

(2009). Revista Digital Lámpsakos, Número 1.



**FACULTAD DE
INGENIERÍAS**

**FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA
LUIS AMIGÓ**

Número 1. Semestre I-2009

**MEDELLÍN - ANTIOQUIA
2009**

LÁMPARAS LA REVISTA DIGITAL

ISSN 2145-4086

Número 1. Semestre I-2009

Director

Luis Fernando Vargas Cano

Editor

Edgar Serna Montoya

Comité Editorial

Paula Andrea Tamayo Osorio

José Eucario Parra Castrillón

Traductor

Jairo Humberto Betancur Gómez

Diseño y Producción

Edgar Serna Montoya

Comité Evaluador

Debido a la variada temática de la revista,
se seleccionará para cada número

Derechos

Copyleft y Creative Common, Open Access

Se permite la copia y utilización del contenido.

Se solicita realizar la cita respectiva.

Distribución gratuita *online*

Los autores son responsables de sus aportes y
opiniones

CONTENIDO

4. CARTAS AL EDITOR

Espacio dedicado a la publicación de las cartas que llegan a la revista. En este número se publica el mensaje enviado por el decano de la facultad de Ingenierías de la FUNLAM.

5. EDITORIAL (En)

El editorial del presente número en lengua inglesa.

6. EDITORIAL (Es)

El editorial del presente número en lengua hispana.

7. ESTRATÓN DE LÁMPSAKOS

Es considerado el autor del primer artículo de ingeniería en la historia, titulado “Mecánica”. En honor a este investigador y científico se ha nombrado la revista de la Facultad de Ingenierías.

10. LA FACULTAD DE INGENIERÍAS

Con la aprobación del programa de Ingeniería de Sistemas en el año 2002, se dio vida a la Facultad de Ingenierías de la Fundación Universitaria Luis Amigó.

13. LA INGENIERÍA

La ingeniería es el desarrollo y aplicación del conocimiento científico y tecnológico para satisfacer las necesidades de la sociedad, dentro de los condicionantes físicos, económicos, humanos y culturales.

22. EL INGENIERO

Sin duda alguna, los más grandes ingenieros son aquellos que mejor han aprendido a hablar el idioma de la naturaleza.

35. LA INGENIERÍA EN COLOMBIA

Se reproduce este texto como la única fuente seria de consulta hallada acerca de la historia de la ingeniería en Colombia.

47. LEY 842 DE 2003

Por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones.

65. IEEE CODE OF ETHICS FOR ENGINEERS

Código de ética propuesto por la Accreditation Board for Engineering and Technology -ABET- y aceptado por el IEEE.

66. LA INGENIERÍA Y LA ÉTICA PROFESIONAL

Se reproduce este artículo del Ingeniero Carrillo, previa autorización vía mail, debido a su importancia para la revista y como temática de reflexión para nuestra profesión.

68. EL ELOGIO DE LA INGENIERÍA EN LA SOCIEDAD

Reproducción del texto publicado por el Ingeniero Horacio Reggini en el Boletín del Consejo Profesional de Ingeniería Civil de la Argentina en 2008.

71. HUMOR DE INGENIERÍA

En esta sección se reproducen algunos tópicos de humor colectados de la Internet.

76. NORMAS PARA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

CARTAS AL EDITOR

Bienvenida a la Revista.

Para la Fundación Universitaria Luis Amigó es un placer darle la bienvenida a la primera revista de la Facultad de Ingenierías. Como Decano de la misma, me siento muy orgulloso de entregar una publicación orientada a las temáticas disciplinares de la ingeniería.

En pleno siglo XXI, cuando los avances de la ciencia y tecnología llegan a millones de personas en todo el mundo, es necesario contar con publicaciones serias e intencionadas que, con rigurosidad y ética, aporten a la sociedad del conocimiento, ofreciendo acceso a fuentes de conocimiento reconocidas por su excelencia. En tal sentido, esperamos que la revista “Lámpsakos” aporte desde ahora en la perspectiva de trazar puentes de “conocimiento” para todos los lectores.

Agradecemos el tesón y el empeño puesto por el equipo humano que acompaña la publicación. Esperamos que en un plazo muy corto se convierta en acceso permanente a la cultura y la educación, preservando el conocimiento científico.

Por último, invitar a nuestros amables lectores para que se vinculen a la revista con artículos y escritos de su autoría, y con comentarios edificantes, para que creemos entre todos una comunidad cultural de relevancia.

Luis Fernando Vargas Cano
Decano Facultad de Ingenierías
Fundación Universitaria Luis Amigó

EDITORIAL

Welcome to the first edition of **LÁMPSAKOS** the electronic magazine of the Fundacion Universitaria Luis Amigó's Engineering Department, in which each semester it will be given to the readers articles related to the academic, research, applicative and innovative advances in the Engineering sector, with different topics about management and society aimed for creating innovative and successful applications.

We are convinced that it is with this multidisciplinary approach that the world transformation begins, and over time and current progress it will become more relevant.

It is about a strong affirmation of a will that wants it to live, precisely in this current period of time when we know the linearity and the proclamation of the uniformity of the futuristic visions, and about how reality, the repetitive uselessness of the alternative options of what already exists and the insistent imposition of a single scientifically correct thought are conceived.

The purpose of this magazine is to express the critical thinking that is based on a simple starting point, the critical and non-interest diffusion of the scientific advances, and its influence in the society development. Without this aim, it would not be able to begin this adventure, aim that should be reserved a central role.

It is not only about saying the willing of the people that are part of the work force of the Engineering Department, but to considerate the inputs of people who agree with this idea, that want to help and share their knowledge in each edition of the magazine.

This inaugural edition is aimed to make a compendium of the most representative information of the Engineering Department and to bring clear explanation of the mission we had set ourselves.

Welcome to this publication.

EDITORIAL

Bienvenidos a la primera edición de **LÁMPSAKOS** la revista digital de la Facultad de Ingenierías de la Fundación Universitaria Luis Amigó, en la que cada semestre se entregará a los lectores artículos que describan el avance académico, investigativo, aplicativo y de innovación en el campo de las ingenierías, con tópicos diversos de gestión y sociedad encaminados a la creación de soluciones innovadoras y exitosas.

Estamos convencidos que de este enfoque multidisciplinario es que parte la actual transformación del mundo, y que con el tiempo y el progreso actual adquirirá mayor relevancia.

Se trata de una poderosa afirmación de una voluntad que quiere que viva, precisamente en un momento como el actual en que conocemos la linealidad y la proclamación de la uniformidad de las visiones futuristas, y del cómo se concibe la realidad, la reiterada inutilidad de las opciones alternativas a lo existente y la insistente imposición de un pensamiento único científicamente correcto.

El origen de la idea de la revista se encuentra en la voluntad de expresar el pensamiento crítico que se asienta en un punto de partida simple, la difusión crítica y sin intereses de los adelantos científicos, y su influencia en el desarrollo de la sociedad. Sin este hecho de voluntad no se daría comienzo a esta aventura y, al mismo, hay que reservarle un papel central.

No se trata solamente de afirmar la voluntad de las personas que hacen parte del equipo de trabajo de la Facultad, también se valorarán los aportes de las personas que se identifiquen y compartan esta idea, que deseen aportar y compartir su conocimiento en cada número.

Esta edición inaugural la dedicamos a hacer un compendio de la información más representativa de la Facultad de Ingenierías, de la Ingeniería, de la normatividad y a brindar claridad acerca de la misión que nos hemos propuesto.

Sean todos bienvenidos a esta publicación.

ESTRATÓN DE LÁMPSAKOS

Στράτων Λάμψακηνός (Aprox. 340 AC - 268 AC)



Figura 1. La escuela peripatética (Grecia)

Es considerado el autor del primer artículo de ingeniería en la historia, titulado “Mecánica”. En ese texto se estudiaban conceptos básicos de la ingeniería como la teoría de la palanca, y contenía un diagrama que ilustraba un tren de tres engranes mostrados como círculos, lo que constituye la primera descripción conocida de engranajes. Es muy probable que éstos no tuvieran dientes, por lo que tuvo que ocurrir mucho deslizamiento antes de que se conociera la ventaja de los dientes y la manera de producirlos. A Estratón se atribuye además el libro IV de la meteorología de Aristóteles, la única obra conocida que trata de alquimia antes de los textos de la época alejandrina.

El físico, así llamado, sucedió a Teofrasto en la dirección del Liceo, academia fundada por Aristóteles en Atenas. Ya su predecesor había hecho alarde de extremo ingenio, separando completamente el reino vegetal del animal y, sobre todo, viendo que el fuego no era un elemento en sí mismo, sino que era la reacción de otros elementos que ardían; el fuego no podía existir sin lo que llamó un “sustrato”. Estratón fue más allá en los métodos y recurrió a la experimentación pura. Fue de hecho un defensor del mecanicismo en la naturaleza, negando la existencia de cualquier divinidad trascendental, algo verdaderamente revolucionario en aquellos tiempos.

Especialmente influyentes en la filosofía alejandrina fueron sus trabajos de medicina y física, aunque también se dedicó a la zoología y la fisiología. Estableció una concepción unitaria del mundo y de la materia, puso como propiedad común a todos los cuerpos la gravedad, explicó la tendencia del fuego y del aire, dio explicación a los

fenómenos de la propagación de la luz, del magnetismo y del calor, estableció el método experimental en las ciencias.

Su descubrimiento principal fue el de considerar al aire como un elemento material, tal como el agua o la tierra. Esto, que ahora nos parece evidente, no lo era tanto entonces: lo que no se podía observar no tenía por qué ser material. Pero Estratón rompió ese tabú. No solo afirmó que el aire estaba formado por partículas materiales, sino que lo demostró mediante la experimentación. Explicó esto de manera mucho más simple y sintética: *“el mundo es todo lo que existe y nada más que lo que existe; y todo lo que puede explicarse, tiene que explicarse por referencia a lo que hay en el mundo”*.

La Ciencia emerge como actividad profesional -independiente de la filosofía- a partir de él, gracias a su revolucionario método experimental.

Fue uno de los continuadores de la escuela peripatética, un círculo filosófico de la Grecia antigua que, básicamente, seguía las enseñanzas de Aristóteles su fundador; peripatético (περιπατητικός) es el nombre dado a sus seguidores. Aristóteles fundó la escuela peripatética alrededor del 335 A.C., cuando abrió su primera escuela filosófica en “el Liceo” de Atenas. El nombre de la escuela procede de la palabra griega “ambulante” o “itinerante”. Esto parece originarse, o bien de los portales cubiertos del Liceo conocidos como *peripatoi*, o bien de los enramados elevados bajo los que caminaba Aristóteles mientras leía. El más afamado miembro de la Escuela peripatética después de Aristóteles fue Estratón, quien

incrementó los elementos naturales de la filosofía de Aristóteles y abrazó una forma de ateísmo.

También fue director del museo y biblioteca de Alejandría, fundados por Tolomeo I y desarrollados por Tolomeo II Filadelfo, que reinó en la primera mitad del siglo III. Quienes llevaron adelante la labor efectiva en la biblioteca fueron Demetrio de Falero y Estratón de Lámpsacos. Demetrio, llamado de Atenas por Tolomeo I, fue fundamentalmente un orador al que Tolomeo I encargó formar y también dirigir la Biblioteca. Estratón fue llamado por Tolomeo I entre 300 y 294 A.C. para ser tutor de su hijo Tolomeo. Según Diógenes Laercio, Estratón fue conocido como el físico, *“porque más que ningún otro se dedicó al estudio cuidadoso de la naturaleza”*. Gracias a Estratón el Museo se orientó más bien hacia la ciencia que hacia la filosofía; enseñaba que la Naturaleza no necesita ni supone la existencia de una inteligencia, causa eficiente primitiva y ordenadora del mundo, sino que éste debe su origen, su gobierno, sus seres y sus transformaciones a fuerzas inherentes e inmanentes en la naturaleza. De aquí la negación lógica de un dios trascendente, y la consiguiente identificación de divinidad a la Naturaleza. En armonía con esta doctrina, apenas reconocía distinción real y efectiva entre el entendimiento y los sentidos.

Quedan de él los siguientes libros: tres Del reino; tres De la justicia; tres De lo bueno; tres De los dioses; tres Del gobierno; De las vidas; De la felicidad; De la filosofía; De la fortaleza; Del vacío; Del cielo; De la respiración; De la naturaleza humana; De la generación de los animales; Del concubito; Del sueño; De los sueños; De la vista; Del sentido; Del deleite; De los colores; De las enfermedades; De los juicios; De las fuerzas; De las máquinas metálicas; Del hambre; De la oscuridad; Del leve y grave; Del entusiasmo; Del tiempo; Del comer y aumento; De los animales dudosos; De los animales fabulosos; De las causas; Solución de ambigüedades; Proemios a los tópicos; Del accidente; De la definición; De lo más y menos; De lo injusto; De lo primero y postrero; Del primer género; Del propio; De lo venidero; Dos catálogos de inventos; Comentarios, aunque se duda de ellos; Cuatrocientas cincuenta cartas, cuya inscripción es: Estratón a Arsinoe, obrar bien; etc.

TESTAMENTO DE ESTRATÓN

“Esta es mi disposición testamentaria por si algo me aconteciese. Cuanto tengo en casa lo dejo a Lampirión y Arcesilao. Del dinero que tengo en Atenas curarán primero mis ejecutores de lo perteneciente a mi entierro y de lo que a él se sigue por ley, no haciendo nada de superfluo ni escaso. Ejecutores del testamento serán Olímpico, Aristides, Mnesígenes, Hipócrates, Epícrates, Górgulo, Diocles, Licón y Atenes. Dejo la escuela a Licón, por razón que los demás unos son viejos y otros están ocupados; todos los cuales harán bien ratificándolo y aprobándolo. Déjole también todos mis libros, excepto los que yo he compuesto; todos los vasos de cocina, los manteles y vasos de mesa.

Darán los ejecutores a Epícrates quinientas dracmas y uno de los muchachos, el que pareciere a Arcesilao. Lo primero que harán Lampirión y Arcesilao es dejar libre a Daípo de las obligaciones que contrajo por Ireo; y nada deberá ni a Lampirión ni a sus herederos, sino que quedará libre de toda obligación. Daránle también los ejecutores quinientas dracmas, uno de los muchachos, el que a Arcesilao pareciere, a fin de que habiéndome ayudado mucho en el trabajo y siéndome muy útil, tenga lo necesario para vivir y ser respetado. Dejo también libres a Diofanto, a Diocles y a Abo; pero devuelvo a Simias a poder de Arcesilao. Igualmente dejo libre a Dromón. Cuando haya venido Arcesilao, computará Ireo con Olímpico, Epícrates y demás ejecutores los gastos hechos en mi entierro y demás funerales. El resto del dinero lo entregará Arcesilao a Olímpico; pero sin que sea molestado sobre los plazos y tiempo. Quitará también Arcesilao las obligaciones que hizo Estratón a Olímpico y a Aminias, existentes en poder de Filócrates, hijo de Tisameno. En orden a mi monumento se ejecutará lo que pareciere bien a Arcesilao, Olímpico y Licón.” Esto es lo dispuesto en el testamento que anda suyo, como lo recogió Aristón Ceo (329 A.C.).

Fue Estratón, según se describe arriba, varón digno de ser admirado, versado en toda especie de ciencias, singularmente en la física, como la más antigua y más estudiada. Se dice que murió sin saber lo que le estaba sucediendo.

LÁMPSAKOS

(Λάμψακηός, Lampsacus, Lampsacos o Lampsacum)

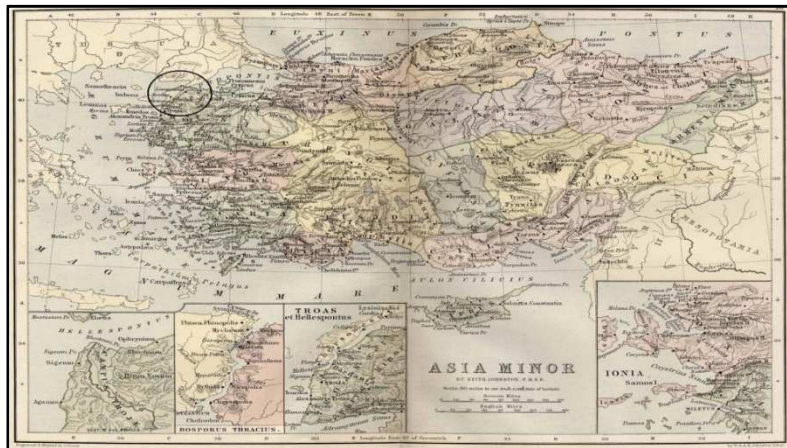


Figura 2. Mapa de Grecia, ubicación de Lámpsakos

Fue una de las principales ciudades griegas de Mysia a orillas del Helesponto. Se encontraba al nordeste de Abidos, ya cerca de la entrada a la Propóntide (actual Mar de Mármara). Fue fundada bajo el nombre de Pityusa o Pityussa y después recibió colonos jonios de Mileto y Focea. Estaba al otro lado de Gallípoli en el Quersoneso Tracio y tenía un puerto excelente. Su territorio producía un buen vino. Lámpsakos tenía una estatua de un león postrado, obra de Lisipo, pero fue trasladada por Agripa a Roma al campo de Marte.



