

**INGENIERIA
E INVESTIGACION
47**

Tarifa Postal Reducida 930
Vence en diciembre de 2002

DECANA
Luz Amanda Salazar Hurtado
DIRECTOR DE LA REVISTA
Julio Mario Rodríguez Devis
CONSEJO EDITORIAL
Álvaro de la Cruz Correa Arroyave
Julio Mario Rodríguez Devis
Álvaro Castro P.
Carlos Eduardo Rodríguez Pineda
Julio César Cañón Rodríguez
Luis Eduardo Vásquez Salamanca
ASISTENTE DEL DIRECTOR
Sandra Abril
ILUSTRACIÓN DE CARÁTULA
Maqueta Aula Multimedia,
Facultad de Ingeniería
Fotografía, Jorge Gómez Prada

La revista *Ingeniería e Investigación* es un órgano técnico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Los artículos de esta revista pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente y el autor.

Las colaboraciones que aparecen aquí, no reflejan necesariamente el pensamiento de la Facultad de Ingeniería. Se publican bajo responsabilidad de los autores.

Para información adicional escribir al E-mail:
ingeinve@icfes.gov.vo

Editorial	5
Construyendo bienestar en la Facultad de Ingeniería	18
Desarrollo y perspectiva de la Ingeniería Agrícola	32
Departamento de Ingeniería Civil: pasado, presente y futuro	57
Programa curricular de Ingeniería Eléctrica	68
Departamento de Ingeniería Eléctrica	75
Ingeniería Mecánica	87
Ingeniería Química	99
Historiografía de la Ingeniería de Sistemas en la U. N.	113
Nueva carrera Ingeniería Mecatrónica	130
Ingeniería Electrónica	141
La Investigación en Ingeniería	145
Departamento de Ingeniería Industrial	151
Informe de actividades	157

DIRECTIVOS FACULTAD DE INGENIERÍA

DECANA	Luz Amanda Salazar Hurtado
VICEDECANO ACADÉMICO	Álvaro de la Cruz Correa Arroyave
VICEDECANO DE BIENESTAR UNIVERSITARIO	Óscar F. Castellanos Domínguez
SECRETARIO	Jaime Guerrero Casadiego

DIRECTORES DE DEPARTAMENTO

INGENIERÍA AGRÍCOLA	Julio Ernesto Ospina Machado
INGENIERÍA CIVIL	Carlos Eduardo Cubillos Peña
INGENIERÍA ELÉCTRICA	Fernando Augusto Herrera León
INGENIERÍA MECÁNICA	Luis Eduardo Benítez Hernández
INGENIERÍA QUÍMICA	Luis Alfonso Caicedo Meza
INGENIERÍA DE SISTEMAS	Horacio Castellanos Aceros

DIRECTORES CURRICULARES

INGENIERÍA AGRÍCOLA	Carlos Alberto González Murillo
INGENIERÍA CIVIL	Carlos Julio Collazos Chávez
INGENIERÍA ELÉCTRICA	Francisco Amórtegui Gil
INGENIERÍA ELECTRÓNICA	Iván Jaramillo Jaramillo
INGENIERÍA MECÁNICA	William Moreno Portillo
INGENIERÍA QUÍMICA	Armando Espinoza Hernández
INGENIERÍA DE SISTEMAS	Mauricio Valencia Martínez
POSGRADO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	Gustavo Pérez Hoyos

INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACIÓN

DIRECTOR	Horacio Torres Sánchez
JEFE UNIDAD DE EDUCACIÓN CONTINUADA	Julio César Cañón Rodríguez
JEFE UNIDAD DE ENSAYOS	Jaime Alfonso Pérez
JEFE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	Julio Mario Rodríguez Devis
JEFE UNIDAD DE PUBLICACIONES	Julio César Cañón Rodríguez
JEFE UNIDAD DE EXTENSIÓN Y CONTRATACIÓN	Pedro Luis Jiménez Poveda

E D I T O R I A L

Luz Amanda Salazar Hurtado
*Decana de la Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Colombia
Discurso pronunciado el 24 de agosto de 2001,
en la celebración de los 140 años de la
Facultad de Ingeniería de la Universidad
Nacional de Colombia.*

Bienvenidos a celebrar los 140 años de vida de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. 140 años que, como la vida de nuestra sociedad desde sus orígenes, han transcurrido entre tristezas y calamidades, entre avances y retrocesos, entre risas y llantos, entre la guerra y la paz.

140 años de la Facultad de Ingeniería que festejamos con alegría, porque hoy no recordamos los cierres autoritarios, las persecuciones contra la institución o contra sus profesores y estudiantes, los duelos por los caídos, los días oscuros y los silencios, la pérdida de beneficios o de derechos, la privatización que nos acecha, sino que evocamos sus momentos de pujanza y esplendor, de logros académicos y científicos, y de construcción de país.

Hoy no es el día para recordar a los contradictores de la Facultad, sino a los muchos que nos legaron capacidad, hidalguía, dignidad, compromiso y eficiencia, como Julio Garavito Armero, Manuel Ponce de León, Abelardo Ramos, Ruperto Ferreira, Ramón Guerra Azuola, Hernando Correal Correal, Julio Carrizosa Valenzuela, Alfredo Bateman y tantos, tantos más, que no alcanzo a nombrar.

En este día no pueden faltar evocaciones del pasado, observaciones del presente y proyecciones sobre el futuro de la Facultad de Ingeniería más antigua del país, más antigua que la misma Universidad Nacional de Colombia que la hospeda y con la que comparte sus éxitos y sus desgracias:

En la Nueva Granada, durante la época de la Colonia, se daba una sociedad agraria, comercial y minera dentro de un ambiente confesional, de explotación, esclavitud, inequidad y racismo, cuyos presupuestos ideológicos estaban determinados por la teología, el derecho y el autoritarismo.

