofrecerse en las subregiones en programas que estén acordes con el potencial y la vocación de cada subregión.

Conviene promover el desarrollo profesional en cada subregión con profesores de la misma (o con profesores venidos de fuera pero que se asienten allí la mayor parte del tiempo y no, como ocurre frecuentemente, con profesores que permanecen solo los fines de semana) y formar profesionales que se queden trabajando en la respectiva subregión.

2.5 El servicio social obligatorio para los ingenieros. Se propone establecer un período de servicio social obligatorio para los profesionales que egresan de las universidades y no prestaron el servicio militar. Esto permitiría dinamizar procesos formativos y atender necesidades en las subregiones de Antioquia. La duración de este servicio, en principio, sería un semestre.

Se considera que esta propuesta representa beneficios importantes. Se estimula a los nuevos profesionales a aplicar sus conocimientos con criterio de servicio, en bien de la comunidad. Se fortalece la formación que recibieron. Se promueve el contacto de esas personas con la realidad social en barrios y municipios que tengan dificultades.

Sin embargo, se reconoce que tiene dificultades. Es necesario tener en cuenta la situación de la seguridad de algunas regiones. El funcionamiento de este sistema de prácticas profesionales implicaría apoyo organizacional y logístico. Debe definirse si el servicio será o no remunerado. Si no lo es, podría constituir una carga adicional para las familias de los egresados.

Esta propuesta es conveniente por su carácter de servicio social. Podría extenderse a todas las profesiones y en algunos casos realizarse mediante prácticas remotas a través de la internet.

Los ingenieros podrían capacitar a las comunidades rurales en mantenimiento de vías y otras actividades similares. Ello tendría el valor agregado de poner a los profesionales en contacto con la realidad de su profesión. El servicio social podría reconocerse como la práctica que es requisito de grado.

2.6 Los consultorios de ingeniería. Se propone que las universidades organicen consultorios de ingeniería donde personas de la comunidad puedan solicitar conceptos para resolver problemas prácticos relacionados con la ingeniería, tales como diseño y construcción de pequeñas obras, sistemas de protección y drenaje, instalaciones eléctricas y sanitarias, estabilización de terrenos y similares.

Las universidades pueden tener estos consultorios, coordinados y supervisados por profesores. No se trata de resolver grandes proyectos, sino pequeñas necesidades que les sirven a la comunidad y a los estudiantes. Estos consultorios podrían funcionar en las universidades, en las instituciones técnicas y en las tecnológicas. La participación de los estudiantes en los consultorios podría ser condición de grado en todas las profesiones.

Una de las ventajas de estos consultorios sería permitirles a los profesores evaluar la capacidad de los estudiantes de enfrentar y resolver problemas reales. Sería muy útil, además, que estos consultorios tuviesen carácter multidisciplinario, mediante la participación de estudiantes de diferentes disciplinas académicas relacionadas con el problema que se les esté consultando.

Esta idea tiene dificultades, en particular si se quiere que sus beneficios lleguen a subregiones apartadas. Sin embargo, podrían apoyarse en la internet.

Reflexión final

La ingeniería antioqueña ha experimentado significativo progreso en las últimas décadas, tanto en la formación académica como en la actividad profesional. Sobre lo primero, es posible registrar una modernización de los planes de estudio, una mejora en los métodos de enseñanza, un avance en la investigación y una mayor preocupación por los problemas del país. Con respecto a lo segundo, las diferentes ramas de la profesión se han destacado por su aporte, entre otros aspectos, al desarrollo industrial y de la infraestructura. Sobre este último, vale la pena mencionar el ejemplar aprovechamiento del potencial hidroeléctrico del departamento, una tarea en que la profesión ha cumplido un papel central.

Así mismo, los proyectos hidroeléctricos han impulsado en forma notable el avance de la cultura científica y técnica en el medio. En efecto, numerosas disciplinas y profesiones concurren en los estudios, el diseño, la construcción y la operación de dichos proyectos. A lo largo de aproximadamente un siglo se han dado en Colombia y Antioquia procesos de transferencia y apropiación de tecnología, así como desarrollos propios que son producto de la capacitación del talento nacional. Particular mención merece la ingeniería de consulta en este campo, cuyos logros han trascendido las fronteras del país.

Hemos destacado que la ingeniería ha generado tres paradigmas a lo largo de su historia. El primero, el Maestro Constructor; después, la Ingeniería como Arte, y, recientemente, la Ingeniería Basada en la Ciencia. ¿Cuál será el próximo modelo de ingeniero, aquél que sea capaz de enfrentar los retos que le plantea la sociedad de hoy y mañana?

Con base en los atributos tradicionales que se deben conservar y los adicionales, se propone un nuevo paradigma: el de Maestro Integrador.