Figura 3. Fresco del dios griego Priapo (Pompeya)

Lámpsakos fue el supuesto lugar de nacimiento de Priapo (Πρίαπος), un dios de la fertilidad en la mitología griega, representado con unos grandes genitales, que habría nacido allí de Artemisa.

Combatió contra Milcíades el Viejo que se había establecido en el Quersoneso Tracio y que atacó la ciudad, pero Milcíades fue hecho prisionero y sólo fue liberado por mediación del rey Creso de Lidia. Participó en la rebelión de Jonia, pero pronto fue recuperada por los persas.

Fue gobernada por un tirano local con apoyo de los persas, llamado Hipocles. Su hijo

Eántides se casó con Arquedice, hija de Pisistrato. Un intento de golpe de estado de Evagón, que quería ocupar la Acrópolis y proclamarse tirano se produjo por esta época.

Después de la batalla de Micala en 479 A.C., la ciudad se hizo aliada de Atenas, ingresando en la confederación de Delos, pagaba un tributo de 12 talentos (una gran cantidad en la época). En 413 A.C., después del fracaso de la expedición a Sicilia de los atenienses, se rebeló, pero como no tenía fortificaciones fue recuperada fácilmente por una flota ateniense dirigida por Estrombíquides (verano del 411 A.C.). Permaneció fiel a Atenas hasta que Lisandro la tomó en 405 A.C.

En el siglo siguiente, como las demás ciudades, pasó a soberanía persa pero conservando su gobierno. Recibió a los macedonios y perteneció al imperio de Alejandro Magno y sus diádocos.

Fue atacada por Antíoco III Megas en 196 A.C. y Lámpsakos se declaró partidaria de Roma, votó ofrecer una corona de oro a la República romana, a cambio de la cual fue aceptada como aliada. En tiempos de Estrabón aún era una ciudad importante. Fue el lugar de nacimiento de diversos poetas, escritores, científicos y filósofos como Carón de Lámpsakos el historiador, Anaxímenes el orador, Metrodoro de Lámpsakos discípulo de Epicuro, Estratón de Lámpsakos creador del método experimental en las ciencias, y otros.

LA FACULTAD DE INGENIERÍAS



Figura 1. Escudo de la Facultad de Ingenierías

Con la aprobación del programa de Ingeniería de Sistemas en el año 2002, se dio vida a la Facultad de Ingenierías de la Fundación Universitaria Luis Amigó

Una vez el ICFES, a través del CNA, comunicó la aprobación del Registro calificado para Ingeniería de Sistemas en la FUNLAM, se dio vida a la Facultad de Ingenierías por medio de acto administrativo emanado del Consejo Superior de la Institución. A partir de Noviembre de 2002, la nueva Facultad de Ingenierías empezó a funcionar y a gestionar el inicio de labores académicas para el primer nivel en el año 2003. A partir de este momento la Facultad empezó a generar dinámica de cambio en el ambiente de toda la Institución.

Las primeras acciones de la Facultad se encaminaron a establecer los contactos y a activar las bases de datos de personas que habían demostrado interés en ferias y eventos. Es así, como durante el mes de Noviembre y Diciembre del año 2002, se realizaron las primeras entrevistas para el programa de Ingeniería de Sistemas. Posteriormente se realizó una selección que a futuro, nos daría la primera cohorte de dicho programa y que se graduaron el segundo semestre de 2007.

En la actualidad la Facultad cuenta con los siguientes programas activos:

- **Pregrado en Ingeniería de Sistemas**
Presencial
Registro Calificado
Código SNIES 11846
Resolución No. 2293 del 03 de octubre de 2002.

Título que otorga: Doble titulación, Ingeniero de Sistemas y Tecnólogo en Sistemas.

- **Ciclo de Profesionalización para Tecnólogos en Sistemas**
Presencial
Título que otorga: Ingeniero de Sistemas.
- **Tecnología en Sistemas de Información**
Presencial
Registro Calificado
Código SNIES 11850
Título que otorga: Tecnólogo en Sistemas de Información.
- **Especialización en Gerencia de la Tecnología**
Presencial
Registro Calificado
Código SNIES 53168
Título que otorga: Especialista en gerencia de la Tecnología.

MISIÓN

En concordancia con la misión institucional, la Facultad forma personas, ciudadanos y profesionales en las áreas de ingeniería, tanto en pregrado como en posgrado, con orientación en valores amigonianos mediante la formación integral, y articulando la investigación y proyección social como ejes para generar conocimiento. Ingenieros idóneos, críticos, con alto sentido de compromiso y humanismo, comprometidos

con el desarrollo del país y capacitados para diseñar, implementar y gerenciar soluciones a los diversos problemas organizacionales y de desarrollo, utilizando eficientemente la tecnología.

VISIÓN

La Facultad de Ingenierías, como unidad académica y administrativa, será reconocida nacional e internacionalmente por la formación de ciudadanos y profesionales en las ciencias de la ingeniería y afines, con alto compromiso y competitividad, gestores de la difusión y el ejercicio profesional.

EL LOGO

Este logo fue ideado y diseñado por Jorge Mario Cadavid y Jairo Alonso Muriel, estudiantes de la Facultad de Ingenierías en 2007, con la colaboración de Jhon Arley Celis estudiante de gráfica digital del Instituto de Bellas Artes.

El logo nació de la necesidad de diferenciar la facultad de las demás existentes en la FUNLAM, por medio de un gráfico que representara las cualidades y habilidades de los ingenieros, además de la tecnología empleada y desarrollada por los mismos, al mismo tiempo que la integración humanística y filosófica de la Fundación Universitaria Luis Amigó.



El ojo

Representa sabiduría y conocimiento, base para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, que luego serán encaminadas al beneficio de la facultad, de la universidad y de la sociedad.

Todos los hombres desean por naturaleza mirar y saber lo que miran. Prueba de ello es el gozo que nos dan los sentidos, porque se goza en sí mismo con independencia de que nos sirva para algo, y sobre todo por el gozo de mirar; la razón es que la vista es entre todos los sentidos el que nos hace conocer más, es decir, nos permite asimilar más información que será procesada, analizada y finalmente aplicada mediante la ciencia, convirtiéndose así en tecnología.

También representa visión del futuro; en todo trabajo los ingenieros deben pensar y tener una visión de lo que va a acontecer, para así prevenir o corregir los errores. Finalmente, la precisión que debe tener toda ingeniería, en la que no hay margen para errores; todo es armonioso, perfecto y de

hecho existen situaciones en los cuales vidas humanas dependen de la precisión del trabajo del ingeniero.

El ojo se rota 90° respecto a su posición horizontal, porque en esta nueva posición da la impresión que fueran dos personas abrazándose, lo que personifica la comunidad de ingenieros de la FUNLAM; en la que, además de compañerismo y amistad, también se encarna la capacidad de los ingenieros para trabajar en equipo, es decir su sociabilidad, que es indispensable para cualquier trabajo, proyecto o investigación.

Desde el punto de vista humanístico, el ojo también simboliza la luz y la visión global del ser.



El ser humano

Esta es la figura abstracta de un ser humano, formada de un cuerpo y una cabeza en forma de espiral.

La espiral tiene dos puntos de vista: desde el saber es una sucesión de hechos en el tiempo y el espacio del hombre, los cuales son consecuentes y tienden a repetirse a través de la historia. Como la espiral no tiene fin, se tomó como la búsqueda infinita del conocimiento y la constante búsqueda de respuestas del hombre a través de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. Igualmente, si se toma desde el centro hacia fuera, representa el crecimiento progresivo que ha tenido la ciencia y la tecnología a lo largo del tiempo, este proceso es infinito como la espiral, y se origina con el uso de la razón por parte de los primeros hombres en la historia. Si la espiral se toma de afuera hacia adentro significa mente abierta, la que todo ingeniero debe tener, ya que las ingenierías son cosmopolitas en cuanto a conocimiento. El movimiento de la espiral en este caso es como el de un remolino que todo lo que alcanza lo arrastra hacia el centro, proceso que se repite en la mente del ingeniero, quien es capaz de asimilar todo tipo de conocimiento; así mismo, representa el constante crecimiento de la facultad y de la universidad.

Desde lo humanístico, la espiral significa crecimiento y proyección personal e infinita, una proyección basada en libertad, que permitirá la gestión de proyectos e investigaciones que colaboren para el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad. La espiral es el antecedente y hace

referencia dinámica al conocimiento humano, el cual se aplica a la circunstancia de la sociedad, representa la evolución y la trascendencia del hombre.

La espiral que representa la cabeza va unida al cuerpo, lo que indica integridad, equilibrio, apoyo y respeto por la diversidad de pensamiento y la personalidad de la familia de la facultad. Representa la contribución a la mejora de valores sociales, el aporte de los terciarios capuchinos en la persona de Fray Luis Amigó, como contribución a la formación en educación superior. Lucha, constancia, sacrificio y dedicación en la defensa de los valores de la persona, así mismo la construcción de un ser integral tanto en el saber como en el ser.



El marco

Hace notar que la facultad de ingenierías encierra y agrupa todas las características, habilidades, valores y actitudes antes descritas.

El azul simboliza la sabiduría, la serenidad y la fortaleza necesarias en la formación del hombre, y el naranja representa la vida y el dinamismo prácticos propios de una función cultural y educativa.

Ingenierías

Fundación Universitaria

L U I S

AMIGO

La leyenda

Se seleccionó un tipo de letra moderno, espontáneo, elegante y armonioso, que representa las características del ingeniero de la FUNLAM.

Se resalta la palabra Amigó por ser quien comenzó el sueño de formar una sociedad íntegra en las virtudes del ser y del saber, a través de una formación completa y armónica que hoy se refleja en el slogan de la FUNLAM: “La realización del ser humano, el compromiso que sabemos cumplir”.

Ω

LA INGENIERÍA

“La ingeniería es el desarrollo y aplicación del conocimiento científico y tecnológico para satisfacer las necesidades de la sociedad, dentro de los condicionantes físicos, económicos, humanos y culturales.”

MIT Engineering School

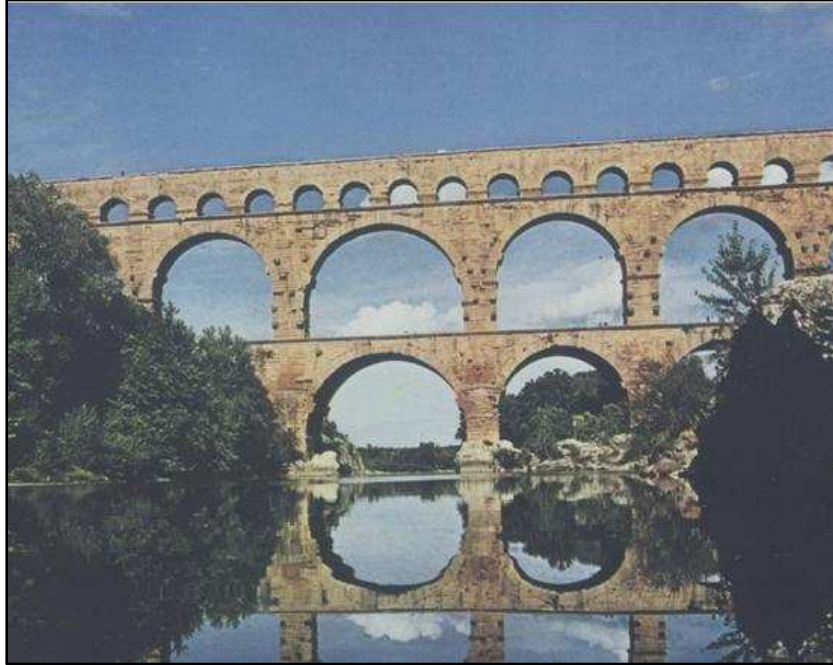


Figura 1. Pont du Gard, puente-acueducto romano en mampostería de piedra (Sur de Francia)

¿QUÉ ES LA INGENIERÍA?

Existe un sinfín de razones por las cuales la ingeniería despierta intereses en los jóvenes. Muchos estudiantes comienzan a estudiar ingeniería porque se sienten atraídos por los campos de la ciencia y las matemáticas; otros se interesan en las distintas ramas de la ingeniería motivados por la tecnología o por la curiosidad de saber cómo funcionan las cosas diariamente, o, visto desde una perspectiva entusiasta, cómo funcionan las cosas esporádicamente.

El estudio de la ingeniería es la plataforma mediante la cual puede mejorarse todo sistema. Uno de los objetivos fundamentales de un ingeniero, consiste en adaptar la tecnología para ofrecer soluciones que satisfagan necesidades humanas. Esto generalmente implica construir o diseñar un dispositivo que alcance una meta que anteriormente no pudo alcanzar, o que no fue finalizada tan rápida, exacta o con la seguridad que se deseaba.

La Ingeniería es la disciplina y profesión que aplica los conocimientos técnicos y científicos y utiliza las leyes naturales y los

recursos físicos, con el fin de diseñar e implementar materiales, estructuras, máquinas, dispositivos, sistemas y procesos para alcanzar un objetivo deseado, pero que cumpla con los criterios especificados.

La ingeniería es la aplicación de la ciencia en la conversión óptima de los recursos naturales para uso de la humanidad. Este campo del conocimiento ha sido definido por el Consejo de Ingenieros para el Desarrollo Profesional -Engineers Council for Professional Development (ECPD)-, de los Estados Unidos, como la aplicación creativa de los "principios científicos para diseñar o desarrollar estructuras, máquinas, aparatos o procesos de fabricación, utilizados por separado o en combinación, para la realización de diversas obras; para construir o explotar los recursos con plena conciencia de su diseño; para pronosticar su comportamiento en determinadas condiciones de funcionamiento, y demás aspectos como economía de funcionamiento y seguridad para las personas y la propiedad".

El término de ingeniería a veces es vagamente definido, especialmente en Gran

Bretaña, como la fabricación o el montaje de motores, máquinas-herramientas, máquinas y partes.

La ingeniería es un arte que requiere del juicio necesario para la adaptación del conocimiento a usos prácticos, de la imaginación para concebir soluciones originales a problemas concretos, y de la habilidad de predecir el desempeño y el costo de nuevos procesos. Cualquiera que sea el caso, es importante reconocer que la ingeniería es distinta de los temas fundamentales sobre ciencia y matemáticas. La amplia gama de disciplinas de la ingeniería abarca una serie de subdisciplinas más especializadas, cada una con una atención más específica sobre determinados campos de aplicación y áreas específicas de la tecnología.

Asociado a la ingeniería existe un gran cuerpo de conocimientos especiales, la preparación para la práctica profesional implica una amplia capacitación en la aplicación de ese conocimiento. Las normas para la práctica de la ingeniería se mantienen gracias a los esfuerzos de las sociedades profesionales, por lo general organizadas a nivel nacional o regional, con la responsabilidad, de cada uno de los miembros, de reconocer a los ciudadanos por encima de las responsabilidades con su empleador o de otros miembros de la sociedad.

CIENCIA VS INGENIERÍA

La función del científico es saber, mientras que la del ingeniero es hacer. El científico añade al proceso la verificación y sistematización del conocimiento del mundo físico, el ingeniero aplica ese conocimiento para solucionar los problemas prácticos. La ingeniería se basa principalmente en la física, la química, las matemáticas y demás extensiones como la ciencia de los materiales, los sólidos, la mecánica de fluidos, la termodinámica, la transferencia y tasa de procesos y análisis de sistemas.

A diferencia del científico, el ingeniero no es libre para elegir el problema que le interesa, debe resolver los problemas que vayan surgiendo y su solución debe satisfacer las necesidades en conflicto. Por lo general, la eficacia cuesta dinero, y al sumarle la seguridad y la complejidad para mejorar el rendimiento, se aumenta mucho más ese valor. La ingeniería debe presentar una solución óptima que, como resultado final y

teniendo en cuenta muchos factores, sea la más deseable. Puede ser la más fiable dentro de un determinado límite de costo, la más simple que satisfaga ciertos requisitos de seguridad o la más eficiente para un determinado costo. En muchos problemas de ingeniería los costos sociales son importantes.

Los ingenieros emplean dos tipos de recursos naturales: materiales y energía. Los materiales son útiles debido a sus propiedades: fuerza, facilidad de fabricación, ligereza, durabilidad, capacidad para aislar o conducir sus propiedades químicas, eléctricas o acústicas. Importantes fuentes de energía son los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas), el viento, la luz del sol, la caída de agua y la fisión nuclear. Dado que la mayoría de los recursos son limitados, el ingeniero debe proponerse a sí mismo el continuo desarrollo de nuevos recursos, así como la utilización eficiente de los existentes.

El ingeniero debe ser capaz de identificar y comprender las limitaciones (disponibilidad de recursos materiales, humanos, técnicos y económicos), así como los requisitos (utilidad, seguridad, costo, estética) aplicables al objeto o sistema que pretende diseñar y construir. A partir de ese conjunto de exigencias, y utilizando sus conocimientos de las ciencias físicas, químicas, matemáticas, económicas... además de su experiencia, el ingeniero propone soluciones adecuadas al problema planteado. En la mayoría de los casos la solución no será única, por lo que será necesario evaluar las diferentes opciones para escoger la óptima.

HISTORIA DE LA INGENIERÍA

El concepto de ingeniería ha existido desde tiempos remotos, y se ha concebido en invenciones fundamentales como la polea, la palanca y la rueda. Cada una de estas invenciones es coherente con la definición moderna de la ingeniería: la explotación de los principios básicos de mecánica para desarrollar herramientas útiles y objetos.