Sin embargo, especialmente durante la Ilustración, se introdujeron cambios en la enseñanza de las ciencias físicas, naturales y sociales, y se dieron algunos hechos de importancia científica y política que inyectaron en su conjunto saludables modificaciones a nuestro proceso de desarrollo, entre los cuales debemos resaltar:

1. - La cátedra de medicina y matemáticas de José Celestino Mutis, en la que éste, en 1762, asume la defensa del sistema de Copérnico y las ideas de Newton, ante la oposición de la Iglesia que le promueve juicio inquisitorial y prohíbe la enseñanza de estas ideas científicas.
2. - El plan educativo del Fiscal Moreno y Escandón que considera la enseñanza como función del Estado, que propone la libertad de investiga-

ción contra la especulación y el confesionalismo y la gratuidad de la escuela primaria, y que fracasa por presiones religiosas y políticas.

3. - Las expediciones científicas a América, especialmente la de Humboldt y Bonpland, que proporcionaron información sobre la geografía del Nuevo Mundo y abrieron caminos para el conocimiento y explotación de sus recursos naturales y, también, denunciaron las condiciones inhumanas de vida que padecían los naturales de estas tierras y los provenientes de África, lo que sirvió para estimular cierta solidaridad internacional de los gobiernos y ciudadanos en conflicto con la monarquía española.
4. - La Expedición Botánica dirigida por José Celestino Mutis que no fue sólo un centro de acopio de conocimientos científicos de nuestra flora y fauna sino, también, una escuela formativa de criollos eruditos y de investigadores comprometidos con las ciencias naturales y sociales.
5. Las ideas de los enciclopedistas Diderot, Rousseau, Voltaire, entre otros, quienes a partir de la segunda mitad del siglo XVIII fueron propagadores de las ideas filosóficas y económicas que denunciaban las injusticias sociales de los regímenes dominantes y señalaban los derroteros a nuestros luchadores políticos de ese entonces.
6. La revolución de independencia de Norteamérica y la Revolución Francesa, que insuflaron aliento a nuestros libertadores en la lucha frontal y exitosa contra el colonizador español.

Desde la Independencia y durante el período de construcción de la República, surgen nuevas circunstancias que requieren nuevos hechos y nuevos protagonistas que resaltaremos en la medida en que se relacionan con la construcción de país y el aporte de las ciencias sociales y naturales:

Luego de la victoria del Libertador en Boyacá, constituida la República de Colombia en el Congreso de Angostura y promulgada la Constitución de 1821, se establece la educación pública como base y fundamento del gobierno republicano, sin distinción de raza o rango social y se instauraron planes de instrucción primaria, secundaria y de estudios superiores. Para 1822 se organizan Escuelas Normales siguiendo el sistema lancasteriano, basado en la defensa de la moral natural y la libertad de escogencia religiosa, y se abrieron colegios y casas de estudio en varias ciudades.

En 1823 se conforma la Misión Científica, integrada por ingenieros, geólogos, minerólogos, químicos y fisiólogos del Perú y de Francia, que dejó como frutos un Museo y una Escuela de Minería con cátedras de mineralogía, geología, química, botánica, matemáticas, física, geología, astronomía, geometría y dibujo. El Museo y la Escuela solamente subsistieron hasta 1828 por las dificultades derivadas de las pasiones políticas y las guerras.

El 25 de septiembre de 1826 se inaugura la Universidad Central de Bogotá que sustituye a la Universidad de Santo Tomás y consta de las facultades de Filosofía, Teología, Jurisprudencia, Medicina y Ciencias Naturales. La creación de este centro de educación superior suscitó conflictos entre los sectores tradicionales y los progresistas. La Universidad Central, durante su existencia, sufrió las críticas y los cambios propios de un país convulsionado por las pasiones políticas y religiosas.

Disuelta la Gran Colombia en 1829 e instituida la República de la Nueva Granada, se continúa impulsando la apertura de escuelas y colegios en muchas regiones del país. Hacia 1837 había en el país tres universidades, 26 colegios y escuelas superiores, 200 escuelas lancasterianas y 850 escuelas de enseñanza primaria.

Entre 1839 y 1841 la nación se estremece por la llamada Guerra de los Conventos o de Los Supremos, que fue una verdadera guerra civil motivada por la supresión de algunos conventos y los apetitos de poder de algunos caudillos regionales, caracterizada por ser especialmente violenta y sanguinaria. En 1842 se desata una aguda crisis económica y en 1848 estalla un fuerte levantamiento popular.

No obstante, como si de los grandes conflictos surgieran las instituciones saludables y correctivas, como abriéndose paso en medio del desorden y el caos, nacen en 1848 el Colegio Militar y en 1850 la Comisión Corográfica. El primero, a instancias del general Tomás Cipriano de Mosquera, historiador y geógrafo empírico, y la Comisión Corográfica, durante el gobierno de José Hilario López, dirigida por el talentoso ingeniero y geógrafo italiano Agustín Codazzi.

El Colegio Militar que funda Mosquera en 1848 (con antecedentes históricos con el Colegio Militar del Cuerpo de Ingenieros creado en 1814 por el gobernador de Antioquia, Juan del Corral, y dirigido por Francisco José de Caldas para la defensa del país ante la reconquista española), para su organización académica y de estudios, implementa una tenaz actividad de preparación de talentosos ingenieros militares y civiles destinados a construir un país empobrecido por las deudas contraídas en el proceso de independencia, y maltratado y ultrajado por los conflictos entre las facciones de los caudillos militares, políticos y religiosos. Es así como el ingeniero matemático Lino de Pombo dicta geometría y trigonometría; el ingeniero Aimé Bergerón, matemáticas y astronomía; Ramón Guerra Azuola, dibujo y

geometría; José María Galavis, legislación militar; Miguel Bracho, dibujo, y el coronel ingeniero Agustín Codazzi, topografía.

Dos años más tarde, la Comisión Corográfica realiza a lo largo y ancho del país las actividades e investigaciones que nos permitirán producir nuestra carta geográfica y organizar el Instituto Geográfico y Catastral Agustín Codazzi. Para tales efectos la Comisión contó con la colaboración de ingenieros, catedráticos y hombres públicos como Manuel Ancizar, Santiago Pérez, Manuel Ponce de León e Indalecio Liévano.