Cuando se reconocen las diferentes dimensiones que ofrece un determinado problema relacionado con la profesión, surge la necesidad, además del esfuerzo analítico tradicional, de la síntesis o integración para llegar a soluciones que respondan a la visión multidimensional. La visión reduccionista, aquella que nos concentra exclusivamente en nuestra tarea aislada, destruye la solidaridad y la responsabilidad. Podría decirse entonces que el pensamiento sintético o complejo lleva consigo una misión ética.

Esto exige trabajo interdisciplinario, en el cual el ingeniero puede tener una posición de preponderancia en razón de ciertos atributos que le han sido tradicionales, y otros que le exige la nueva situación. Pero para ello es fundamental que nuestra profesión establezca un diálogo fructífero con otras profesiones y disciplinas.

De las entrevistas realizadas en este trabajo se desprende que el paradigma propuesto, el de Maestro Integrador, ya se está dando en algunas facultades de Ingeniería y en algunas actividades profesionales, concretamente en los proyectos hidroeléctricos.

Este nuevo paradigma tiene un alcance muy concreto en las décadas por venir en nuestra Antioquia, donde el ingeniero deberá actuar como integrador en tres dimensiones.

Primera dimensión, la integración profesional. Cada proyecto y cada emprendimiento en la comunidad requieren la participación de profesionales de muy diversas disciplinas. ¿Cómo conseguir la convergencia de esa multiplicidad de conocimientos? El ingeniero, por su formación analítica y su visión totalizadora, está llamado a convertirse en el integrador por excelencia de todas ellas.

Segunda dimensión, la integración social. El ingeniero debe conocer el medio social, económico y político en que se mueve y actúa y comprender los diferentes procesos, realidades y fenómenos que existen en él. Debe saber que vive y trabaja en una sociedad llena de recursos y posibilidades pero al mismo tiempo cargada de problemas, desajustes e inequidades. Con su actitud y su trabajo, puede y debe aportar a la disminución de los desequilibrios sociales y económicos presentes en la sociedad.

La tercera dimensión es la integración subregional de Antioquia. El ingeniero debe ayudar a reducir los desequilibrios en el desarrollo físico, económico y social de las subregiones respecto a la capital del Departamento. Los frentes más importantes para el equilibrio subregional de Antioquia son el reconocimiento y respeto de la diversidad cultural de la población, la planeación equilibrada del desarrollo, los emprendimientos productivos, las obras públicas, los servicios públicos y el desarrollo urbano de los municipios.

La propuesta central de este trabajo tiene que ver con el aporte que la ingeniería podría hacer para integrar y desarrollar armónicamente el territorio de Antioquia. La profesión debe ayudar a reducir los desequilibrios en el desarrollo físico, económico y social de las subregiones respecto a la capital del departamento. Los frentes más importantes para el equilibrio subregional de Antioquia son el reconocimiento y respeto de la diversidad cultural de la población, la planeación equilibrada del desarrollo, los emprendimientos productivos, las obras públicas, los servicios públicos y el desarrollo urbano de los municipios.

Todo lo anterior requiere fortalecer procesos claves para la ingeniería antioqueña, tal como se ha discutido en este ensayo. Destacamos los principales:

La formación en las universidades debe aprovechar las herramientas que brinda la tecnología y animar el trabajo personal del estudiante. Debe estimularse el trabajo interdisciplinario mediante talleres y grupos de discusión. Las visitas de campo, los laboratorios y las prácticas en las empresas son instrumentos claves para poner al estudiante en contacto con la realidad.

La investigación debe ayudar a generar conocimiento propio o al menos adaptar conocimiento existente a las particularidades de nuestra realidad social, tecnológica y cultural. Las humanidades, las artes, las habilidades de comunicación y la ética constituyen componentes indispensables en los programas curriculares de ingeniería.

Los consultorios de ingeniería y el servicio social obligatorio pueden ser mecanismos para que el estudiante fortalezca su conocimiento de la realidad, mientras aporta a las necesidades de la comunidad.

El ejercicio profesional de la ingeniería debe continuar siendo riguroso en cuanto al análisis de los problemas y de sus alternativas de solución, a los factores técnicos de diseños y especificaciones, y a la responsabilidad social y la ética.

En el mundo se reconoce hoy la innovación como un factor decisivo para la competitividad. Colombia muestra un gran atraso en estas dos materias cuando es comparada con el resto del continente, y por tanto se necesita utilizar más el mecanismo de cooperación Estado – Universidad – Empresa para superar esta debilidad.

Finalmente, se invita también a la reflexión sobre la necesidad de recuperar el equilibrio entre las carreras profesionales, tecnológicas y técnicas, pues en las últimas décadas estas últimas han sufrido cierto descuido y pérdida de aprecio y de valor, a pesar de que tienen su propia identidad y son tan necesarias como las primeras.

El ingeniero no puede encerrarse en su “torre de marfil”, aislado del medio, como muy bien lo dice el ingeniero y maestro Hardy Cross al referirse a los ideales y la ética de la Ingeniería. Antioquia ha sido pródiga en la formación de buenos ingenieros y necesita mucho de todos ellos en el inmediato futuro.