Las palabras *engine* e *ingenious* se derivan de la misma raíz latina: *ingenerare*, que significa "crear". El verbo Inglés *engine* significa "contribuir." Por lo tanto, las máquinas para la guerra como catapultas, puentes flotantes y torres de asalto, en su diseño, fueron contribución de ingenieros militares. La contrapartida de los militares fue el ingeniero civil, quien aplica

básicamente el mismo conocimiento y habilidades para el diseño de edificios, calles, suministro de agua, sistemas de alcantarillado y otros proyectos.

El término ingeniería en sí tiene una etimología mucho más reciente, se deriva de la palabra *engineer*, que a su vez se remonta a 1.325 cuando un *engine'er* (literalmente alguien que opera un motor), se refería originalmente a "un constructor de motores militares". En el contexto actual es obsoleta, "*engine*" se refiere a una máquina militar, es decir, un dispositivo mecánico utilizado en la guerra (por ejemplo, una catapulta). La palabra "*engine*" tiene un origen más antiguo, ya que en última instancia se derivan del latín *ingenium* (1.250), que significa "cualidad innata, especialmente desde el poder mental, por lo tanto, una invención inteligente".

No es por casualidad que las palabras "*ingenuity*" y "*engineering*" del Inglés, y del francés "*ingéniosité*" e "*ingénierie*", estén vinculadas a la misma raíz de la palabra latina "*engineer*", que significa "ser ingenioso", y que la palabra "*engine*" signifique "unidad ingeniosa y útil", ya que esa es la mejor manera de describir la función de un ingeniero en su quehacer profesional.

En tiempos prehistóricos el hombre tuvo que ser ingenioso para poder sobrevivir al hambre, los enemigos, el clima, y más tarde las dificultades de las distancias. Por lo tanto, siempre ha habido "ingenieros" en el entorno, muchos de los cuales estaban involucrados en actividades que no se asocian con la ingeniería de hoy, sino más bien con la caza, la agricultura, la pesca, la sobrevivencia, las herramientas, el transporte y muchas otras cosas.



Figura 2. Pirámide escalonada de Saqqarah

Luego, cuando el diseño de estructuras civiles tales como puentes y edificios, fue madurando como una disciplina técnica, el

término ingeniería civil entró en el léxico como una forma especializada de construcción de proyectos no militares, para distinguirlo de los que participan mayormente de la disciplina ingeniería militar.

El primer ingeniero conocido por su nombre y logros es Imhotep, constructor de la pirámide escalonada de Saqqarah en Egipto, probablemente en 2.550 A.C. Los sucesores de Imhotep -egipcios, persas, griegos y romanos- llevaron la ingeniería civil a grandes logros basados en métodos empíricos y ayudados por la aritmética, la geometría, y pequeños aportes de la física. El Faro de Alejandría, el Templo de Salomón, el Coliseo romano, los sistemas de vías persas y romanos, el acueducto Pont du Gard en Francia, y muchas otras estructuras de gran tamaño, algunas de las cuales se mantienen actualmente, son muestras de su habilidad, imaginación y audacia. De entre los muchos escritos hechos por ellos, sobrevive en particular uno para ofrecer una imagen de la enseñanza de la ingeniería y su práctica en tiempos clásicos: *Vitruvius' De architectura*, publicado en Roma en el siglo I D.C., un trabajo en 10 volúmenes que abarca desde los materiales de construcción, los métodos de construcción, la hidráulica, la medición, hasta la planificación urbanística.



Figura 3. Ingeniería civil griega

Alrededor del 3.000 A.C., el ritmo de desarrollo se aceleró. Luego de herramientas simples, se desarrollaron las cuñas, palancas y ruedas, el uso de animales para extraer y transportar cargas y de hornos para trabajar los metales, la excavación de canales de riego y la minería a cielo abierto. Geográficamente éstos y otros muchos acontecimientos, tuvieron lugar en y alrededor del Mediterráneo, en el Oriente Medio y en Asia Menor. Las pirámides se levantaron en el Valle del Nilo.

Los griegos -los inventores- realizaron importantes contribuciones en los 1.000 años transcurridos A.C. y D.C. Fabricaron el

tornillo, el trinquete, la rueda de agua y la aeolipile, más conocida como la gran turbina.

Los romanos -los innovadores y adaptadores- aportaron con la construcción de fortificaciones, carreteras, acueductos, sistemas de distribución de agua y edificios públicos a lo largo de los territorios y ciudades que controlaban. En el otro extremo del mundo, los chinos se acreditan la invención de la carretilla, el ventilador rotatorio, el timón que guía las balsas de bambú -más tarde de juncos. También comenzaron a fabricar papel de fibras vegetales y la pólvora.

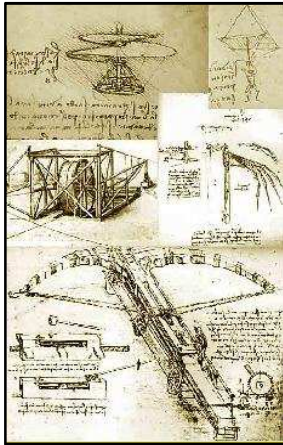


Figura 4. Ingeniería de Da Vinci

En la llamada “Edad Oscura” -aproximadamente del 500 al 1.500 D.C.- se continuó la fabricación de algunos aparatos considerados ingeniosos. Por ejemplo, el desarrollo del reloj mecánico y el arte de la impresión. Aparece la técnica de fundición de hierro pesado, que podría aplicarse para fabricar productos para la guerra, la religión y la industria -armas de fuego, campanas para iglesia y demás maquinaria. La Edad Oscura fue seguida por el Renacimiento en el siglo XVI, en la que el ingeniero, inventor y artista Leonardo Da Vinci, fue el dominador. Todo este período estuvo bajo la influencia de su lado ingeniero arquitecto, en la construcción de catedrales y otros grandes edificios, y el de ingeniero militar, en la construcción de castillos y otras fortificaciones.

En la construcción medieval, los ingenieros europeos llevaron la técnica en forma de arco gótico y arbotante, a una altura desconocida para los romanos. El cuaderno de bocetos del ingeniero francés Villard de Honnecourt, del siglo XIII, revela un amplio conocimiento de las matemáticas, la

geometría, las ciencias naturales, las físicas, y la redacción.

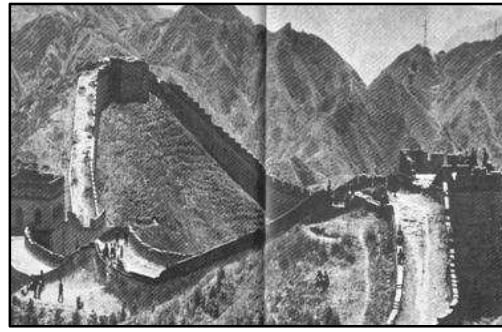


Figura 5. Ingeniería asiática

En Asia, la ingeniería tuvo un desarrollo muy similar, con técnicas más sofisticadas en construcción, hidráulica y metalurgia, lo cual contribuyó a la creación de civilizaciones avanzadas como el imperio mongol, cuyas grandes y bellas ciudades impresionaron a Marco Polo en el siglo XIII.

La Ingeniería civil surgió como una disciplina en el siglo XVIII, cuando las primeras escuelas profesionales de ingeniería fueron fundadas. Los Ingenieros civiles del siglo XIX realizaron construcciones de todo tipo: diseñaron abastecimientos de agua y sistemas de saneamiento, establecieron redes ferroviarias y de carretera, y planificaron ciudades. Inglaterra y Escocia fueron la cuna de la ingeniería mecánica, como una derivación de las invenciones del ingeniero escocés James Watt y los maquinistas textiles de la Revolución Industrial. El desarrollo de los británicos en la industria de máquinas herramientas impulsó el estudio de la ingeniería mecánica, tanto en el Reino Unido como en el extranjero.



Figura 6. La Revolución Industrial

Durante el siglo entre 1.750 y 1.850, la Revolución Industrial en Europa occidental dominó la evolución de la ingeniería. Fue significativa la influencia, entre otros, de:

- **Thomas Savery** (1.650-1.715). Ingeniero mecánico, nacido en Shilstone, provincia de Devon en Inglaterra. En 1.698 desarrolló y patentó un dispositivo para bombear agua fuera de las minas, mediante la presión de vapor de una habitación cerrada con agua. Cuando el vapor forzaba al agua a un nivel superior, el vapor se condensaba y se creaba un vacío que proporcionaba más agua desde el nivel inferior a través de una válvula. Luego se rellenaba la habitación cerrada para volver a repetir el proceso. Este dispositivo fue el primer motor de vapor práctico. Fabricó varios hasta que se unió con Newcomen para ayudarlo en el desarrollo de su más eficaz y práctico motor de vapor con pistón.
- **Thomas Newcomen** (1.663-1.729). Dartmouth Inglaterra. Como ferretero en su ciudad natal se encontró en inmejorable posición para evaluar el costo de la extracción del agua de las minas de la región de Cornualles, que por aquel entonces se realizaba gracias al trabajo mecánico de los caballos. Con la ayuda de su socio Calley trabajó durante años en el diseño de una máquina de bombeo impulsada por vapor que, a diferencia de la ideada por Savery, no estuviera limitada por la presión del mismo, sino que aprovechara como impulso el vacío creado por la condensación del vapor en el interior del cilindro del pistón. La primera máquina de Newcomen fue instalada en 1.712, y aunque su ratio de conversión de energía calorífica en mecánica era apenas del uno por ciento, no tuvo rival durante más de medio siglo.
- **James Watt** (1.736-1.819) Ingeniero mecánico escocés. Estudió en la Universidad de Glasgow y posteriormente en la de Londres, en la que sólo permaneció un año debido a un empeoramiento de su salud, ya quebradiza desde su infancia. A su regreso a Glasgow en 1.757, abrió una tienda en la universidad dedicada a la venta de instrumental matemático (reglas, escuadras, compases...) de su propia manufactura. En la universidad tuvo la oportunidad de entrar en contacto con muchos científicos y de entablar amistad con Joseph Black, el introductor del concepto de calor latente. En 1.773 observó que las máquinas de vapor Newcomen desaprovechaban gran cantidad de vapor y, en consecuencia, una alta proporción de calor latente de cambio de estado susceptible de ser transformado en trabajo mecánico. En 1.766 diseñó un modelo de condensador separado del cilindro, su primera y más importante invención, que permitió lograr un mayor aprovechamiento del vapor, y mejorar de este modo el rendimiento económico de la máquina. Esta mejora constituyó un factor determinante en el avance de la Revolución Industrial.
- **Richard Trevithick** (1.771-1.833), ingeniero mecánico e inventor británico y uno de los pioneros del ferrocarril. Nació en Illogan, cerca de Camborne-Redruth. En 1.796 exhibió modelos de máquinas de vapor de alta presión, que supusieron una mejora sobre las máquinas de baja presión desarrolladas por el inventor escocés James Watt. En la nochebuena de 1.801, Trevithick puso en funcionamiento el primer vehículo a vapor que transportó pasajeros. En 1.804 aplicó por primera vez el vapor en el remolque de cargas en una vía férrea, cuando su locomotora a vapor transportó 10 toneladas de hierro unos 15 km. desde Merthyr Tydfil hasta Abercynon, País de Gales. Su éxito condujo a la construcción de otras locomotoras de vapor sobre rieles. Muchos le consideran el inventor de la locomotora a vapor.
- **Joseph Whitworth** (1.803-1.887) Inventor inglés y empresario emprendedor. Whitworth nació en Stockport y desde muy joven desarrolló un interés por las máquinas de la época. Trabajó como mecánico en Manchester y luego en Londres. En el taller de Joseph Clement le ayudó con la fabricación de la calculadora de Charles Babbage. Volvió en 1.833 a Openshaw, Manchester, para comenzar su propio negocio de fabricación de tornos y otras máquinas herramientas, que eran renombradas para su alto estándar de calidad y precisión.
- **George Stephenson** (1.781-1.848) Ingeniero mecánico inglés que inventó la locomotora de vapor. Hijo de un mecánico que manejaba una bomba de vapor para achicar agua en una mina (Newcomen), se familiarizó desde muy joven con estas máquinas. Establecido por fin como mecánico jefe de la mina de Killingworth, se interesó por la aplicación de la máquina de vapor de Watt al arrastre de vagones sobre rieles. Creó la locomotora Blucher, que fue perfeccionando sucesivamente, hasta que en 1.821 convenció a los promotores del proyecto de ferrocarril de Stockton a Darlington para que éste fuera tirado por una locomotora de vapor y no por

caballos; así surgió la primera línea ferroviaria moderna, construida por Stephenson en 1.825. El éxito hizo que lo llamaran para construir la línea de Liverpool a Manchester, mucho más larga; en aquella ocasión, su Rocket ganó una carrera con otras locomotoras, que aspiraban a emplearse en la línea (1.829). Stephenson instaló en Newcastle una fábrica, de donde salieron las ocho locomotoras que funcionaron en este primer servicio regular de ferrocarril, y fue llamado para construir o asesorar en muchos otros ferrocarriles de los que se iban extendiendo por el mundo.

- **Isambard Kingdom Brunel (1.806-1.859)** Ingeniero británico. Es mayormente conocido por ser el creador de la línea de ferrocarril Great Western, una serie de famosos barcos de vapor, así como numerosos puentes de gran importancia en el Reino Unido. A pesar de que los proyectos de Brunel no fueron siempre exitosos, frecuentemente contenían soluciones innovadoras a los típicos problemas ingenieriles de la época. Durante su corta carrera, Brunel consiguió ser el primero en muchos logros de ingeniería, incluyendo la participación en la construcción del primer túnel bajo un río navegable, y el desarrollo del primer trasatlántico de acero propulsado mediante hélice. Este primer trasatlántico fue, en su momento, el barco más grande construido hasta la fecha.

El impacto y el potencial de las actividades realizadas por los ingenieros, y la necesidad de contar con escuelas e institutos específicamente dedicados a esta área del conocimiento, fueron reconocidos desde hace más de dos siglos. En la París de 1.795, Napoleón accedió a que se fundara L'École Polytechnique, la cual se convirtió en la primera escuela de ingeniería en el mundo. Tiempo después, en 1824, se fundó la primera escuela de ingeniería en Estados Unidos, The Rensselaer Polytechnic institute. Hasta finales del siglo XIX la ingeniería era sólo civil o militar, sin embargo, en 1.880 nació la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos, cuatro años más tarde se fundó la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Eléctricos y en 1.908 se creó el Instituto Estadounidense de Ingenieros Químicos. Tuvieron que pasar 40 años para que surgiera el último gran campo dentro de las ramas de la ingeniería, así fue como en 1.945 se fundó el Instituto Estadounidense de

Ingenieros Industriales. La formalización de las carreras de ingeniería, así como la creación de nuevas escuelas, centros de investigación, empresas y sociedades de ingeniería, también sirvieron de motor para continuar descubriendo aplicaciones de la ciencia y lograr mejoras para la humanidad.

El crecimiento de los conocimientos en la electricidad -a partir de la célula original de Alessandro Volta en 1.800, de los experimentos de Michael Faraday y otros, que culminaron en 1.872 con el desarrollo del dinamo Gramme y del motor eléctrico- culminó con el desarrollo de las ingenierías eléctrica y electrónica. En electrónica se convirtió en aspecto destacado la labor de los científicos James Clerk Maxwell de Gran Bretaña y Heinrich Hertz de Alemania, a fines del siglo XIX. Grandes avances que incluyeron el desarrollo del tubo de vacío de Lee De Forest en los Estados Unidos de principios del siglo XX y la invención del transistor a mediados del mismo siglo. A fines del siglo XX las ingenierías eléctrica y electrónica superaron a todas las demás en el mundo.

La Ingeniería química surgió en medio de la proliferación de los procesos industriales en el siglo XIX, que implicaban reacciones químicas en la metalurgia, alimentos, textiles, y en muchas otras áreas. Para 1.880 se había generalizado la utilización de productos químicos en la industria manufacturera, cuya función era la producción en masa de las sustancias químicas. El diseño y el funcionamiento de las plantas de esta industria se convirtieron en funciones del ingeniero químico.



Figura 7. Ingeniería Aeronáutica

Mientras que las principales ramas de la ingeniería se encuentran aún hoy en gran auge, los desarrollos modernos han dado lugar a nuevas y más sofisticadas disciplinas de ingeniería. La invención y comercialización de poderosos computadores desarrolló la ciencia de la computación y, eventualmente, la ingeniería del software.

Conceptos similares de desarrollo en ingeniería electrónica, hacen que más ingenieros piensen en desarrollo de teléfonos celulares y consolas de video juegos. Avances en mecánica introdujeron la Mecatrónica, la Nanoingeniería y otras.

Avances significativos en la investigación médica llevaron a la experimentación en biología y se creó la bioingeniería. Este campo se refiere a la ingeniería como parte de la vida, que lucha contra las enfermedades y mejora la salud, así como ve las cosas la ingeniería genética para crear mejoras en los alimentos y muchas otras cosas.

Hoy en día, la ingeniería es bien conocida y se encuentra muy establecida; es una profesión deseable, y muchos estudiantes optan por seguir una carrera profesional en ingeniería como una gran elección de progreso y de vida.