Infortunadamente, este buen momento para la ingeniería y el país poco duraría, como consecuencia del enfrentamiento entre los que pugnaban a favor de

una amplia concepción de libertad de enseñanza, de liberalismo económico, de apertura comercial y de centralización política y administrativa y los partidarios de controles, proteccionismo y federalismo, desatándose nuevos conflictos que conducen en 1854 a un golpe de Estado en cabeza del general José María Melo y al cierre

del Colegio Militar, que se extendió por seis largos años y paralizó los estudios académicos e institucionales de ingeniería.

Hasta cuando, tras un golpe de Estado, el general Tomás Cipriano de Mosquera por decreto del 24 de agosto de 1861 restablece el Colegio Militar y funda la Escuela Politécnica. El Colegio Militar y la Escuela se destinan a la formación de oficiales científicos del Estado Mayor, de ingenieros militares, de artilleros, de caballería e infantería y de ingenieros civiles.

El Colegio y la Escuela establecían que para obtener el título de ingeniero civil les bastaba a los alum-



nos haber estudiado las materias relacionadas con matemáticas, geometría, cálculo, física, química, mecánica, cosmografía, arquitectura civil, caminos, puentes y calzadas; haber tomado una clase común y permanente de dibujo lineal, trazado y lavado de planos, mapas, cartas geográficas y diseños militares y resoluciones gráficas de problemas geométricos, y asistido a las prácticas sobre el terreno.

Por la independencia de los estudios y de los títulos militares y civiles, por la pertinencia de las asignaturas de ingeniería civil, por la calidad del profesorado y la continuidad de los estudios, este acto de restablecimiento del Colegio Militar y la creación de la Escuela Politécnica se considera, acertadamente, como el de iniciación de nuestra Facultad de la que hoy estamos celebrando sus 140 años de vida.

En 1863 la Constitución de Rionegro estableció el federalismo absoluto, se adoptó el nombre de Estados Unidos de Colombia, se consagró el sufragio universal y se ordenó la enseñanza laica desatándose por esta razón un fuerte hostigamiento religioso y político.

Por ley del 4 de julio de 1866 el general Tomás Cipriano de Mosquera reconoce formalmente como ingenieros a quienes como consecuencia de las disposiciones prohibitivas de grados y títulos del 15 de mayo de 1850 y por el cierre del Colegio Militar no habían podido obtenerlos, no obstante sus estudios, capacidades y actividades profesionales.

Dada la necesidad de vender tierras baldías de la nación para pagar las deudas contraídas por los gastos de la Independencia, se organiza, en 1870, la Oficina Central del Cuerpo Nacional de Ingenieros, a la

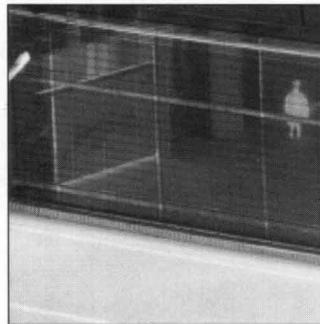
cual adscribió el Observatorio Astronómico. Dicha oficina se considera el antecedente del Ministerio de Obras Públicas.

El general Santos Acosta, sucesor del depuesto general Tomás Cipriano de Mosquera, el 22 de septiembre sanciona la Ley 66 de 1867 que crea la Universidad Nacional de los Estados Unidos de Colombia y admite en ella a los alumnos del Colegio Militar. La Universidad fue concebida como una institución democráticamente estructurada y libre de la injerencia y control eclesiástico y se iniciaba con seis escuelas: la de Derecho, la de Medicina, la de Filosofía y Letras, la de Ciencias Naturales, la de Ingeniería y la de Artes y Oficios.

La Ley 66 de 1867 establecía continuidad en cuanto a los estudios de Ingeniería, pues ordenaba que los fondos e instalaciones del Colegio pasaran a ser de la Universidad y que sus alumnos fueran recibidos en las facultades de la Universidad. Además, concedía a la institución cierto grado de autonomía, porque ordenaba el libre examen y discusión y se le autorizaba

para nombrar sus autoridades, reservándose el Estado el derecho de dictar los reglamentos y establecer el contenido de la enseñanza. En 1868 comenzó a funcionar la Escuela o Facultad de Ingeniería como dependencia de la Universidad Nacional.

En razón de que para esta época el país estaba entrando en la era de los ferrocarriles, de las obras públicas, del telégrafo, la navegación y los modernos servicios urbanos, la enseñanza técnica cobró especial importancia y a los ingenieros se les abrieron mayores posibilidades para ejercer la profesión. Las estadísticas nos muestran cómo el predominio que desde la Colonia tenían los abogados comenzaba a ceder y de los



132 estudiantes que tenía la Universidad en 1870, 51 eran de medicina, 44 de ciencias naturales, 29 de ingeniería y tan sólo 8 de jurisprudencia; esto es, que al comienzo de la década de 1870, más de la mitad de los alumnos de la Universidad Nacional estudiaban en las facultades de ciencias naturales o de ingeniería.

A pesar de lo favorable de todo esto para el proceso de desarrollo del país, reaparecieron los malos tiempos para el país y la ingeniería:

Las contradicciones políticas entre conservadores y radicales, que estaban en un punto álgido, desataron la “guerra de los textos”, resultando implicada la Universidad Nacional cuando los primeros consideraron que la libertad de cátedra debía ser total y los otros, que a ciertos textos de enseñanza, como los de De Tracy y Bentham, sí correspondía orientar a los alumnos. La polémica generó una crisis y determinó la renuncia de su director Manuel Ancízar.