LA INGENIERÍA DEL SIGLO XX

La mayoría de los historiadores coincide en que el siglo XX fue el más productivo en toda la historia de la humanidad, en cuanto a la cantidad y el impacto de los descubrimientos. Los siguientes párrafos presentan lo que para algunos son los hallazgos más grandiosos de la ingeniería en el siglo XX, según la Academia Nacional de Ingeniería en Estados Unidos de América. No se pretende dar un orden jerárquico en cuanto a la importancia de los hallazgos, ni tampoco se plantean como los únicos de relevancia; más allá de lo anterior, se presentan al lector como producto del trabajo de muchos ingenieros para ilustrar, en parte, cómo la ingeniería ha transformado y cambiado al mundo entero:

- **Electrificación.** En el siglo XX una electrificación extendida brindó poder a nuestras ciudades, fábricas, granjas y a todos los hogares, lo que cambió para siempre nuestras vidas. Miles de ingenieros hicieron sus aportaciones para que eso sucediera, con trabajo innovador en fuentes de combustible, técnicas para la generación de potencia, y redes de distribución de transmisión eléctrica. Pasamos de los faroles a las supercomputadoras. La energía eléctrica hace nuestra vida más segura, más sana y más conveniente.
- **Automóvil.** El automóvil podría ser el más reciente símbolo de la libertad personal; es también el mayor medio de transporte para

personas y bienes en el mundo, y es una importante fuente de crecimiento económico y de estabilidad. El automóvil es un espectáculo del ingenio del siglo XX, el cual ha experimentado innumerables innovaciones en el diseño, en la producción y en la seguridad.

- **Aviones.** Hasta hace poco se podía viajar de Europa a América en cuatro horas, a bordo del Concorde, mientras que en 1.900 el mismo viaje tomaba de siete a 10 días en barco. El transporte aéreo moderno es responsable del rápido flujo de bienes y personas alrededor del mundo, lo que facilita nuestra interacción personal, cultural y comercial. La innovación de la ingeniería, desde los primeros trabajos de los hermanos Wright hasta los jets supersónicos, ha hecho posible todo esto.
- **Suministro y distribución del agua.** En la actualidad, el simple hecho de girar una llave nos proporciona agua limpia, un invaluable recurso. Los avances de la ingeniería para manejar este recurso, mediante tratamiento, suministro y sistemas de distribución, cambiaron profundamente la vida en el siglo XX, eliminando en gran medida las enfermedades en países en vías de desarrollo y proporcionando agua limpia y abundante para comunidades, cultivos y las industrias. Esta tarea lleva un importante camino recorrido, pero todavía dista de estar concluida, tal y como se expresa en las Naciones Unidas, donde se reconoce que el suministro de agua potable y alcantarillado en los países en vías de desarrollo, es una de las prioridades del siglo XXI (Cumbre Mundial de Johannesburgo, 2.002).
- **Electrónica.** La electrónica proporciona la base de un sinnúmero de innovaciones: reproductores de discos compactos, televisores y computadoras, válvulas electrónicas, transistores y circuitos integrados, por citar algunos productos. Los ingenieros han hecho la electrónica más pequeña, poderosa y eficiente, preparando el terreno para los productos que han mejorado la calidad y la conveniencia de la vida moderna.
- **Radio y televisión.** La radio y la televisión fueron grandes agentes del cambio social en el siglo XX; abrieron ventanas a otras vidas, a lugares remotos del mundo y a la construcción de la historia. Al pasar del

telégrafo alámbrico a los avanzados sistemas satelitales actuales, los ingenieros han desarrollado tecnologías notables que informan y entretienen a millones cada día.

- **Mecanización de la agricultura.** La maquinaria del campo: tractores, cultivadores, cosechadoras y centenares de otras herramientas, aumentó significativamente la eficiencia del campo y su productividad en el siglo XX. A principios del siglo, cuatro campesinos podían alimentar a cerca de 10 personas; al final, con la ayuda de las innovaciones en mecanización agrícola, un solo campesino puede alimentar a más de 100.
- **Computadoras.** La computadora es un símbolo que define a la tecnología del siglo XX, un instrumento que ha transformado negocios y vidas alrededor del mundo; incrementó la productividad y abrió las puertas a grandes cantidades de conocimiento. Las computadoras convirtieron el trabajo pesado en tareas sencillas, y brindaron nuevas capacidades a tareas complejas. La genialidad de la ingeniería en computación dio marcha a esta revolución, y continúa haciendo computadoras más rápidas, poderosas y económicas.
- **Teléfono.** El teléfono es un elemento fundamental de la vida moderna. Las conexiones casi instantáneas entre familias, amigos, negocios y naciones, permiten comunicaciones que mejoran nuestra vida, industrias y economías. Con notables innovaciones, los ingenieros nos han brindado desde alambres de cobre hasta la fibra óptica, desde centrales telefónicas hasta satélites, y desde líneas comunes hasta celulares e Internet.
- **Aire acondicionado y refrigeración.** El aire acondicionado y la refrigeración cambiaron la vida inmensamente en el siglo XX. Docenas de innovaciones de la ingeniería hicieron posible transportar y almacenar alimentos frescos, y adaptar cualquier ambiente a las necesidades humanas. Alguna vez costosos y caros, el aire acondicionado y la refrigeración son hoy necesidades comunes que aumentan en gran medida la calidad de nuestra vida.
- **Autopistas.** Las autopistas proporcionan una de las mayores ventajas de la vida moderna: la libertad de la movilidad personal. La historia de su construcción es una de las más notables del siglo XX. Miles de ingenieros diseñaron y construyeron los caminos, puentes y túneles que conectan nuestras comunidades, permiten que los bienes y servicios alcancen áreas remotas, alienten el crecimiento y faciliten el comercio.
- **Naves espaciales.** Desde pruebas tempranas de cohetes hasta sofisticados satélites, la experiencia humana en el espacio es quizás la proeza que más asombra a la humanidad del siglo XX. El desarrollo de naves espaciales ha estremecido al mundo, ha ampliado nuestra base de conocimiento y ha mejorado nuestras capacidades. La investigación en programas espaciales ha beneficiado también a la humanidad, ya que miles de productos útiles y servicios han resultado del programa de investigaciones espaciales, inclusive dispositivos médicos, mejores pronósticos del estado del tiempo y en comunicaciones inalámbricas.
- **Internet.** Inicialmente fue instrumento para enlazar a los centros de cómputo en institutos de investigación avanzada. Hoy día la Internet es un instrumento esencial del cambio social, un vehículo que promueve mayores innovaciones de la ingeniería, un agente de cambio en la práctica empresarial, los objetivos educativos y las comunicaciones personales. Proporcionando el acceso global a las noticias, al comercio y a grandes fuentes de información, la Internet nos une y agrega conveniencia y eficiencia a nuestras vidas.
- **Procesamiento de imágenes.** Al pasar de la observación de los diminutos átomos a la de galaxias lejanas, el siglo XX se llena de imágenes obtenidas gracias a las tecnologías. Estas imágenes han ensanchado el alcance de nuestra visión: visualizar el interior del cuerpo humano, trazar los fondos del océano, rastrear las pautas de tiempo, todo esto es resultado de los avances del procesamiento de imágenes. Paralelamente con la computadora, el procesamiento de imágenes nos da vistas nuevas e increíbles, dentro y más allá del cuerpo y el ambiente humanos.
- **Aparatos domésticos.** Los aparatos domésticos cambiaron por completo el estilo de vida del siglo XX, eliminando gran parte del trabajo que significan las tareas cotidianas. La innovación generada por la ingeniería produjo una gran variedad de

dispositivos, incluyendo extensiones eléctricas, aspiradoras, lavadoras, lavaplatos y secadoras. Estos y otros productos nos dan más tiempo libre, permiten a más personas trabajar fuera del hogar y contribuyen apreciablemente a nuestra economía.

- **Tecnologías para la salud.** Los avances en la tecnología médica en el siglo XX han sido asombrosos. Armados con sólo unos pocos instrumentos en 1.900, los profesionales médicos ahora disponen de un arsenal de equipos para el diagnóstico y tratamiento clínicos. Los órganos artificiales, las prótesis reemplazables, las tecnologías en procesamiento de imágenes y los biomateriales, son sólo algunos de los proyectos que mejoran la calidad de vida a millones de personas.
- **Tecnologías del petróleo y petroquímicas.** El petróleo ha sido un componente fundamental en la vida del siglo XX al proporcionar el combustible para los automóviles, para los hogares y para las industrias. También son de suma importancia los derivados petroquímicos que se utilizan en la fabricación de productos tan diversos como la aspirina y las cremalleras. Todo el proceso comenzó al iniciar los avances en la exploración del petróleo y su procesamiento; los productos derivados del petróleo han tenido un enorme impacto en las economías del mundo, en las personas y en la política.
- **Láser y fibras ópticas.** Los pulsos de luz provenientes de un láser se utilizan en instrumentos industriales, en dispositivos quirúrgicos, en los satélites y en otros productos. En comunicaciones, fibras de

vidrio sumamente puras, estos pulsos lumínicos ahora proporcionan la infraestructura para llevar información vía luz láser, un logro técnico revolucionario. Actualmente, un solo cable de fibra óptica puede transmitir decenas de millones de llamadas telefónicas, archivos de datos e imágenes de video.

- **Tecnologías nucleares.** La utilización del átomo cambió la naturaleza de la guerra para siempre y asombró al mundo con su impresionante poder. Las Tecnologías nucleares también nos dieron una nueva fuente para la generación de energía eléctrica, y capacidades nuevas en la investigación médica y el procesamiento de imágenes. Aunque polémicos, los logros de la ingeniería relacionados con la tecnología nuclear deben considerarse entre los más importantes del siglo XX.
- **Materiales de alto rendimiento.** Desde los bloques de construcción de hierro y acero, hasta los últimos avances en polímeros, cerámica y compuestos, el siglo XX ha visto una revolución en el rubro de los materiales. Los ingenieros los han hecho a la medida y han aumentado las propiedades de los materiales para permitir su uso en miles de aplicaciones. En aviones, en dispositivos médicos, en computadoras y en otros productos, los materiales de alto rendimiento tienen un gran impacto en la calidad de nuestra vida.

Imágenes:
Diccionario Británico de ingeniería
Academia Canadiense de Ingeniería

Ω

EL INGENIERO



Figura 1. Mafalda de Quino

No ha habido un punto de vista más falso que aquel que visualiza a los ingenieros llegando inevitablemente a una solución única de sus problemas por medio de las matemáticas o de procedimientos de laboratorio... La ingeniería no es ciencia matemática, aunque sí aprovecha muchos de los procedimientos matemáticos. Casi en todas partes y en todos los tiempos los ingenieros han tenido una característica que los identifica: quieren anotar algunos datos, hacer una gráfica, dibujar un plano. Los ingenieros registran muchos datos, pero lo hacen como una guía para sus razonamientos, no como una respuesta a sus problemas.

Hardy Cross (1885 - 1959)
Ingenieros y las torres de marfil

Ingeniero. De ingenio, máquina o artificio.
m. y f. Persona que profesa la ingeniería o alguna de sus ramas.

Morfología. Úsese también la forma en masculino para designar el femenino. *Silvia es ingeniero.*

¿QUÉ ES UN INGENIERO?

“Me han pedidos los delegados al Congreso de Carreteras que hable, y lo hago cordialmente y espero que después de esta reunión de camaradería los ingenieros americanos se olviden definitivamente de las fronteras que los separan. Por lo demás, las fronteras no son otra cosa que líneas de cruces que dividen los colores de los mapas. Nadie, que yo sepa, ha visto al natural ni un paralelo ni un meridiano, ni la línea que separa, por ejemplo a República de Argentina de Chile. Nosotros pues, ni argentinos ni chilenos, ni peruanos ni americanos; somos únicamente ingenieros.

Hasta aquí el razonamiento es perfecto, pero, ¿qué es un ingeniero?

Algunos dicen que un ingeniero es el que aprovecha los recursos de la naturaleza en beneficio de la humanidad. Esta definición es muy satisfactoria pero ha dejado de ser exacta desde el momento que muchos ingenieros han pasado a ser empleados del Gobierno, y en lugar de aprovechar los

recursos de la naturaleza, aprovechan los recursos del presupuesto nacional.

Se afirma también que ingeniero deriva de ingenio, pero esto parece demasiado ingenioso para ser cierto.

Muchos sostienen que un ingeniero es un técnico que, para dividir 4 por 2 emplea la regla de cálculo y obtiene 2,1 ó 1.9.

Yo por mi parte afirmaré que ingeniero es un hombre que estudia seis años para ser ingeniero y que al fin comienza a serlo cuando se olvidó de todo lo que estudió.

De todo lo dicho se desprende que no es sencillo definir específicamente a un ingeniero, pero es evidente que en todo caso, el ingeniero se distingue claramente de otras profesiones. Así por ejemplo:

- El abogado enreda
- El contador complica
- El médico mata
- El ingeniero construye

Pero si bien es cierto que construye, también es cierto que los costos de la construcción crecen con el cuadrado de los tiempos; así, lo que en el anteproyecto cuesta 2, en el proyecto cuesta 4, en el contrato 16 y en la liquidación 256. Esto, por lo demás no tiene nada de particular. Todos sabemos que la naturaleza sigue leyes inmutables y de

acuerdo con ellas, los costos tienden a subir, por la misma razón de que las manzanas tienden a caer, los rendimientos a bajar, las izquierdas a ascender, los empleados a jubilar y las mujeres a engordar.

Sociológicamente además, el ingeniero se distingue por una especie de concepción físico-matemática de los problemas de la vida. Si se trata por caso el amor; un ingeniero no comprendería la concepción materialista de Casanova ni la profundidad de Etendhal: un ingeniero buscaría primero una causa física del amor, lo que terminaría relacionándola con la ley de Newton, la cual daría la interpretación de que: “La materia atrae a la materia”, especialmente cuando se trata de sexos opuestos.

Explicada de este modo la causa del amor, la mentalidad del ingeniero lo llevará a intentar una medición de la intensidad del amor. Así fue que un colega mío estableció la fórmula del amor según la cual: $\text{Amor} = (T1 - T2) / d$
Siendo:

T1: la edad de él (seg.)

T2: la edad de ella (seg.)

d: la distancia entre él y ella (cm)

Interpretando la ecuación, se deduce por ejemplo: Si T2 es mayor que T1, (la edad de ella mayor que la edad de él) el amor resulta negativo. Según donde ubiquemos los ejes de

referencia podemos considerar la distancia negativa y en ese caso el amor sería positivo en el caso que T2 sea mayor que T1. De la misma manera se deduce que a medida que la distancia disminuye, aumenta el amor y cuando la distancia se hace cero, el amor tiende infinito.

Si a estas expresiones les damos dimensiones, tenemos que el amor es igual a un cierto tiempo sobre una distancia, lo que en el sistema C.G.S. puede expresarse como segundos sobre centímetros, y he aquí como vemos que el amor se puede expresar como la inversa de la velocidad, en seg/cm.

Las definiciones y estudios psicológicos anteriores se refieren a ingeniero como unidad. Considerando los ingenieros en conjunto, en nada se diferencian de los demás hombres, y como la mayoría comienzan solteros e izquierdistas y terminan casados y derechistas. En la vida doméstica, nada pueden contra las improvisaciones verbales de su compañera, y es por eso que, acostumbrados al silencio en el hogar, se ven obligados a organizar Congresos Internacionales para tener la oportunidad de poder expresarse.”

Fuente: www.lagazeta.com.ar (Discurso pronunciado en un Congreso internacional de Ingeniería. Sin más datos)



Figura 2. Mafalda de Quino

PARA USO DEL HOMBRE DE LOS DONES DIVINOS

CONCEPTOS DEL ARTE DE LA INGENIERÍA

“Todos los días de la tierra, el tiempo de la siembra y el de la cosecha; el frío y el calor, verano e invierno, noche y día, jamás cesaran.”

“La necesidad constante e insistente que experimentan los ingenieros de cualquier migaja de hecho o de realidad, a partir de la cual puedan predecir fenómenos naturales,

tiende a fomentarles hambre por cualquier cosa que siquiera parezca como tales. Lo que, a su vez, puede llevar a una actitud voraz y glotona, que se atraganta cualquier aseveración u opinión, ilustración o fórmula, sin discernimiento y en forma incesante. El resultado es, a menudo, la autointoxicación intelectual de “trozos y pedazos” de material

que no ha sido seleccionado ni digerido, y que no es asimilable.

En vez de lo anterior, los ingenieros necesitan seleccionar a su dieta mental con cuidado, y cuando vayan a pescar hechos, querrán un plato de pescado y no una ensalada. Sus excursiones de pesca son frecuentemente largas y arduas, y es importante que lleven consigo los equipos más simples y útiles; en estas jornadas mentales, deben evitarse los juguetes complicados, no importan que tan hermosos sean. Las definiciones de los términos son como los nombres de las poblaciones a lo largo del camino; las relaciones matemáticas forman una resistente canoa para transportarlos, y el deseo de conocer hechos de carácter ingenieril es lo que los lleva adelante.

Por fin encuentran su país, una tierra de lagos y ríos repleta de peces -hechos y realidades relativos a la naturaleza que hacen resaltar una incesante corriente de fenómenos naturales-; todo género de hechos, algunos útiles y otros inútiles. Y los ingenieros abren su red y capturan estos peces al mismo tiempo que seleccionan lo que quieren y lo usan. Todavía después, platican sobre ello como lo hacen todos los pescadores.