Posteriormente, la Universidad también quedó aprisionada en la controversia sobre el carácter laico de la instrucción pública, en la que se definían dos bandos: en uno de ellos los detractores de la instrucción pública y con ellos los enemigos de la Universidad, como el Arzobispo de Bogotá, miembros doctrinarios del partido conservador, antiguos profesores y alumnos graduados en la Universidad, los sacerdotes y su feligresía que se encargaron de propalar la versión de una Universidad atea y sensualista, y en el otro los que expresaban la intención de someterla a los designios de quienes ostentaban el poder.

En 1874 el gobierno cambió su política de estímulo preferente a los estudios técnicos y permitió que los becarios se inscribieran en cualquiera de las facultades. De modo que el derecho rápidamente se recobró en relación con su posición de 1870 y la ingeniería civil comenzó su retraso en relación con las otras ca-

rreras. Esta situación depresiva se agravó debido a la decisión del gobierno de poner la Escuela de Ingeniería bajo control militar, obligándola a proporcionar total instrucción para las carreras militares y apoyar a 27 estudiantes militares. De nuevo la perspectiva de un conflicto armado llevó al gobierno a desmembrar la Escuela de Ingeniería para transformarla en una institución mixta, civil y militar, y a colocarla bajo el control de la fuerza armada.

En 1876 estalló la Guerra de las Escuelas, que concluyó en 1877 con el triunfo del gobierno radical, que se motivó, entre otras causas, por el control del aparato educativo como medio para imponer el poder religioso. En ella murieron estudiantes defendiendo las filas de la Guardia Nacional. Los batallones se acuartelaron en el edificio de San Bartolomé, sede de la Rectoría y de algunas escuelas de la Universidad Nacional, y se causaron daños graves a las instalaciones y a los bienes del alma máter.

Sin embargo, y por fortuna, una vez concluido el conflicto bélico, nace en 1877 la Escuela de Minas de Medellín, diseñada según modelos norteamericanos, aparece la Sociedad de Agricultores y se fortalece la Escuela de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

En 1877, el Congreso exigió que la Escuela de Ingeniería se convirtiera en una Escuela de Ingeniería Civil y Militar, dominada por el ejército, la cual funcionaría independientemente de la Universidad Nacional. El ingeniero Abelardo Ramos protestó en ese entonces por la conversión de la Escuela de Ingeniería Civil en Escuela Militar.

La Universidad reinició actividades en 1878, pero no pudo recuperarse, ya que en 1880 la autoritaria y conservadora Regeneración, por la Ley 106 de 1880, ordenó que la Escuela de Ingeniería de la Universidad

Nacional dependiera de la Secretaría de Guerra, lo que tuvo vigencia hasta 1882, cuando se dispuso que la Escuela de Ingeniería funcionara como Escuela Militar, dependiente de la Secretaría de Guerra y Marina, y se organizara militarmente. Los estudiantes de ingeniería civil quedaron sometidos al régimen militar, a vestir uniforme, marchar y demás actividades castrenses. Durante este período, la decadencia de la institución como escuela de ingeniería se hizo evidente.

En 1880 el estudiantado estaba integrado por 56 alumnos y la deserción estudiantil era muy alta. Como consecuencia de que en 1883 el reducido número de científicos e ingenieros de Bogotá protestara vigorosamente contra el derrumbe de la escuela de ingeniería y a que además las necesidades de desarrollo del país requerían de ingenieros civiles, el gobierno, en 1884, separó la ingeniería civil y la militar, reincorporando la primera de ellas a la Universidad Nacional, con el nombre de Escuela de Matemáticas e Ingeniería.

Con el triunfo de la Regeneración en la guerra de 1885 y la proclamación de la Constitución centralista y autoritaria de 1886, la Universidad regresó al control directo del Estado perdiendo no sólo su limitada autonomía, sino su unidad académica. Cada una de las escuelas fue colocada bajo la dirección del ministerio correspondiente, se restableció el carácter católico de la educación, se expulsaron profesores radicales y se prohibió la participación de estudiantes en política. Por su parte, la Escuela de Ingeniería se debilitó aún más, a tal punto que de los siete profesores que enseñaban en 1888, sólo tenía tres en 1891; la Facultad carecía de un lugar determinado; no contaba con laboratorios adecuados; las matrículas recibidas eran mínimas y las inscripciones no pasaban de cincuenta.

En contraste, y para el mismo tiempo, se desarrollan las ferrerías y la minería de oro y plata, se tecnifica la hacienda azucarera hasta convertirse en ingenio y se fortalecen los astilleros generados por la navegación en el río Magdalena. El país ya había entrado en la era de las obras públicas, del telégrafo y de los modernos servicios urbanos. En 1891 comienza el desarrollo energético del país. En Bogotá el ingeniero Santiago Samper aprovechando la caída del río Bogotá construye una planta hidroeléctrica y para 1895 en Medellín el ingeniero José María Escobar instaló la segunda central hidroeléctrica, utilizando la quebrada de Santa Elena, además se instalan las plantas diesel de Cartagena y Barranquilla.

En esta década de los años 1890 se inicia la construcción del ferrocarril de Cartagena a Calamar y el del norte de Cundinamarca; se concluye el de Barranquilla a Puerto Colombia; se prolonga la línea férrea de Cúcuta a la frontera con Venezuela; se principia la construcción del ferrocarril de Flandes a Ibagué; se comienza a tender el de Bogotá hacia Sibató y se concluye el ferrocarril de La Dorada a Honda.

Por decreto 596 de 1886 se creó la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional y por el decreto 76 de enero de 1888, se dispuso dictar la enseñanza de las matemáticas en las carreras de Ingeniería en el Instituto Central de Matemáticas de la Facultad de Ciencias Matemáticas.

La ubicación física de la Facultad de Ingeniería varió constantemente por razones económicas y políticas: desde 1861 hasta 1879, como Colegio Militar y Escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional, se alojó en el Convento de la Candelaria; desde 1880 y hasta 1883, como Escuela de Ingeniería dependiente de la Secretaría de Guerra y Escuela Militar, en el Colegio de San Bartolomé; como Escuela de Matemáti-

cas e Ingeniería de la Universidad Nacional, en el Convento del Carmen hasta 1886; en el Convento de Santa Clara hasta 1899; en el Observatorio desde 1900 hasta 1902, en la parte posterior del Palacio de la Carrera; en la calle 10 con carrera 5ª, hoy Museo Militar, desde 1913 hasta 1932, cuando se trasladó al llamado Instituto Técnico Central de la carrera 16 entre calles 13 y 17, en que residió hasta cuando se inauguró su propio edificio en la Ciudad Universitaria.

El 29 de mayo de 1887 fue fundada por los ingenieros Abelardo Ramos, Diodoro Sánchez, Miguel Triana y Andrés A. Arroyo, como entidad rectora de la ingeniería, la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

Pero la crisis económica, la fuerza de la oposición y las políticas antidemocráticas del gobierno conservador fomentaron la guerra civil de los Mil Días, desde octubre de 1899 hasta noviembre de 1902, la que abarcó el centro del país y la costa atlántica.

La guerra hizo suspender de hecho las actividades de la Universidad, sobreviviendo parcialmente la Escuela de Matemáticas e Ingeniería porque en 1900 unos pocos profesores condiscípulos de Julio Garavito tuvieron la idea de organizar particularmente la Facultad, sirviendo como local el Observatorio Astronómico y actuando el mismo Garavito como rector.

Durante la Guerra de los Mil Días, los ingenieros en Colombia estuvieron prácticamente en receso porque el gobierno suspendió la construcción de ferrocarriles, caminos y telégrafos; la navegación por el Magdalena se redujo; no se volvieron a construir edificios; muchas minas se paralizaron, y la actividad docente decayó con el cierre de la Escuela de Minas de Medellín y de la Universidad Nacional.

En marzo de 1902 se reabrió la Universidad Nacional y también la Facultad de Ingeniería, habiendo sido designado como rector de esta última el ingenie-

ro Ruperto Ferreira. La Facultad aceptó los estudios hechos bajo la dirección de Garavito en el Observatorio y así obtuvieron su título los ingenieros Carlos Andrade, Eugenio J. Gómez y Belisario Ruiz Wilches.

Después de la Guerra de los Mil Días, bajo el gobierno de Rafael Reyes se inicia un lento desarrollo industrial motivado por el proteccionismo que aumentaba los derechos de importación, creaba nuevos gravámenes, subsidiaba a las empresas y estimulaba la rentabilidad de las inversiones. A su vez el establecimiento de la industria cafetera, significó un fortalecimiento del desarrollo agrícola. Luego, las necesidades creadas por la guerra europea de 1914, contribuyen a la aparición de las industrias del tabaco manufacturado, de los textiles, del cemento y otras. El país entró en una nueva etapa de desarrollo económico y de reformas administrativas. La indemnización pagada por los Estados Unidos por la desmembración de Panamá, los empréstitos externos y el flujo de las inversiones extranjeras en petróleo, minería, empresas agrícolas y servicios públicos crearon un clima de prosperidad que fue suficiente para que se pensara en la modernización de los servicios del Estado. En 1905 se inicia la etapa del desarrollo vial con la Ley General de Caminos y se reactiva la construcción de ferrocarriles.

Se creó el Ministerio de Obras Públicas, cuyo primer titular fue el ingeniero Modesto Garcés; la Sociedad Colombiana de Ingenieros es declarada Centro Consultivo del Gobierno Nacional por la Ley 46 de 1904 y se decreta que las obras públicas nacionales relacionadas con la ingeniería, se adjudiquen a ingenieros colombianos.

En 1902 nace la Oficina de Longitudes, con el encargo de amojonar las fronteras y trazar el mapa del país.

Por decreto 589 de 1905 se reforma el plan de estudios de la Facultad.

Desde 1906, cuando se establecieron las primeras fábricas modernas de textiles en Antioquia, hasta 1945, este departamento aparece como líder del desarrollo industrial en el país, así como también en el campo educativo.

En 1913 se inicia la construcción del primer cable aéreo del país entre Mariquita y Manizales, el cual quedó terminado en 1921.

El gobierno de Pedro Nel Ospina, al recibir en 1923 los 25 millones de dólares de la indemnización por Panamá, ejecuta 25 frentes de trabajo en ferrocarriles y construye varias carreteras.

Entre las obras de ingeniería, vinculadas a la construcción de ferrocarriles, sobresalen: el puente de hierro sobre el río Magdalena en Girardot, el puente sobre el río Saldaña, la canalización del Dique en Cartagena, el túnel de la Quiebra del Ferrocarril de Antioquia y los cables aéreos.

En 1925 ya había servicio de energía eléctrica en las capitales de los 14 departamentos existentes; servicios públicos de agua y alcantarillado; tranvías eléctricos; teléfonos; telégrafo y carreteras en el centro del país. En todo ello, los ingenieros habían desempeñado un papel importante. Había entonces en Colombia tal vez trescientos o cuatrocientos ingenieros entre civiles y de minas.

En 1926, la Escuela de Matemáticas e Ingeniería organiza los Laboratorios de Ensayo y de Materiales, una institución pionera en Colombia y Suramérica que apoyaba al Ministerio de Obras Públicas en lo relacionado con el control de calidad de los productos industriales colombianos utilizados en vías, pavimentos y

edificios. El visto bueno del LEM era el mejor sello de calidad en el país. Este laboratorio se transformará en 1968 en Instituto de Ensayos e Investigación.

El gobierno de Alfonso López Pumarejo reactivó la construcción de redes férreas, que con la recesión de 1930 habían sido suspendidas, y, también, para esta época se completaron varias carreteras.