La red que captura los peces mentales está formada por preguntas relativas al sujeto que se estudia. Por tanto, los individuos entrenados en recopilar información comienzan primeramente por seleccionar preguntas inteligentes más bien que por obtener datos. En efecto, el conocimiento de una persona sobre una materia puede medirse mejor por las preguntas que hace que por las respuestas que da; no puede hallarse una identificación más segura de la ignorancia que la afirmación del conocimiento absoluto. Cuando se inicia el estudio de una materia, se hacen pocas preguntas; el trenzado de la red es muy abierto, y los hechos importantes se escapan sin que se note. Si el estudiante en verdad está despierto, cada nuevo hecho que se descubre trae nuevas preguntas y, si se revisan los datos, se perciben nuevas realidades que quedan retenidas por la finura de la red; al principio no está muy bien tejida, ni sujeta con firmeza, y en esta etapa

no siempre lo mejor es obtener muchos datos, porque la red no puede soportar un gran número de peces aún cuando los atrape; pero si sus hilos se hacen más fuertes, las preguntas llegan a ser más precisas y mejor definidas a medida que progresa el estudio, y finalmente podrá detener todas las pequeñas realidades sosteniéndolas de las escamas. Entonces, todas las truchas y los percas y los bagres quedarán colgados de diferentes hilos para que, a la larga, vayan a la sartén del proyecto. Si se impide que se pudra la red dejándola ocasionalmente al sol, estará lista para usarse otra vez en una nueva oportunidad.

Claro está que hay más formas de obtener un plato de pescado. Una de ellas consiste en dinamitar el estanque, lo cual es enredoso y arruina la técnica de la pesca. O bien, pueden comprarse varias barricas de diversos pescados con objeto de saborearlos y escoger el que guste más. La dificultad de este procedimiento consiste en que es posible que los hechos se contaminen si se obtienen de una persona irresponsable. O también, puede usted acudir a un restaurante; pero esta es una discusión de lo que debe ser un ingeniero, no de cómo usar los manuales. (Cross habla aquí en tono sarcástico de los manuales de ingeniería que, pretendiendo abarcar la enseñanza en su aspecto más general forman, si acaso, aprendices de todo y oficiales de nada.)

Para abandonar esta metáfora, las últimas tres maneras de obtener el plato de pescado corresponden, en orden inversa, a tres tendencias humanas definidas en nuestra mente, todas ellas basadas en el mismo motivo. Pueden conducir a enfermedades mentales -como lo hacen con frecuencia-, cuyas patologías son distintivas y muy importantes. Muchas personas se tomarán grandes molestias, se esforzarán y soportarán inconveniencias para evitar la suprema agonía de la reflexión concentrada; y sin embargo, saben que al final ninguna dificultad, esfuerzo o inconveniencia puede suprimir la necesidad que se tiene de reflexionar.

Quizá el mayor de los males que aquejan a la humanidad no sea el uso desmedido y anárquico de las drogas, ni la perversión de valores, ni siquiera las constantes e

inacabables guerras, si no la pereza mental. El hombre profano, dotado de inteligencia con un poder creador ilimitado, acepta que le digan lo que debe hacer y creer, que debe comprar, como debe vivir. Más aún, no solo lo acepta, si no que se siente incómodo cuando no lo guían como a menor de edad o aún como enajenado. Su cerebro, órgano que por esencia que lo distingue del animal, es empleado no para explorar el universo, controlarlo y mejorarlo, sino para obedecer ciegamente los dictados de la clase dominante. Y teniendo libertad, voluntad y entendimiento, renuncia a la libertad, doblega su voluntad y pervierte su entendimiento, con tal de no hacer trabajar a su capacidad esa maravilla de la creación: el cerebro humano.

Y así, del temor al ejercicio mental, quedan expuestos a los males de la formulitis, traduccionitis y experimentalitis. La formulitis aparece a cualquier edad, en todos los climas y en cualquier rama del conocimiento. Intenta reducir los casos a fórmulas, causando que aquellos que padecen esta enfermedad se feliciten a sí mismos de haber terminado con ese grupo de casos y que ya no necesiten preocuparse más por ellos. Todo el mundo trata de tener algunas reglas generales para guiarse, y para evitarse la necesidad de reflexionar sobre las cosas cada vez desde el principio. Es muy común disponer de una receta que nos diga qué debemos hacer, cuándo hacerlo y en qué forma. No es una falla especial de los ingenieros; es una condición humana, de hoy, de ayer, de siempre. Por medio del empleo de las fórmulas las personas esperan obtener resultados óptimos en el menor tiempo posible, con el mínimo esfuerzo y especialmente, la mínima responsabilidad. Si la fórmula está equivocada no es su culpa; si no la entienden de manera correcta es porque no está emitida con suficiente precisión.

Y a medida que se argumenta todo esto, los diablos farfullan y los ángeles lloran. En la vida real, las recetas no funcionan muy bien. Hay muchas de esas reglas en los sabios refranes de la gente, en los epigramas amados por el pobre Ricardo, en los consejos que ese querido y aburrido Polonius daba a Laertes; la primera parte del siglo veinte estuvo plagada de ellos.

Las fórmulas deben aplicarse cuando son aplicables y útiles para el trabajo, eso es todo. Un ingeniero afirma que fue ascendido en su trabajo porque le dijo al ingeniero en jefe que él (el jefe) no sabía lo que estaba haciendo, y otro individuo indica que estableció una marca en su oficina reconociendo que él (el individuo) no sabía lo que estaba haciendo; ninguno de estos métodos se recomienda como una fórmula de aplicación universal.

De hecho, no hay una receta universal para el éxito porque usted es usted y la otra persona es un animal totalmente diferente. Lo que constituye el éxito para un hombre es un logro relativamente trivial para otro. Aquello que parece un triunfo a los seis años de edad no constituye un resultado feliz a los sesenta; no todos los hombres de cuarenta años desean que hubiesen sido bomberos, o policías, aún cuando muchos todavía alimentan una ambición secreta ocasional de abandonar sus profesiones y convertirse en un Daniel Boone.

Si la gente sabe con precisión lo que quiere, es probable que pueda obtenerlo; pero tendrán que pagar por ello. Sacrificarán la paz, la comodidad, la felicidad, el honor, los amigos, o la libertad. La dificultad consiste en que la mayor parte de la gente no quiere pagar el precio; desean conservar su torta y además comérsela. Piensan que el vecino de al lado guardó su torta y también se la comió. No puede hacerse; siempre hay que pagar. La formulitis, aunque extremadamente común y a veces epidémica, rara vez es incurable en los ingenieros; el tratamiento que se recomienda es un ejercicio mental vigoroso en el aire fresco de los fenómenos naturales.

La traduccionitis es importada. Consiste en exagerar el valor, la importancia y la credulidad de los hechos porque provienen de una distancia considerable y porque se tradujeron al idioma propio con algún esfuerzo. Es evidente que los resultados relativos a cualquier investigación debieran estar en las publicaciones de todos los países y a la mano de los laboratorios; no siempre es posible, pero sí es deseable.

Debemos distinguir dos tendencias diametralmente opuestas: la primera consiste en alabar, respetar y reconocer todo lo que viene de fuera, y despreciar, dejar de valorar y desvirtuar todo lo hecho en casa; la segunda tendencia es todo lo contrario, basándose en que no hay nada nuevo bajo el sol, se pretende que cualquier trabajo, descubrimiento o invención que proviene de fuera ya se conocía. Ninguno de los dos caminos es recomendable; quien discierne debe reconocer el merito de los trabajos originales, y no es recomendable que desprecie lo realizado en el país por la sola razón de que lo tiene a su alcance y de que conoce a su autor.

No obstante, como una regla aplicada en forma inconsciente, muchos pretenden medir el valor de la información por la distancia de donde viene, y el esfuerzo dedicado a la traducción, como si la ingeniería tuviera alguna similitud con los sellos de correo o con las orquídeas tropicales. En cierta ocasión un prominente ingeniero intentó investigar el fundamento de una regla importante que estaba en desacuerdo con la práctica usual; solamente logró averiguar que uno de los miembros del comité había visto la aseveración en determinado libro extranjero el cual indicaba que las pruebas respaldaban la regla, pero el comité nunca pudo encontrar esas pruebas.

Una vez tuve necesidad de investigar el fundamento de una especificación de proyecto de puentes que exigía que si la carga muerta era favorable, únicamente se tomase en cuenta el 70% de esa carga en el análisis; se escribió el presidente del comité de especificaciones y su respuesta fue que esa disposición había quedado sin discutir por espacio de treinta años, y estaba basada en el hecho de que en un tiempo era común proyectar puentes con pisos de concreto y que en la práctica se construían de madera. Como consecuencia de nuestra investigación, en la siguiente edición de las especificaciones se modificó el requisito anterior señalando en su lugar que se tomase la carga mínima real que obraría en la estructura si esa carga era favorable.

Quizá acabamos, el caso que acabamos de citar se complique por la experimentalidad. Los expertos nos ayudan mucho, pero unos cuantos, o aún varios de ellos, nos dicen un

poco. No hay una rama del estudio que requiera un entrenamiento más cuidadoso y una mente más alerta que la correspondiente a planear e interpretar los experimentos. El camino más corto para obtener un guisado de pescado (hechos de ingeniería) carece de promiscuidad, experimentación sin discernimiento -proceso de dinamitar el estanque del conocimiento.

Muchas pruebas proporcionan pocos hechos, y a menos que estén bien concebidas, no suministran dato alguno del que cualquier persona pueda estar segura. No es bueno comer pescado revuelto con lodo y con la manera del fondo. La parte menos valiosa de un informe sobre experimentos son las conclusiones, exceptuando la labor de algunas personas con ingenio muy peculiar en la interpretación de datos de ensaye. Para usar esos datos con seguridad, cada individuo cada individuo debe obtener sus propias conclusiones. La tendencia general para hacerlo así es contraria a la idea que tienen los novatos de que esta es una manera fácil de adquirir el conocimiento; también rechaza la costumbre muy objetable de indicar sencillamente que las pruebas muestran esto y lo otro sin explicar cómo se hicieron y en qué forma demuestran lo que se supone debieran comprobar. Los estudiantes son reacios a referirse a detalles de pruebas cuando no pueden describirlas, y ni siquiera imaginarse cómo son los ensayos que justifican el hecho en cuestión; lo que quisieran decir es que han visto u oído afirmar que los experimentos lo comprueban y que no quieren saber más sobre el asunto.

Los ingenieros obtienen su propia información de diferentes fuentes: de la experiencia que adquieren al observar la acción de las fuerzas naturales o las costumbres humanas, y de los registros de observaciones de otras personas; del análisis matemático o de modelos que corresponden con esos análisis; de experimentos sobre las propiedades de los materiales o de las estructuras o de las máquinas; de corazonadas y del sentido común; de sopesar, interpretar, correlacionar y usar esa información. La experiencia es una guía que puede ser miscelánea, fragmentaria, poco satisfactoria, a menudo de segunda mano, y muchas veces imprecisa, pero ningún

ingeniero dejaría de tomar en cuenta su tremenda importancia como testimonio.

Toda la naturaleza está tratando de decir algo sobre cómo actúan las fuerzas: la mejor información, el material más valioso, proviene de manera directa de ella; se intenta duplicar sus fenómenos en el laboratorio, pero nunca reproducimos con exactitud el verdadero problema natural, nunca descubrimos por completo sus secretos.

Sin duda alguna, los más grandes ingenieros son aquellos que mejor han aprendido a hablar el idioma de la naturaleza. El análisis matemático en todos los campos depende de hipótesis. El ingeniero dedicado a estructuras debe aceptar ciertas condiciones relativas a la acción elástica o plástica, y considerar lo que pasa cuando se está dentro de los esfuerzos de trabajo, así como las condiciones que se presentan antes del colapso. Los ingenieros necesitan anotar algunos datos, quizá escribir determinadas ecuaciones, pero siempre es menester recordar que obtienen sólo una parte de las pruebas en cada caso. Puede que este procedimiento sea francamente aproximado y tan sólo descriptivo como sucede por regla general, o bien, es posible buscar mayor precisión con el uso de matemáticas avanzadas.

El método estadístico está reconocido por los científicos y los ingenieros como una herramienta que puede ser peligrosa si se usa descuidadamente. Por desgracia, los riesgos involucrados se olvidan a menudo, y su uso inadecuado nos ha llevado a muchos errores. En cualquier caso, los que se han apartado del camino lo han hecho no por acercarse al grupo de los mentirosos climáticos de Mark Twain, sino porque se les ha olvidado lo cierta que es en ingeniería la recomendación de Josh Billings que dice: "Es preferible no saber tanto que saber sobre muchas cosas que no son así."

Hay una tendencia desafortunada de recargar a los ingenieros, por medio de una extensa bibliografía, con técnicas sin fin y procedimientos de análisis matemáticos. Pocos estudiantes saben que los mejores libros pueden proporcionar nada más una red perecedera con tejido muy abierto, con la

cual comienzan a retener su información; que cada una de sus fibras debe tejerse una segunda vez por medio de la reflexión individual, así como añadirse muchos nuevos hilos si ha de ser permanentemente confiable para conservar los datos seleccionados de años de práctica en la profesión. Los libros presentan los juegos de herramientas; la comisión del ingeniero dedicado al análisis es seleccionar cuál puede usar en forma más ventajosa.

Desde luego que no puede haber una discrepancia entre la teoría correcta y la buena práctica. Sin embargo, las teorías no son ciertas del todo, porque están basadas en hipótesis que limitan su aplicación, y aquella que no responde satisfactoriamente es errónea. No obstante, la ingeniería depende de la teoría, puesto que sólo por medio de ella la profesión puede correlacionar la experiencia o interpretar los experimentos; quemar la casa para asar el cerdo resulta demasiado caro. Cualquier teoría está limitada en su aplicación, pero no puede estar libre de la relación de causa y efecto, de la experiencia por medio de los experimentos, o de despreciarse, o aún del sentido común; éste consiste tan sólo en la aplicación de principios que se han formulado y perfeccionado inconscientemente como resultado de la experiencia. Pero aquellos que consideran que primero que debe hacerse con un problema de ingeniería comenzar a calcular con afán áreas, momentos y esfuerzos, parecen tan absurdos como los pequeños jurados de "Alicia en el País de las Maravillas" los cuales comenzaban apuradamente por sumar todas las fechas en las pruebas y reducir la suma a libras, chelines y peniques.

Quando un ingeniero se enfrenta a un problema profesional, lo primero que necesita hacer es tratar de comprenderlo, darse cuenta de qué es lo que tiene que resolver, cómo y cuando lo va a abordar, y hasta después, si es calculable o si sólo puede estimarse cualitativamente. Por desgracia muchos pretenden calcularlo todo cuando en realidad solo un pequeño porcentaje de los problemas de ingeniería son calculables o pueden someterse a un análisis más o menos estricto. Si el tiempo empleado en determinar tantas áreas, momentos y esfuerzos se aprovechan en investigar el fondo de los problemas

profesionales de ingeniería, casi siempre se obtendrían mejores soluciones que las que se consiguen por este análisis tan detallado, y que no deja de ser ficticio por estar basado en hipótesis que son simplificaciones de la realidad y, a veces, una caricatura de la misma.

Los experimentos de laboratorio proporcionan pruebas valiosas. Los ingenieros no pueden llevar las estructuras al interior de los laboratorios, pero lo factible es obtener pruebas en los laboratorios en lo concerniente a su forma de actuar. La multiplicidad de los factores involucrados es fuente de grandes dificultades, deberán fabricarse y ensayarse muchos especímenes de varios tipos en diferentes maneras. Es preciso que el genio de la experimentación conciba ensayos que no involucren, en su interpretación, una teoría más dudosa que aquella que el experimento debía investigar. Se ha creado en esta rama una mala tendencia a caer en aseveraciones como ésta: "Los ensayos demuestran que esto es cierto". Los ingenieros más precavidos afirman y reconocen que los experimentos muestran que a veces esto es cierto, o en forma más cautelosa, que los resultados de estas pruebas no se oponen a la conclusión. Exactamente lo mismo puede decirse de los procedimientos analíticos o de los experimentos ahora tan populares con modelos a escala. Los ingenieros saben que los análisis, ya sea matemáticos o de modelos, los ensayos y la experiencia, no son más que índices relativos al problema, los cuales deben sopesarse con cuidado al obtener conclusiones.

Todas las fuentes para obtener pruebas proveen la información necesaria. La habilidad para correlacionar estos conocimientos, para sazónarlos con un confiable sentido común, es la cualidad más rara, más valiosa y difícil que un ingeniero puede adquirir. No es posible aprender en los libros el sentido de la proporción, es decir, el juicio sobre los valores relativos, aún cuando los libros pueden guiarnos para alcanzarlo; los profesores no pueden garantizar su enseñanza, pero sí apresurar su desarrollo; no vendrá automáticamente con el desenvolvimiento académico o con la experiencia. Cada persona debe dárselo a sí misma, y si lo llega a adquirir, tendrá la marca de su propia individualidad.