“Esa época fue una de las últimas de lo que alguien llamó *la ingeniería heroica*. Quizá no más de doscientos ingenieros vivían en las ciudades. Los otros trescientos o cuatrocientos que había hacían un rudo esfuerzo pues vivían en los frentes de trabajo, en campamentos constituidos por carpas o en pequeñas casas campesinas acondicionadas mientras trabajaban a la intemperie, manejaban un personal trabajador pero difícil, vivían sin la menor comodidad, viajaban en mula o a caballo. Las condiciones en que hasta entonces trabajaban los ingenieros civiles en sus obras no eran muy diferentes a las que rodearon al ingeniero Abelardo Ramos en 1906, en el sitio de Papagayeros (hoy Dagua), donde murió víctima de la malaria mientras trabajaba en el trazado del ferrocarril del Pacífico en medio de lodazales, mosquitos y serpientes”¹.

En 1936, adscrito al Ministerio de Guerra, se creó el Instituto Geográfico Militar y Catastral Agustín Codazzi, que reemplazó a la Oficina de Longitudes.

Con la gran actividad constructiva de ferrocarriles, carreteras, puentes, redes eléctricas, acueductos y alcantarillados durante la década de los treinta, llegaron al país nuevas herramientas de trabajo y se generalizó el uso del acero en la construcción de puentes. También, se construyó la presa de La Regadera, cerca a Bogotá, que fue la más importante obra hidráulica del país.

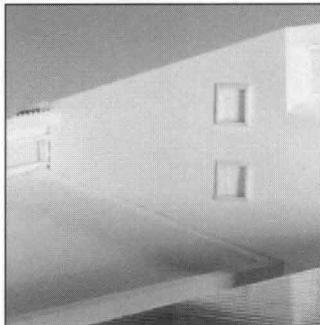
¹ Gabriel Poveda Ramos, *Ingeniería e historia de las técnicas*, pág. 121.

Al concluir la crisis económica, hacia 1933, se inicia un fuerte crecimiento industrial, especialmente en Medellín y Bogotá, que deja como innovaciones tecnológicas: el uso del motor eléctrico; la refrigeración industrial, y la producción de acero. Entre 1930 y 1940, los ingenieros aprendieron el manejo de múltiples técnicas operativas de procesos industriales. Tal fue el caso de la transferencia de calor, el manejo de sólidos, la destilación, la refrigeración, el trabajo de los metales, la electrotecnia de motores, el armado de estructuras metálicas, el diseño de cimentaciones, las estructuras en ferrocemento para edificios, el moldeo de metales a presión, las técnicas de vacío, el manejo de aire comprimido, el tratamiento de aguas, la combustión, las calderas, los voltajes medios, la hilatura y tejeduría, la cocción, el vapor de alta presión, los mecanismos hidráulicos, el manejo de instrumentos de medición, etc.

Por la Ley 68 del 7 de diciembre de 1935 se reforma la Universidad Nacional, se le otorga personería jurídica, se le concede un amplio margen de autonomía administrativa y académica, se le dio a los estudiantes representación en los órganos de gobierno y se abrieron las puertas a la mujer. La reforma de 1935 significó la apertura de la Universidad a nuevas corrientes del pensamiento y de la ciencia: marxismo, psicoanálisis, existencialismo.

Al proyecto de López Pumarejo de agrupar a las diferentes Facultades dispersas en el país, adhieren a la Universidad Nacional la Escuela de Minas y la Escuela de Agronomía de Medellín, y a partir de ese momento sus decanos son designados desde Bogotá.

Entre 1934 y 1946 la Universidad adquiere su propio campus, triplica el número de estudiantes (de 1.159



a 3.673) y aumentan considerablemente los aportes oficiales para ella.

El Departamento de Química de la Universidad Nacional fue organizado por el Acuerdo No. 11 de octubre 29 de 1936 del Consejo Directivo (hoy Consejo Superior), siendo su primer Director Especial el profesor español Antonio García Benús.

Por Acuerdo No. 26 de 1939 se autorizan los doctorados en Ciencias Químicas y en Ingeniería Química, condicionada la apertura de esta última a la existencia de las instalaciones de tipo semiindustrial necesarias, hoy llamada Planta Piloto.

Por Acuerdo 193 del 9 de diciembre de 1948 se creó la Carrera de Ingeniería Química y se reglamentó su plan de estudios de 5 años. En 1950, con la vinculación y colaboración del ingeniero polaco Broniewski, la Facultad organizó la carrera de acuerdo con las necesidades del sector productivo del país.

Posteriormente, con la Reforma Patiño en 1965, la Facultad de Química e Ingeniería Química se convirtió en el Departamento de Química y entró a formar parte de la nueva Facultad de Ciencias.

A solicitud de profesores y estudiantes, por Acuerdo 188 de agosto de 1965, se crea el Departamento de Ingeniería Química adscrito a la Facultad de Ingeniería.

En 1940 se funda el Instituto de Fomento Industrial. En 1941 aparece la Escuela de Técnicos de Bavaria, considerada por algunos como la primera Facultad de Ingeniería Química del país.

Siendo rector de la Universidad Nacional de Colombia el doctor Gerardo Molina y decano de la Facultad de Ingeniería de Bogotá, el ingeniero Belisario Ruiz Wilches, se crea la Facultad de Ingeniería de

Manizales. En la formulación de ese plan de estudios intervino el ingeniero Julio Carrizosa Valenzuela y en la consolidación y progreso de la Sede se han destacado Carlos Enrique Ruiz, un maestro que ha luchado por que la cultura y el humanismo sean dimensión permanente de la ciencia y la técnica, y Alfonso Carvajal Escobar, quien cambió el carácter cerrado y elitista de la Sede de Manizales, ampliando su cobertura, permitiendo el ingreso de estudiantes de escasos recursos y desde la decanatura y la cafetería aceptó las expresiones de una juventud que tenía el vigor heredado de los movimientos de mayo de 1968 y de las ideas del Che Guevara y de Camilo Torres Restrepo.

En 1958 se independizaron los estudios de matemáticas de la Facultad de Ingeniería y se creó la Facultad de Matemáticas, incorporada luego como Departamento a la Facultad de Ciencias.

Debido al crecimiento económico y la industrialización del país, la capacidad de generación eléctrica pasó de 350 megavatios en 1950 a 915 megavatios en 1960, construyéndose para esta época las principales hidroeléctricas.

Esto determina que por Acuerdo No. 60 del 22 de mayo de 1961 del Consejo Académico se creen las carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional, siendo decano el ingeniero Hernando Correal Correal. Este ilustre ingeniero moderniza la Facultad, introduce el proceso de sistematización y código para los estudiantes y la semestralización de las carreras, sistemas estos que luego serían adoptados por todas las Facultades. También estableció el cambio de 6 a 5 años en la carrera de Ingeniería Civil y la fijación de algunos estudios comunes para las carreras de Civil, Eléctrica y Mecánica. Quien preparó los pla-

nes de estudio de las dos nuevas carreras y fuera el primer director de Ingeniería Eléctrica fue el ingeniero alemán Martin Lutz. El ingeniero Diego López fue el primer director de Ingeniería Mecánica.

Los estudios de posgrado se iniciaron en la Facultad de Ingeniería en 1962 con cursos de adiestramiento en Ingeniería Sanitaria, y en 1966 se dio comienzo a los programas de posgrado en Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil, con especializaciones en Estructuras, Transporte, Recursos Hidráulicos, y Geotecnia Ambiental y Sanitaria.

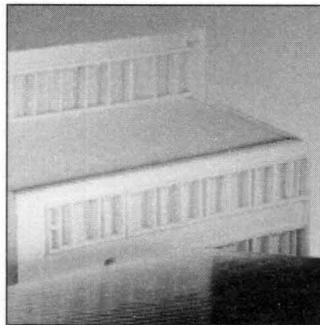
En 1963 se acentúa la política de apoyo a los estudios de profesores en el exterior.

En 1964 se inicia la llamada Reforma Patiño siendo

rector de la Universidad José Félix Patiño y vicerrector el ex decano de la Facultad de Ingeniería Enrique Vargas Ramírez. Esta reforma implicó una racionalización administrativa e importantes cambios académicos. Las Facultades se integraron con disciplinas varias y áreas afines: Ciencias, Artes, Ciencias Humanas, Ciencias

de la Salud, Ciencias Agropecuarias, Ingeniería y Derecho. Se crearon los organismos de Planeación, Control Interno, Organización y Métodos, Administración y Vicerrectoría. Se instalaron la Biblioteca Central, el Museo de Arte Moderno, el Auditorio y el Museo de Historia Natural. La administración Patiño permitió mejorar los servicios de Bienestar Estudiantil, aumentar los cupos de admisiones, el presupuesto de la Universidad y reducir la brecha entre la educación superior pública y privada.

La necesidad de introducir algunos conceptos de ingeniería aplicados al desarrollo de la agricultura, motivada especialmente por el surgimiento de algu-



nas tecnologías en países desarrollados, influyó para la creación, por Acuerdo 33 de 1969, de la Carrera de Ingeniería Agrícola en la Sede de Bogotá, como un programa conjunto de las Facultades de Agronomía e Ingeniería, administrado inicialmente por la Facultad de Agronomía. Sin embargo, al producirse el cierre académico de esta última, en 1973, la carrera se trasladó a la Facultad de Ingeniería.

Por Acuerdo No. 91 del 4 de agosto de 1978 se crea la Carrera de Ingeniería de Sistemas; así mismo, por Acuerdo No. 013 del 27 de agosto de 1997 la de Ingeniería Electrónica, y por Acuerdo 001 del 23 de febrero de 2000 la de Ingeniería Industrial. En 1997 se inicia el Doctorado en Ingeniería Química.

En 1980, mediante el Acuerdo 124, se formula el Estatuto General de la Universidad que diferencia e integra el sector académico y el sector administrativo, se asignan las funciones de los Departamentos y se crea la Dirección de las Carreras y la Dirección de los Programas de posgrado.

En 1984 surge en la Facultad de Ingeniería el posgrado de Materiales y Procesos de Manufactura, y en 1986 se establece el programa de Magíster en Ingeniería Química.

La concepción de la educación como un instrumento para el desarrollo impulsó la Reforma Académica de 1989, que se tradujo en cambios curriculares en la Facultad de Ingeniería.

Como la Constitución de 1991 garantizó la autonomía universitaria y el que las universidades puedan darse sus directivas y regirse por sus propios estatutos, esta normatividad provocó reformas en la educación superior, que se expresaron mediante la Ley 30 de 1992 y la Ley 1210 de 1993 o Estatuto orgánico de la Universidad Nacional. La ley 30 proyecta la educación como un servicio público y cultu-

ral, para quienes tengan las capacidades establecidas y cumplan con las exigencias académicas programadas. Se trazaron normas para la adecuación de la educación superior y la acreditación institucional por programas, que buscaban colocar el conocimiento al servicio del desarrollo de la sociedad dentro de un proceso de mercado globalizado.

Los programas curriculares de la Facultad de Ingeniería se transformaron tratando de darles un contenido social.

Pero, también, a partir de la Ley 30 de 1992 se han presentado fenómenos negativos de consideración:

En lugar de aumentar la población estudiantil en las universidades existentes, se crearon muchísimas instituciones nuevas de baja calidad académica, ninguna capacidad investigativa, con profesorado deficiente y alto costo de las matrículas.

Se acrecentó, dramáticamente, la debilidad de la educación superior pública en relación con la privada, pasando, en cuanto al número de estudiantes matriculados, de un 59% para la educación superior pública y un 41% para la educación superior privada en 1960, a un 34% para la educación superior pública y un 64% para la educación superior privada en 1999. Y, en relación con las instituciones, mientras que en 1960 las públicas eran 16 y las privadas 12, con porcentajes participativos del 55% y 45%, respectivamente, en 1999 había 88 públicas y 193 privadas, con una participación de 31% y 69%, respectivamente.

La evolución de la matrícula universitaria de pregrado muestra que desde 1960 hasta 1999, las universidades privadas han crecido a un ritmo del 481% y las oficiales del 146%, lo que expresa no sólo el tratamiento preferencial que desde 1960 se le ha dado a la educación superior privada, sino la crisis que afecta a la pública.