La idea de que el sentido común es un don de los dioses ha sido exagerada; algunas personas nunca lo tendrán en lo relativo a problemas de ingeniería; pero puede estimularse hasta cierto punto por quienes laboran con tesón y con esperanzas y, enseguida, analizan retrospectivamente todo el tema en el que han trabajado. Deben tratar de ver las colinas y los valles, apreciar qué partes son importantes y cuáles no lo son, tratar de ser sintéticos así como analíticos, dar la debida atención a la probabilidad y desarrollar algún sentido sobre la importancia relativa. A estos hombres les llegará a su tiempo lo que parece una facultad intuitiva para obtener la respuesta. El sentido común nos suministra una visión cualitativa rápida del problema. En las manos de muchas personas constituye una poderosa fuente para la obtención de testimonios. Es cierto que muchos que creen tenerlo no lo tienen. El hecho que sea peligroso no lo hace necesario, ni tampoco deseable de abandonarlo o descuidarlo.

Cuando los ingenieros estudian un tipo de estructura que no les es familiar, acostumbran calcular todos los esfuerzos para todas las condiciones de carga. En seguida, necesitan un conocimiento de las propiedades de los materiales de las estructuras, y nadie puede estar completamente preparado para decir cuáles son esas propiedades. A un fabricante de acero o de aluminio, nunca es posible decirle en forma concluyente, y raras veces en forma fácil, cuales son las propiedades estructurales que los ingenieros requieren de su metal. No encontrarán todas las características del material, porque se necesita definir antes de encontrar, e imaginarse antes de definir, lo que presupone la existencia de ese raro espécimen -una mente capaz de imaginar. Y después de encontrar estos esfuerzos y estas propiedades, el ingeniero debe estudiar con seriedad y conciencia el tipo probable de falla y las combinaciones de carga que lo originan. Mucho del mejor trabajo de los ingenieros es resultado de corazonadas, o de analogías vagas con otros casos con los cuales han trabajado. Sin duda es cierto que los buenos resultados provienen del trabajo pesado, pero también es extrañamente cierto que a menudo proviene del trabajo pesado hecho en otro tiempo y relativo a un

problema distinto. Una labor intensa tiene una forma sorprendente de pagar dividendos inesperados por medio de inspiraciones posteriores. No obstante, uno debe darse cuenta exacta que las corazonadas son peligrosas porque son vagas, carentes de forma y de razonamiento. Una analogía no es una razón -*comparison n'est pas de raison*- ni una similitud constituye una identidad. La idea sugerida puede resultar cierta o disparatada y, sin embargo, no es conveniente tratar con ligereza un presentimiento persistente de un pensador bien entrenado.

Con el tiempo uno llega a desarrollar lo que se ha llamado, con erudición innecesaria, un "poder inconsistente de raciocinio". Por lo tanto, los testimonios provienen de varias fuentes: ninguna de ellas es, por sí misma, más confiable, científica o satisfactoria que cualquier otra. Todas ellas han dado una enorme ayuda en algún tiempo; todas también han conducido, a veces, a graves errores. Es necesario hacer aquí lo que la humanidad ha hecho siempre tratándose de relaciones prácticas: ensamblar y dar la debida importancia a aquellas partes que el buen juicio indica que les podemos tener mayor confianza.

Los ingenieros que meditan, sopesan los testimonios que se les presentan de una o de todas estas fuentes, conociendo como es debido el efecto que sus prejuicios personales pueden tener en las conclusiones obtenidas de las pruebas. Cualquier persona de más de cuarenta años de edad ha adquirido una pila tan grande de prejuicios, pre concepciones, preferencias, convencimientos, nociones, estimaciones y odios que les es casi imposible decir por qué piensa lo que piensa.

Dice un viejo adagio: "es de sabios cambiar de opinión". Por desgracia, mientras más viejo se vuelve uno, es más difícil cambiar de opinión: una vez que alguien ha expresado una convicción sobre algún asunto, ni el sabio más sabio podrá hacerlo variar, a menos que el sujeto tenga una mente dispuesta, lo cual es raro que las sinfonías corales; solo un terrible fracaso puede, en forma normal, cambiar la manera de pensar de una persona, sobre todo, de las más entradas en años. Es por ello que Renan afirmó: "los golpes de la adversidad son muy amargos, pero nunca

son estériles," y el legislador Licurgo escribió hace ya casi tres milenios: "El principal maestro de los hombres en las acciones de la vida es el infortunio".

Es muy difícil, a cualquier edad, ser honrado en lo absoluto; lo es durante la juventud, porque, aunque se tienen pocos prejuicios, se dispone de muy poca información; y presenta mayor dificultad después porque se han adquirido preferencias y predisposiciones tan aprisa o aún más aprisa de lo que se han olvidado los hechos.

Las ideas que muchos consideran haber creado, y de las que están tan orgullosos, ya sean relativa a las artes, las ciencias, las formas literarias o los estilos, con frecuencia son solo letargos de borracheras mentales, depravadas o empobrecidas -herencias de nociones griegas revividas en el renacimiento europeo, o de Franeis Bacon y la revolución cartesiana, o de Scott y los románticos, o de Addison o Smollett.

En Europa, el problema fundamental de los ríos ha sido el de su navegabilidad, no el de las inundaciones, así que sus escritos se han visto influenciados, al principio en forma intencional y después inconscientemente, por el deseo de hacer que los barcos floten en sus ríos. Cuando se estableció, la Comisión del Río Mississippi tuvo que justificar su existencia como un organismo Federal sobre la base de que intentaba mejorar las cualidades de navegación interior hasta el Golfo de México.

No es que los escritores e investigadores norteamericanos sobre el control de inundaciones hayan sido moralmente deshonestos, sino que muchas veces han carecido de malicia intelectual, y han tomado prestado de tal escuela de conocimientos o de tal grupo de intereses, las ideas y las teorías que los respalden en aquello en que han fundamentado sus acciones. Es una práctica tan común que debe esperarse a menudo, y cuando una persona ha expresado una opinión, algunos individuos saltan a la conclusión que pueden predecir todas sus opiniones -y a veces sí que lo pueden.

Por supuesto hay ciertas ventajas en tener prejuicios. Les da a las personas algo con qué

comenzar su viaje, o alguna cosa a qué amarrarse si viene una tormenta y quieren permanecer en el puerto. Determinados individuos son tan devotos del ideal de formarse una opinión carente de prejuicios que, cuando inician el estudio de una materia, evitan cuidadosamente leer cualquier escrito relativo a esa especialidad, o discutir el tema con otras personas. El resultado es que sus conclusiones pueden tener la misma cantidad de prejuicios, pero que son todos propios. Sin embargo, lo que pudiera alabarse como un marco mental carente de prejuicios, con latitud de visión y liberalismo intelectual es, a menudo, la más desbarrada tontería -una anemia y una vaciedad cerebral.

Es muy importante reconocer e identificar nuestros propios prejuicios y pre concepciones, en especial, tratándose de trabajos de ingeniería, aún cuando es prácticamente imposible liberarse de ellos. **Los ingenieros siempre tratan, tanto con las costumbres humanas como con las fuerzas naturales; sus labores, al mismo tiempo, producto y cimiento de la civilización, la cultura y la raza.** Pero la civilización y la cultura no se establecen en un solo día. Algunas conclusiones y opiniones en ingeniería han sido heredadas de un profesor quien estudió con otro profesor quien a su vez obtuvo sus ideas de un académico alemán -y así la casa que construyó Jack.

Esta última frase pertenece a un juego infantil muy conocido en el que se van agregando oraciones y ademanes a medida que cada niño repite lo ya dicho y pierde el juego quien equivoca la serie de oraciones o de ademanes.

Por otra parte, un distinguido ingeniero en una ciudad del este de los Estados Unidos proyectó un acceso por una empinada colina -una solución técnica excelente de un problema difícil- en tal forma que se estropeó la vista de una antigua y bien amada iglesia de la que todo el pueblo estaba orgulloso -un evidente descuido para condescender con los prejuicios.

Todos los ingenieros han pasado por períodos de conflicto que se repiten, entre lo que puede llamarse el punto de vista "práctico" y el "teórico" de los problemas de ingeniería.

Quienes se consideran a sí mismos como hombres "prácticos" ven con poca consideración las investigaciones analíticas. Su actitud es la de que saben por intuición divina y por experiencia cómo hacer su trabajo, y consideran que muchos detalles de la labor que realizan no pueden estar sujetos a un análisis del todo racional. Opuestos a ellos están aquellos a quienes popularmente se les considera como profesores de escuelas superiores, los que creen que es posible racionalizar todos los procedimientos y reducirlos a reglas rigurosas.

Puede convenirse que en la especialidad de la ingeniería estructural -quizá algunos convengan que aún en la del gobierno- no es necesario adoptar, en forma exclusiva, ni el punto de vista del individualismo riguroso, ni el de la economía planificada. Se requiere una juiciosa combinación de ambos. El individualista, tanto por su temperamento como por su entrenamiento, es bastante inepto para la planificación, y el hombre teórico, comúnmente es torpe para realizar excursiones audaces e imaginativas en el campo de los nuevos tipos de construcción.

Cuando no se reconoce la existencia simultánea y necesaria de estas dos corrientes, se cae en el peligroso campo de la intolerancia. Los resultados no pueden ser más desastrosos: no solo se frena el progreso, sino que se destruye en una parte importante de lo ya logrado.

A diario se publican artículos que pretenden ser novedosos en la rama del análisis; algunas veces son útiles; a menudo son perjudiciales. En esa rama son muy necesarios los métodos para reflexionar que utilizan el lenguaje común y preservan los conceptos que son familiares a los constructores, y a las personas con un don natural e intuitivo para imaginarse la acción estructural. Para avenirse a esta condición los teóricos necesitan realizar mayor esfuerzo que los prácticos; los primeros deben encontrar a los segundos más allá de la mitad del camino. En la rama de la ingeniería civil, los proyectistas y los constructores son los hombres en la línea de fuego.

Los procedimientos analíticos en la mecánica deben ser tan simples y flexibles que puedan proporcionar en forma rápida un método

para reflexionar, ya sea cuantitativa o cualitativamente.

Los ingenieros latinoamericanos debemos evitar la complicación innecesaria del análisis estructural. Al respecto me permito transcribir lo que afirma el Ing. V. Guerrero y Gama: "He tenido a la vista las memorias de cálculos de grandes compañías europeas, como la S.T.U.P. de Francia, y norteamericanas, como la "American Bridge Company", y he comprobado que son sistemáticamente más sencillas, más breves, que las que se suelen hacer en nuestro medio. Y no cabe suponer en los autores de tales memorias, ignorancia ni falta de acuciosidad; todo lo contrario: precisamente por conocer a fondo el valor de las hipótesis de partida (secciones planas, proporcionalidad de esfuerzos-deformaciones, funcionamiento real de las estructuras, incertidumbre en las cargas, desconocimiento de los valores efectivos de impacto, etc.), limitan la complicación de sus análisis hasta donde pueden éstos ser congruentes con dicho valor de las hipótesis básicas".

Deben mostrar una figura de la estructura en acción. Los grandes constructores han tenido necesidad de formarse en la mente tales figuras. (Los romanos, que fueron grandes ingenieros, más aún que los griegos y que los egipcios, así debieron trabajar. Quien no lo crea, que intente multiplicar CDXLIV por XCIX.)

Si alguien tratase de explicar algunos de los "nuevos" conceptos modernos a Miguel Ángel, o a Pedro de Colechurch o a Galileo, es probable que comprendería el procedimiento en forma sorprendentemente fácil; de hecho, no llamaría la atención si ellos respondiesen que ya lo conocían de tiempo atrás.

Para el análisis formal pueden usarse sistemas que no son métodos de pensamiento en lo absoluto. Muchas veces, son muy formalistas, como un aparato de moler carne para preparar embutidos. Si se alimentan ciertos datos numéricos en un extremo del análisis y se da vuelta a la manivela, en el otro extremo de la máquina salen siempre muchos pequeños embutidos -momentos, reacciones, esfuerzos, deflexiones.

Cross se anticipa aquí a su tiempo previendo lo que sucede en las

computadoras cuando se usan sin discernimiento, meditación o raciocinio. Ningún resultado es mejor que los datos que alimentan a la máquina o que el programa bajo el cual ella funciona.). Trabaja muy suavemente, de hecho lo hace con una suavidad decepcionante; porque los embutidos se ven todos uniformes y regulares se presupone que la carne no puede estar podrida."

Tomado del libro "Ingenieros y las torres de marfil: Práctica, enseñanza e ideales de la ingeniería", de Hardy Cross, Ayer Co Pub, 1952.

DE LAS FUNCIONES DEL INGENIERO

La resolución de problemas es tarea común a todas las obras de ingeniería. El problema puede implicar factores cuantitativos o cualitativos, que pueden ser físicos o económicos, a demás de que exigen la matemática abstracta y el sentido común. De gran importancia es el proceso de síntesis o de diseño creativo, sumando ideas para crear una nueva solución óptima.

A pesar de los variados problemas en alcance y complejidad de la ingeniería, es aplicable el mismo enfoque general. Primero viene un análisis de la situación y una decisión preliminar acerca de un plan a seguir. En consonancia con este plan, el problema se reduce más a una cuestión categórica que se puede describir claramente. La pregunta hecha se responde entonces por razonamiento deductivo a partir de principios conocidos o por síntesis creativa, o con un nuevo diseño. La respuesta o el diseño son siempre un control de precisión y adecuación. Por último, los resultados para la simplificación del problema se interpretan en los términos apropiados del problema original.

En orden decreciente de importancia en la ciencia, las principales funciones de todas las ramas de ingeniería son las siguientes:

- **Investigación.** Usando los conceptos matemáticos y científicos, técnicas experimentales y el razonamiento inductivo, la investigación en ingeniería busca nuevos principios y procesos.
- **Desarrollo.** Los ingenieros de desarrollo aplican los resultados de la investigación para propósitos útiles. Trabajar en

aplicaciones creativas de los nuevos conocimientos puede dar lugar a un modelo nuevo de circuito eléctrico, un proceso químico o una máquina industrial.

- **Diseño.** En el diseño de una estructura o de un producto, el ingeniero selecciona métodos, especifica materiales y determina las formas para satisfacer los requisitos técnicos, y para cumplir con las especificaciones de rendimiento.
- **Construcción.** El ingeniero de construcción es responsable de la preparación del sitio, de determinar los procedimientos para cumplir con el rendimiento económico, la seguridad y la calidad deseada, de dirigir la ubicación de los materiales, y de organizar el personal y equipo.
- **Producción.** La selección de la planta de diseño y del equipo son responsabilidades del ingeniero de producción, que selecciona los procesos y herramientas, integra el flujo de materiales y componentes, y establece pruebas de control.
- **Operación.** El ingeniero de operación controla las máquinas, las plantas, el suministro eléctrico, transporte y comunicaciones, determina procesos y supervisa el personal para obtener una operación rentable y económica de los equipos complejos.
- **Administración y otras funciones.** En algunos países e industrias, los ingenieros analizan las necesidades de los clientes, recomiendan la satisfacción de necesidades a las unidades económicas, y resuelven problemas relacionados.

DEL PERFIL DEL INGENIERO

Las habilidades que un ingeniero pueda tener son la pauta para la calidad de las soluciones que pueda brindar. A menudo se conoce qué es lo que debe saber, qué tipo de conocimientos debe dominar, pero la base de su eficiencia está en las habilidades que debe poseer o necesita reforzar; algunas de éstas se enumeran a continuación:

- **Liderazgo y correcta evaluación de la información.** Son habilidades fundamentales para que un ingeniero ejerza bien su trabajo y de manera más completa.

Las responsabilidades del ingeniero y el constante flujo de información, lo obligan a desarrollar capacidades para filtrar, separar y organizar información para definir rutas y tomar decisiones. El ingeniero debe tener habilidades para dirigir grupos de personas, delegar, escuchar, convencer y buscar el bienestar de todos.

- **Capacidad analítica.** Es una habilidad a la cual el ingeniero recurre constantemente, lo que le permite encontrar la forma de plantear los problemas de manera más sencilla, descomponiéndolos en elementos de importancia y decidiendo el punto de ataque.
- **Creatividad.** El ingeniero debe inventar, crear, descubrir, buscar ser original y no dejarse llevar por lo primero que le venga a la mente, lo que significa ser innovador. La creatividad es posiblemente una de las habilidades y cartas de presentación de un buen ingeniero.
- **Capacidad de comunicar justo lo que él quiere.** Un ingeniero nunca trabaja solo, por lo tanto, debe ser capaz de saber comunicar sus ideas, de manera escrita y oral, tal como están ordenadas en su mente, para así poder trabajar en grupo y de manera interdisciplinaria. Con esta habilidad viene de la mano el poder de convencimiento, el poder de "vender" sus ideas es de suma importancia para un ingeniero que pretenda ascender en su trabajo, demostrando que puede y que sabe, convenciendo a la gente. Generalmente el ingeniero, a la hora de trabajar, no usa el lenguaje cotidiano, debe contar con el dominio de un lenguaje técnico, un lenguaje que entiendan tanto especialistas en la materia como ayudantes u obreros.
- **Capacidad de trabajar en grupo.** Generalmente los problemas que enfrenta un ingeniero no son sencillos, por eso es necesario trabajar con más de una persona para resolverlos. Todas las personas saben que "dos cabezas piensan mejor que una". Los individuos que sean parte de estos grupos podrán contar con los mismos intereses, pero no con las mismas opiniones. El saber manejar situaciones en las que hay más de una "respuesta

correcta", puede traer resultados más rápida y eficazmente. Aquí se ubica la capacidad de escuchar del ingeniero. La habilidad para reconocer errores o aceptar sugerencias puede hacer que un problema encuentre mejor solución. A veces se trabaja con personas que cuentan con conocimientos desconocidos para nosotros, por eso el ingeniero debe contar con interdisciplinariedad, para poder trabajar con personas especialistas en otras áreas.

DE LA ÉTICA PROFESIONAL

Uno de los aspectos que cada día cobra mayor relevancia dentro de la formación del ingeniero, es la ética profesional y los valores. Aunque hace un par de décadas sólo algunas escuelas de ingeniería en el mundo otorgaban créditos académicos en materias sobre ética profesional, hoy día se ha convertido en una parte importante dentro de la formación del ingeniero. En este sentido, los medios de comunicación han desempeñado una importante función al divulgar las prácticas de empresas transnacionales y las decisiones de sus directivos, las cuales en algunos casos han tenido consecuencias lamentables.

El número de casos documentados es cada vez mayor y ha llegado al grado de que casi todas las asociaciones de ingeniería publican su código de ética. Se sugiere revisar los códigos de ética y los casos (algunos incluyen respuestas) en la dirección electrónica del *Institute of Industrial Engineers* para el caso de ingeniería industrial y la correspondiente dirección para las carreras de ingeniería electrónica, ingeniería civil, ingeniería mecánica e ingeniería química; la *National Science Foundation* y en particular *The Online Ethics Center for Engineering & Science*. Asimismo, se sugiere al lector investigar en las asociaciones e institutos de ingeniería de su respectivo país.

En términos generales, la ética profesional y los valores comprenden cuestiones de responsabilidad, solución de problemas y toma de decisiones ante diversas situaciones. Día a día, el ser humano se enfrenta a la necesidad de hacer elecciones para cada actividad que realiza, y en esto se funda la necesidad de la ética. Siempre existe una infinidad de opciones a elegir, siempre hay más de una forma de realizar una asignación,

más de una manera de resolver un problema. Así, el hombre, elige la manera que más le agrada, que más le conviene, optando por una alternativa y no por otra.

Se sabe que una persona puede desempeñar bien o mal una tarea, hacer daño o ayudar a otro de distintas maneras, elegir una herramienta en lugar de otra, etc. Aquí es donde la ética entra en funciones: brindar una opción basada en experiencias de asuntos humanos. El hombre es libre, por eso puede elegir, con esa libertad vienen la ética y, por supuesto, muchas responsabilidades. La ética es como una guía en la toma de decisiones, estas decisiones no habían sido siempre notorias en el ámbito de las actividades técnicas.

El hecho de que la tecnología haya evolucionado tanto en las últimas décadas, ha provocado que los planes de estudio de las carreras de ingeniería cambien, y con esto ha crecido el interés por la importancia de la responsabilidad ética y social de los ingenieros, así como de los valores que deben tener.

El ingeniero lleva consigo la enorme responsabilidad de la toma de decisiones, es por eso que formar profesionales técnicamente aptos y competentes y, que además, cuenten con una sensibilidad ética y con valores, es todo un reto. Para que un ingeniero cumpla su deber tanto técnica como éticamente, necesita dominar los siguientes conceptos: tener un juicio ético, sensibilidad ética, conocer estándares de conducta y actuar éticamente (saber actuar bien sin que nadie se lo indique). Todos los conceptos anteriores coinciden en que la responsabilidad profesional está fundamentada por éstos, es decir, al adquirir estos conocimientos, se convierten en una responsabilidad moral. Así, el ingeniero debe utilizar la ética de la manera más adecuada para alcanzar sus metas.

Un ingeniero responsable tiene como objetivo la creación de un producto o servicio tecnológico seguro y, sobre todo, útil, para que el cliente se sienta satisfecho y seguro al usarlo, en caso de que tuviera algún riesgo. Esta creación conlleva una responsabilidad, un compromiso con la sociedad de mantener siempre su bienestar,

su salud y su seguridad. El problema del ser humano como individuo es que cada uno tiene intereses personales, los cuales afectan directamente la ética en la ingeniería. Actividades como lealtad a los compañeros o socios, lealtad a la empresa, entrega de cuentas claras, manejo correcto de información clasificada, podrían resultar afectadas si se incurre en actos deshonestos como sobornos, actos de cohecho, venta de información, etc.

Existen varios códigos de ética que a lo largo del tiempo se han incluido en la educación del ingeniero, pero el instrumento que más respuesta ha tenido es el método de usar y resolver casos. Estos pueden haber sucedido en la vida real o ser ficticios con supuestos definidos. Se brinda al alumno toda la información necesaria sobre los mismos, y su deber es resolverlos de la mejor manera posible, dándole, obviamente, prioridad a la ética. Esto puede ir desarrollando un sentido o habilidad ética para resolver problemas que se verá reflejado en la práctica.

Las instituciones educativas deben preocuparse porque sus estudiantes

desarrollen una conciencia social. Los jóvenes cuentan con la habilidad y motivación para realizar correctamente los trabajos o tareas que les son asignados, es por ello que en esta etapa se debe cultivar esta conciencia.

Todos los proyectos de ingeniería deben ser analizados siempre desde al menos cuatro perspectivas: la factibilidad técnica, social, económica y ambiental.

En todo el mundo se viven cambios constantemente, cambios que no siempre traen buenas consecuencias; por ello, resulta de suma importancia incrementar el número de personas capaces de aplicar todos sus conocimientos de una manera responsable, no sólo en el aspecto técnico, sino también en el ético.

En muchos países y en distintas organizaciones e instituciones se crean códigos de ética para que el ingeniero los aplique al realizar su trabajo. La mayoría de éstos incluyen códigos con principios fundamentales que consideran las actividades del ingeniero.

**HAZ PARTE DE UNA TRADICIÓN HISTÓRICA
¡SÉ INGENIERO!**



LA INGENIERÍA EN COLOMBIA

GABRIEL POVEDA RAMOS



Figura 1. Puente de Occidente (1887). Santa Fe de Antioquia

Se reproduce este texto como la única fuente confiable de consulta hallada acerca de la historia de la ingeniería en Colombia. Originalmente fue publicado en "Historia Social de las Ciencias en Colombia. Ingeniería e historia de las técnicas. Vol. IV y V, Colciencias, 1993", como resultado de una investigación de más de 10 años.

INTRODUCCIÓN

Este es un libro que pretende presentar, por primera vez, el desenvolvimiento de la Ingeniería en Colombia, y con ella el de las ciencias en que se fundamenta y que utiliza dicha actividad. Tiene el mérito de presentar una visión bastante unificada y coherente de la materia, lo cual hasta ahora no existía en la bibliografía colombiana.

Diversos autores y diversas entidades han dado definiciones de la ingeniería que generalmente son ambiguas o estrechas, o no son muy adaptables al caso colombiano. Por eso se ha preferido aquí elaborar una definición en los siguientes términos:

Ingeniería es el conjunto de conocimientos teóricos, de conocimientos empíricos y de prácticas que 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, y exigiendo un nivel de capacitación científica y técnica ad hoc —particularmente en física, ciencias naturales y economía—, especial y notoriamente superior al del común de los ciudadanos.

En nuestro país la ingeniería adopta numerosas especialidades y subespecialidades según las áreas del conocimiento que predominan en ella (por ejemplo, ingeniería eléctrica, ingeniería geográfica, ingeniería química) o según el tipo de problemas a que se aplique (ingeniería de minas, ingeniería industrial, ingeniería de petróleos y otras).

Debe advertirse que actualmente hay profesiones cuya denominación ostenta el nombre de "ingeniería" pero que no caben dentro del propio y verdadero concepto de esta profesión (ver decreto 792 de 2001).

Las ciencias que utiliza la ingeniería en sus varias ramas y denominaciones son muchas, pero pueden dividirse en cuatro grandes grupos:

1. Ciencias básicas: matemática, física, química y estadística.
2. Ciencias técnicas: mecánica general, hidráulica o mecánica de fluidos, metalurgia, resistencia de materiales, termodinámica o termotécnica, electrotecnia general, fisicoquímica, geotecnia o mecánica de suelos, materiales técnicos, computadores, investigación de operaciones, geología.
3. Tecnología y ciencias especializadas para diversas ramas: agrimensura, estructuras

mecánicas, fundaciones o cimientos, diseño estructural, metalografía, diseño de máquinas o mecanismos, procesos metalúrgicos, operaciones unitarias de fabricación, diseño de plantas, tecnología (o explotación) de minas, electroquímica, geofísica, análisis químico, procesos químicos industriales, arquitectura naval, radiocomunicaciones, tecnología electrónica, técnicas digitales, ergonomía, logística de materiales, hidrología, aerodinámica, meteorología, aerofotogrametría, teoría de la elasticidad, oceanografía, geodesia.

4. Ciencias complementarias: economía general, administración.

Estas son las ciencias que se enseñan en nuestras escuelas de ingeniería, a nivel académico formal, y con ellas se prepara al "ingeniero-academia". Sobre su mismo trabajo pragmático, después de la academia, el "ingeniero-praxis" debe descubrir y absorber lo mejor que pueda muchos temas de otras ciencias como psicología, legislación, finanzas, ecología y sociología.

Ante esta multitud de ciencias individuales, que resulta casi imposible aislar una por una en nuestro contexto colombiano y en nuestro devenir histórico, no es factible hacer una historia para cada una de ellas en particular. Algo más: todas ellas se han dado y se han cultivado en Colombia casi exclusivamente en la medida en que ha habido una enseñanza y un ejercicio de la ingeniería como profesión. Es decir, no sólo no se puede hacer una historia particular para cada ciencia, sino que el conjunto de estas historias constituye la historia de la ingeniería. En otros términos, la historia de las ciencias de la ingeniería se hace exponiendo la historia de la ingeniería. Por eso este ensayo es, en rigor, un resumen de la historia de la ingeniería, escrito con frecuentes referencias, cuando esto es posible, a la enseñanza y a las aplicaciones de las ciencias que ya se indicaron, pero también a las herramientas de los ingenieros y a sus principales obras.

La realización de este trabajo tropezó con numerosos problemas metodológicos, aparte de la falta tanto de una buena definición de la ingeniería como de una determinación clara de sus ciencias sustentadoras y

constitutivas. Otro problema serio radica en que en las ciencias de la ingeniería se ha hecho muy poco en Colombia para innovar o ampliar su acervo de conocimientos. En rigor, puede decirse que la historia interna de esas ciencias en Colombia está prácticamente vacía de contenido. La misma ingeniería, como combinación de todas esas ciencias y como ejercicio de ellas, ha sido poco original, poco creativa y una imitación casi total, y aprendida, del "estado del arte" en el plano mundial.

El mérito de la ingeniería como factor del desarrollo histórico del país ha sido, más que todo, su prontitud para absorber ese "estado del arte" y para identificar problemas nacionales que requieren solución, y el denuedo, la imaginación y la disciplina con que se ha desplegado.

Se ha intentado hacer justicia a episodios de la vida nacional que aunque no han sido realizados por ingenieros profesionales, sí han significado avances del país para entrar en la tecnología de su tiempo, y han repercutido posteriormente en el desarrollo del ejercicio de la ingeniería nacional.

Este trabajo debe mucha de su información y orientación a tres fuentes que deben reconocerse:

1. El libro "Páginas para la historia de la ingeniería colombiana", del ingeniero Alfredo Bateman.
2. Las conversaciones del autor con el ingeniero Pío Poveda (su padre), quien ejerció la profesión en carreteras y ferrocarriles desde 1.925 hasta 1.956.
3. Las informaciones del ingeniero Luis de Greiff Bravo, profesor universitario desde 1.935 hasta 1.967.

ENSEÑANZA DE LA HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA Y DE LA INGENIERÍA

Una gran parte de la tecnología que se conoce hoy en el mundo fue desarrollada en Europa desde finales de la Edad Media y posteriormente durante la Revolución Industrial, en los siglos XVIII, XIX y XX. Para corroborar esta afirmación, basta recordar cuándo y dónde surgieron y crecieron la tecnología del trabajo y el uso de la madera, las primeras máquinas elementales como el cabrestante y el torno, la tecnología minera, la metalurgia química y física, la hidráulica,

la siderurgia, el vapor, los ferrocarriles, la arquitectura naval, los motores de combustión interna, la electricidad, el automóvil, la tecnología química pesada, etc.

Fue en Inglaterra, Alemania y Francia donde primero se configuró y se reconoció la profesión de ingeniero como la persona dedicada al estudio y al manejo de los ingenios, es decir de las máquinas de todo tipo, a las cuales se les hizo extensivo el nombre de *ingeninni* con que los romanos habían designado sus grandes máquinas de guerra (como la balista, el mangonel, la torre de asalto y la catapulta) que eran las más complejas y poderosas que ellos llegaron a emplear.

Entrado ya el siglo XIX los Estados Unidos se incorporaron al gran proceso de la Revolución Industrial y comenzaron a hacer aportes sustantivos a la tecnología moderna, como ocurrió en la industria textil, las máquinas herramientas, el armamento, los puentes de acero, los grandes edificios, la aviación y otros campos. A lo largo de este período la ingeniería, que en la Europa del siglo XVIII se concebía sólo como ingeniería civil por oposición a la ingeniería militar, se fue extendiendo en especialidades y aplicaciones cada vez más numerosas.

Sucesivamente fueron apareciendo escuelas, universidades e instituciones que preparaban y ofrecían campo de aplicación a ingenieros de ferrocarriles, ingenieros mecánicos, ingenieros de minas, ingenieros navales, ingenieros industriales, ingenieros electricistas, ingenieros químicos, etcétera.

Probablemente este crecimiento y esta diversificación muy acelerada hicieron que sólo muy tardíamente (es decir, hace muy poco tiempo) los estudiosos de la tecnología hubieran comenzado a ocuparse del examen sistemático de la historia de esta tecnología tan extraordinariamente dinámica, compleja y fructífera.

Aún nadie ha dado cuerpo a la historia de la tecnología. Parece que ésta comenzó a elaborarse y a configurarse como una verdadera disciplina a comienzos de los años treinta del siglo XX, especialmente en Inglaterra y Francia, como resultado de la confluencia de trabajos de diversos

investigadores provenientes de varias disciplinas: ingenieros, científicos, historiadores, economistas y sociólogos. Inicialmente esta historia de la tecnología fue surgiendo como una línea colateral anexa a la historia de la física y de otras ciencias como la química, la matemática y la biología, pero pronto adquirió un perfil propio en Europa. Así surgieron autores como Joseph Nedham, Derry, Crombie, Jevons, Dampier, Bemal, Price, Papp, Babini y otros. Además, comenzó a hacerse la historia de campos especiales y aparecieron tratados sobre historia de la mecánica, historia de la metalurgia, historia de la hidráulica, historia de la electricidad, etc. Este trabajo fundamental y de frontera se hacía en su mayor parte en Europa, y en los Estados Unidos en menor escala.

La tecnología moderna apareció en Colombia y en América Latina, no como resultado de un proceso endógeno de producción autóctona de aquélla, ligada a un desarrollo también autóctono de formas de producción (como fue el caso en Europa y en Estados Unidos), sino como un componente implícitamente contenido en los inventos extranjeros que se iban incorporando a la vida de nuestros países en su difícil y lento desarrollo para integrarse a la economía mundial y para ampliar su actividad económica.

La enseñanza y el ejercicio de la ingeniería surgieron como un requisito interno para poder aplicar la tecnología mundial que se importaba. Así sucedió en Colombia, donde si bien la ingeniería civil apareció con la Comisión Corográfica, luego se consolidó con el proceso de construcción de ferrocarriles durante el último tercio del siglo XIX. En épocas posteriores otros procesos de incorporación de tecnología fueron afirmando la ingeniería y abriéndole nuevos campos de ejercicio y nuevas especialidades. Tal fue el efecto del desarrollo de la navegación fluvial a vapor, de la electrificación de las ciudades, de la industrialización, de la introducción de las radiocomunicaciones y la radiodifusión, de la difusión de los automotores, del desarrollo del petróleo, de la construcción de obras públicas.

La ingeniería como enseñanza y como ejercicio se ha expandido en nuestro país al mismo ritmo en que hemos absorbido la

tecnología moderna que viene de los grandes centros productores del resto del mundo: primero de Europa, después de los Estados Unidos y actualmente también del Japón. De contar con sólo dos facultades de ingeniería civil al comenzar el siglo XX, pasamos en 1.950 a tener 20 facultades con varias especialidades, y hoy tenemos el número absurdo de más de 130 escuelas y facultades de ingeniería con 30 o más denominaciones (1.993). Paralelamente, de unos cien ingenieros que había a comienzos del siglo XX pasamos a unos mil a mediados de esta centuria y a más de 20.000 a finales del mismo. Nuestra ingeniería ha crecido de una manera gradual pero acelerada, como ha ocurrido en muchos otros aspectos del país, particularmente desde mediados del siglo XX hasta hoy.