A partir de 1960 se redujeron los aportes del Estado a la educación superior pública y desde la década de los noventa, respondiendo a los requerimientos de privatización y globalización, decrecieron aún más. Actualmente la participación es del 31.6%, cuando en 1960 era del 59.4%.

El Estado, con el fin de compensar y justificar la reducción de su inversión en educación superior oficial, autorizó una mayor participación del sector privado en el desarrollo de programas de educación superior y se hicieron numerosas concesiones, especialmente a partir de la Ley 30, que ha desatado un proceso de creación de instituciones de educación superior carentes de calidad e igualmente una proliferación de programas sin respaldo académico.

También, y con mismo objetivo, el Estado ha recurrido a hacer de la demanda, que traslada la financiación educativa a los estudiantes, en lugar de las instituciones, a hacer que ellos escojan la universidad que mejor responda a sus intereses, lo que los conduce hacia aquellas instituciones privadas que expiden títulos prescindiendo de la excelencia académica y se orientan principalmente por el lucro.

En la medida en que el Estado ha disminuido su participación en la Universidad Nacional de un 92% en 1965 a un 67% en 1997, ésta ha aumentado las rentas propias, pasando de un 8% en 1965, a un 33% en 1997.

Como consecuencia de esta política de incremento de las rentas propias, las universidades públicas han ideado la fórmula de la autofinanciación, lo que ha generado, especialmente dentro de las actividades de extensión universitaria remunerada, una puja perversa por ingresar al mercado de prestación de servicios, afectando notoriamente la calidad de la academia y los propósitos y objetivos de la educación superior pública.

Igualmente, algunas universidades públicas han caído en el despropósito de montar programas fáciles que les generan buenos dividendos por concepto de matrículas y que también afectan sus niveles de calidad.

Actualmente, la Facultad, además de la capacitación académica y la extensión cultural, realiza importantes investigaciones: para mejorar la navegabilidad en los ríos colombianos y resolver problemas en muelles fluviales, control de erosión e inundaciones; sobre estabilidad de taludes, relacionada con las causas de fallas o colapso de puentes; de accidentalidad y planes pilotos en tránsito y transporte en ciudades colombianas; sobre la recuperación de zonas degradadas por la actividad extractiva de materiales de construcción y para solucionar la problemática de los asentamientos humanos que se ubican en ellas; investigaciones para determinar la toxicidad de afluentes industriales y la exploración de tecnologías para contrarrestar sus efectos nocivos; investigaciones sobre electrónica, mecatrónica, robótica, control industrial y redes de telecomunicaciones; en el área de energía, en sistemas de potencia y distribución, aislamiento y alta tensión, aislamiento y compatibilidad electromagnética; en el área de biomecánica, en redes neuronales y modelamiento y diseño de prótesis de rodilla de discapacitados; investigaciones sobre catálisis, reactores y bioreactores; sobre la síntesis de hidrogeles acrílicos para facilitar el almacenamiento de la humedad en zonas desérticas; para disminuir la contaminación ambiental y posibilitar la utilización de los subproductos del agro; para fortalecer la seguridad alimentaria, mejorando la productividad, la negociación y la calidad de vida de los agricultores, especialmente en el tema de poscosecha; sistemas de información geográfica para planificación rural y modelación de procesos dinámicos en cuencas hidrográficas y pla-

nificación de transporte urbano y rural; sobre cadenas productivas, gestión de la micro, pequeña y mediana empresa, e investigaciones para estimular la productividad y la competitividad.

Con la alta calidad de sus programas de pregrado y posgrado la Facultad está insertándose en el desarrollo científico y tecnológico que requiere el país, así como también propendiendo por que desde la academia se impulsen políticas que convoquen y estimulen la participación de todos los sectores en la superación de la miseria rural y urbana, la inequidad e injusticia social y en fabricar modelos de productividad y desarrollo que correspondan a nuestras propias características sociales, económicas y políticas. La Facultad, además, contribuye a la búsqueda de caminos de paz y de salidas reales a las causas de los conflictos bélicos que nos aquejan y desangran desde hace varios siglos.

La Facultad, que acaba de lograr la aprobación de la carrera de Mecatrónica, la que consolida una fuerte sinergia entre la ingeniería de precisión, la ingeniería de control automático y la ciencia computacional, se organiza y articula para aportar, aún más, a la búsqueda de alternativas y soluciones a los problemas de conservación y protección ambiental, recursos hídricos, de vías de comunicación terrestres y fluviales, transporte masivo, telecomunicaciones, robótica, electrónica, energía, automatización industrial, biomecánica, cadenas petroquímicas, oleoquímicas, competitividad, desarrollo tecnológico, biotecnología, pequeña y mediana industria, sustitución de cultivos ilícitos; vivienda, servicios públicos, escuelas, centros de salud, seguridad alimentaria, especialmente en cuanto atañe a los habitantes de los cinturones de pobreza de la ciudad y el campo. La Facultad retoma en estas proyecciones y actividades el camino de ingenieros como

Abelardo Ramos, que construyeron y forjaron desarrollo social y económico en los lugares más desprotegidos de nuestra territorialidad.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, que cree en el país y en sus alumnos y egresados, concita para que todos, fortalecidos por el legado positivo de nuestros mayores, hagamos un gran esfuerzo colectivo sin distingos de raza, condición social, económica o ideológica a fin de superar la crisis de viabilidad que padecemos y que nos impide crear un buen lugar para nacer y vivir con dignidad.

Finalmente, quiero agradecer a nuestros egresados, que han direccionado la concepción de la ingeniería en el país; a nuestros profesores, que contribuyen a la formación integral de los estudiantes, generando en ellos capacidad de análisis, valores éticos sociales y humanísticos; a nuestros empleados administrativos, que con su esfuerzo cotidiano también construyen universidad y país, y a nuestros estudiantes que son nuestra esperanza.

Gracias, muchas gracias a todos por su presencia.■