A los ingenieros colombianos nunca se les ha enseñado en sus escuelas, ni en ninguna otra parte, cómo ha sido la historia de su profesión, ni cómo ha sido la historia de las tecnologías que utilizan, sea que miremos lo uno o lo otro como un proceso del mundo occidental o como un proceso colombiano. Esta omisión tiene varias causas; de ellas, la primera es el espíritu pragmático inherente a la personalidad de la gran mayoría de quienes se dedican a esta profesión. Pero también ha influido el hecho de que la enseñanza de la ingeniería en todas sus ramas y especialidades se ha afanado por atender una creciente demanda cuantitativa y cualitativa de ingenieros. El hecho es que a partir de 1.960 —cuando tanto aumentaron las escuelas de ingeniería y el número de sus graduados, y cuando se elevó considerablemente el nivel académico de la enseñanza de la profesión— no ha aparecido en ningún pensum ni una sola cátedra de historia de la ingeniería ni de historia de la tecnología. Y ese gran vacío se extiende de la enseñanza al ejercicio, como lo prueba el hecho de que sólo unos contados ingenieros en Colombia se han ocupado de investigar la historia de la ingeniería, y eso solamente a la escala de nuestro país. En este sentido es inevitable, y de necesaria justicia, mencionar el nombre del más persistente y más fecundo explorador de esta historia en nuestra patria, el doctor Alfredo Bateman.

En el fondo, el desconocimiento de la historia de la tecnología en nuestro país

puede obedecer al hecho de que nosotros no hemos creado esa temática. El conjunto de la tecnología de ferrocarriles vino de Europa y Estados Unidos. Lo mismo ocurrió con la tecnología eléctrica, la industrial, la automotriz, la petrolera, la química industrial, la electrónica y todas aquellas disciplinas que han nutrido a nuestros ingenieros. Hay que señalar, indudablemente, que los ingenieros colombianos han sido estudiosos y discípulos inteligentes y exitosos en el aprendizaje y en la aplicación de esas tecnologías, e inclusive, en algunos casos, las han adaptado con originalidad e ingenio a las condiciones difíciles en que nos hemos visto obligados a usarlas entre nosotros. Esto es especialmente válido para la tecnología que han tenido que emplear los ingenieros civiles, los de minas, los mecánicos y los químicos. Pero nuestros ingenieros no pueden reivindicar la invención de máquinas, de estructuras, de aparatos, de materiales, de sistemas, ni cualquier otro invento que haya desempeñado un papel importante en la tecnología que se usa en el país.

Esto hace que la tecnología en general y las tecnologías especiales hayan sido recibidas por nuestros ingenieros y nuestros estudiantes de ingeniería como un artículo de fabricación extranjera, ya hecho, como un *Deus ex machina*, listo para usarlo y casi sin modificación posible. Así recibimos, y aprendimos a utilizar, desde el sistema métrico decimal (en 1.847) hasta el microcomputador (en 1.981), pasando por el teodolito, el nivel, el podómetro, el riel, la locomotora, el telégrafo, el generador eléctrico, el alto horno, el torno para metales, la caldera de vapor, el cubilote, el telar mecánico, el automóvil, las tablas de logaritmos, el teléfono, la radio, el cemento, el acero, la dinamita, el buldócer, la torre de destilación, el taladro petrolero, el reactor-autoclave, el motor diesel, la grúa mecánica, la retroexcavadora, la calculadora mecánica, el ferroconcreto, los *handbooks*, la soldadura, la regla de cálculo, el computador electrónico, la línea de transmisión, los aparatos de laboratorio, los instrumentos de medición, las normas técnicas, el sistema internacional de unidades SI, etcétera.

El reconocimiento de este hecho no es una censura a la ingeniería colombiana, pues lo

mismo sucedió en todos los demás países latinoamericanos, asiáticos y africanos que se incorporaron en el siglo XX al proceso histórico, económico y político que llamamos la Revolución Industrial. Ello corresponde al rezago en que vivieron y viven aún nuestros países, comparados con los países industrializados, y concretamente respecto a los cuatro más grandes: Estados Unidos, Inglaterra, Francia y Alemania.

Pero en Colombia, como en casi toda América Latina, hemos comenzado a darnos cuenta de que nuestro desarrollo tecnológico no puede seguir dependiendo exclusivamente de la importación de tecnología, si bien de ella nunca podremos desprendernos totalmente. Nuestros ingenieros no pueden seguir siendo solamente aprendices inteligentes y aplicadores exitosos de la tecnología que se fabrica en el exterior. Tenemos que inducirlos a ser también modificadores y adaptadores más audaces y muy eficientes de máquinas, materiales y procedimientos técnicos; y preparar a las nuevas generaciones que formamos para ser innovadoras, creadoras e inventoras de lo que las necesidades específicas de Colombia plantean, y para lo cual la tecnología exterior no ofrece soluciones satisfactorias.

El desarrollo tecnológico es, entre muchos otros aspectos, un proceso social y cultural. Y para que un proceso de esta naturaleza pueda ser enrumado hacia el futuro en una dirección más dinámica y más creativa, es necesario que quienes participan en él tengan conciencia del carácter evolutivo de ese proceso y de las condicionantes que lo impulsan, lo inhiben o lo modifican. Que entiendan cómo la viciada política, económica y social interactúa con la tecnología inherente a los factores de producción.

En resumen: si queremos en el futuro ingenieros más creativos y más comprometidos con la realidad colombiana, será necesario que les demos a conocer cuál y cómo ha sido la historia de la ingeniería en Colombia; cuáles han sido los éxitos y los fracasos de la tecnología que hemos usado en nuestro país; cómo las vicisitudes de nuestra vida política y económica han influido en el devenir de la ingeniería y, recíprocamente, cómo ésta ha incidido en las condiciones

socioeconómicas del país. Necesitamos poner a nuestros estudiantes y profesionales de la ingeniería frente a la historia de su profesión en Colombia.

Desafortunadamente nuestras escuelas y facultades no parecen percibir claramente esta necesidad. En ninguna de las 140 escuelas de las treinta y tantas ramas y especialidades, en ninguno de los diez u once semestres que abarcan todos sus programas académicos (1.993), se encuentra ni siquiera un modesto curso semestral de historia de la ingeniería, aunque sí se ofrecen a menudo distintos cursos con el nombre de humanidades o micro-currículo que enseñan disciplinas interesantes pero que no tienen el valor formativo que podría tener la disciplina mencionada. De igual manera, ninguna de las muchas asociaciones de ingenieros ha promovido el estudio o la investigación en esta materia.

La evolución del país y el estado actual de su desarrollo contienen ya un nutrido material de hechos, fenómenos, procesos y problemas de alta relevancia tecnológica que podrían constituir el material temático de un curso de historia de la ingeniería rico e ilustrativo. Este posible curso podría inclusive enfocarse específicamente hacia ramas particulares de la profesión que ya han acumulado una larga e interesantísima tradición de realizaciones. Por ejemplo, en el caso de la ingeniería civil en Colombia, todo lo que se ha hecho durante 130 años de trabajo en ferrocarriles, cartografía, carreteras, obras hidráulicas, vivienda, aeropuertos, puentes, represas y muchas otras obras. Algo análogo puede decirse de lo que los ingenieros pueden ya remontar a campos como la geología aplicada, la metalurgia, la técnica de túneles la hidráulica, la teoría y la práctica de explotación de yacimientos, la cartografía geológica y minera.

Dignos de historiarse para ingenieros mecánicos y metalúrgicos, son los desarrollos que se dieron desde el siglo XIX en las ferrerías y las fundiciones, las transformaciones de la economía del hierro a la economía del acero, de la forja catalana al alto horno, la mecanización en la industria, los talleres ferroviarios, las primeras acerías, la adopción gradual de nuevos procesos metalúrgicos, el caso de Paz del Río y otros.

Para los jóvenes ingenieros químicos valdría la pena recapitular los esfuerzos que desde el siglo XIX se hicieron para montar fábricas de ácido sulfúrico y de pólvora, entre otras, que se reiniciaron sólo en la década de 1.940; el comienzo de fabricaciones tecnológicamente más complejas como las fibras artificiales, los álcalis sódicos, las resinas sintéticas, la refinación de petróleos, la petroquímica, los altos polímeros, los fertilizantes nitrogenados, etc. El proceso de electrificación del país, que ya casi cumple 90 años, es también una rica historia de adopción de todo un universo de tecnologías, desde la de las corrientes directas de 100 voltios hasta las corrientes alternas trifásicas de 500 mil voltios.

La historia de la ingeniería en Colombia es una disciplina casi desconocida, que los ingenieros no podemos seguir ignorando y que las nuevas promociones de profesionales deben comenzar a descubrir. Esa es la mejor forma de proyectarlos a desarrollar en el futuro una clara noción de la ingeniería como una herramienta estratégica y básica para la transformación dinámica y planificada de nuestra economía y nuestra sociedad.

LA HISTORIA DOCUMENTADA

Aunque existe evidencia de la utilización de conocimientos técnicos por los aborígenes en la construcción de caminos, en el control de inundaciones, en la minería, la orfebrería y la alfarería, y por los conquistadores españoles en la construcción de caminos reales, murallas, fortificaciones e iglesias y en la explotación de minas, tales actividades no pueden asimilarse a la práctica de la ingeniería tal como se ha definido hasta ahora. Fue a partir de la segunda mitad del siglo XIX que surgió en el país la ingeniería como profesión. Al respecto anota Gabriel Poveda:¹

En realidad fue durante la década de 1.850 cuando comenzó a formarse entre las clases cultas de Bogotá y Medellín un concepto claro sobre la profesión de la ingeniería como una actividad permanente y de importancia para la elite social e intelectual del país. En grado muy alto ello fue el resultado de las labores del Colegio

¹ Poveda, R. G. (1993). Ingeniería e historia de las técnicas. Colección *Historia Social de la Ciencia en Colombia*, Tomos IV y V. Bogotá: Colciencias.

Militar, de la prédica de don Lino de Pombo,² de la iniciación de la Comisión Corográfica³ y de la apertura de obras públicas por los presidentes Tomas Cipriano de Mosquera y José Hilario López.

Por los siguientes cien años los ingenieros colombianos participaron activamente en el desarrollo minero e industrial del país, y en la construcción y mantenimiento de su infraestructura de transporte, servicios públicos y telecomunicaciones.

En transporte el mayor esfuerzo se centró en la construcción y operación de los ferrocarriles. Hacia finales del siglo XIX ya se contaba con más de 600 kilómetros en servicio. En 1.914 ese kilometraje se había duplicado gracias, en gran parte, a la prioridad que le asignó a esa actividad el presidente Rafael Reyes. El presidente Pedro Nel Ospina, a partir de 1.922, le dio un vigoroso impulso a la expansión ferroviaria y duplicó de nuevo la extensión de las vías férreas. Este esfuerzo fue continuado por los siguientes gobiernos, de tal manera que en 1.934 los ferrocarriles tenían 3.262 kilómetros en servicio. Infortunadamente, en esa misma década se inició su desmantelamiento que se continuó por los siguientes cuarenta años y llevó a que los ferrocarriles desaparecieran prácticamente como medio de transporte público de pasajeros y de carga.



Figura 2. El túnel de la Quebra (1876)
Ferrocarril de Antioquia

La construcción de carreteras tomó importancia con la invención del automóvil y

² Nacido en Cartagena en 1.797, estudió en la Universidad de Alcalá de Henares, en la Escuela de Ingenieros Militares de Zaragoza y en la Ecole des Ponts et Chaussées de París. Murió en Bogotá en 1.862.

³ Contratada con Agustín Codazzi para "formar una descripción completa de la Nueva Granada y levantar una carta general". Trabajó entre 1.850 y 1.859, año este último en que falleció Codazzi.

su importación al país. Las primeras se construyeron a comienzos de la segunda década del presente siglo. Ya en 1.925 existían aproximadamente 3.400 kilómetros de los cuales una cuarta parte estaban pavimentados. En cada una de las décadas de los años treinta y cuarenta se construyeron casi 10.000 kilómetros más, de tal forma que la extensión de la red carretable superaba los 20.000 kilómetros hacia la mitad del siglo XX.

En aspectos industriales, los ingenieros participaron desde comienzos del presente siglo en la instalación de maquinaria, el montaje de motores eléctricos, el diseño de fábricas y el acondicionamiento y reconstrucción de equipos, entre otras tareas técnicas. Hacia finales del primer cuarto de siglo, con el desarrollo industrial de la época, se abren nuevos campos de trabajo para ingenieros y técnicos en industrias como la textil, las trilladoras, las fundiciones, los ingenios azucareros, las de drogas y cosméticos, el vidrio, la madera, la cervecería, los curtidos, los licores y gaseosas, los alimentos y la fabricación de cemento.

Superada la crisis financiera de 1.929 - 1.932, el país emprendió otra fase de vigoroso crecimiento industrial en diversos sectores como el de alimentos, las grasas industriales, los materiales de construcción, los artículos de caucho, el metalmecánico, la siderurgia, la maquinaria agrícola y los existentes antes de la crisis. Esta expansión industrial se amplió aún más en la década de los años cuarenta y con ella la demanda por los conocimientos de los ingenieros.

Las telecomunicaciones merecen mención aparte. En 1.865, bajo el gobierno del tolimense Manuel Murillo Toro se instaló el servicio telegráfico en Colombia. En 1.884, ocho años después de que Graham Bell inventara el teléfono, se empezaron a instalar las primeras líneas telefónicas en Bogotá. En 1.913 se inició la radiotelegrafía (telegrafía sin hilos), que pronto instaló estaciones en decenas de ciudades del país. En 1.923 se instaló la primera estación internacional en Bogotá.

Con la nacionalización de las radiocomunicaciones en 1.943, y la fundación

de la Empresa Nacional de Radiocomunicaciones en 1.945, se ampliaron los servicios a diversas poblaciones. Este esfuerzo se continuaría por parte de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones, TELECOM, creada en 1.950, hasta finales de la década de los noventa cuando la apertura internacional, la competencia por parte de varias empresas prestadoras del servicio de larga distancia, de la telefonía celular y de las comunicaciones basadas en el computador, le presentaron un panorama incierto, sobre todo por la falta de preparación técnica y estratégica de su personal para enfrentar las nuevas circunstancias.

Bogotá ha contado con energía eléctrica desde 1.890, apenas ocho años después que Nueva York; le siguieron Bucaramanga, Barranquilla, Cartagena, Santa Marta y Medellín. En 1.932 se inauguró la primera gran central hidroeléctrica, la de Guadalupe para Medellín.



Figura 3. Represa de Guatapé (1932)

En sus comienzos, el servicio de energía eléctrica fue prestado por particulares, y en muchas de las ciudades con notables deficiencias. Para superar esos problemas, en 1.938 se estatizó su generación, conducción y distribución.

No podría cerrarse esta breve revisión del desarrollo ingenieril del país, entre la mitad del siglo XIX y la mitad del siglo XX, sin mencionar la aparición de la aeronavegación. En 1.919 se crearon en Medellín y Barranquilla las primeras compañías comerciales del país que fueron, a la vez, las primeras del mundo. La aviación comercial representó un importante campo de actividad y de aprendizaje para los técnicos nacionales y, en alguna medida, para los ingenieros colombianos de esa época.

LUEGO DE LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX

Este período se inicia con la construcción de la mayor empresa del país en ese momento: Acerías Paz del Río que se inaugura en 1.954. En 1.961 se inicia el ensamblaje de vehículos. Estas empresas, así como el importante desarrollo y diversificación de la industria, especialmente hasta los años setenta, amplían el campo de trabajo de los ingenieros. También se presentan mayores oportunidades en la construcción y pavimentación de carreteras, con los primeros préstamos del Banco Mundial en los años cincuenta, lo que origina la creación de firmas de ingeniería de consulta y construcción de obras civiles.

Otras obras que benefician el ejercicio de la profesión son las irrigaciones del Saldaña y el Coello, la hazaña que significó la construcción del ferrocarril del Magdalena, iniciada en 1.953 y terminada en 1.961, el ensanche de ECOPETROL, el sólido desarrollo de la petroquímica, la instalación de varias fabricas modernas como la de papel a partir del bagazo de la caña en Cali, la diversificación de la industria metalmecánica, la creación de ISA y la interconexión de los grandes centros de producción y consumo de energía eléctrica, la construcción de las grandes centrales hidroeléctricas de Chivor y Guatapé, el puente sobre el río Magdalena en Barranquilla, y el mejoramiento de la red vial que tiene hoy en día cerca de 60.000 kilómetros en servicio.

Quizás el factor que más ha influido la práctica y la enseñanza de la ingeniería, ha sido el computador. Apareció en la industria a finales de los años cincuenta y se difundió principalmente en el sector financiero. El microcomputador, que data de 1.975, fue rápidamente asimilado en todo el país como la más importante innovación instrumental del siglo XX. Con igual rapidez se empiezan a utilizar los multimedios y la enorme "autopista" y red de información de INTERNET, cambiando radicalmente la forma de obtener información y acceder a oportunidades de educación continuada desde el hogar y el lugar de trabajo.

Los ingenieros dedicados a la cartografía y la geodesia empiezan a reemplazar sus

tradicionales instrumentos por los sistemas de posicionamiento global, como sucedió a principios de los años setenta a las apreciadas reglas de cálculo y las tablas de logaritmos y de funciones trigonométricas, con la aparición de las primeras calculadoras electrónicas.

CIENCIA E INGENIERÍA⁴

Afanes similares, la búsqueda de logros humanísticos comunes, nos han permitido conocer, tratar, apreciar y admirar, en los últimos tiempos, a un selecto ramillete de prestigiosos hombres de ciencia. Supone un grato placer intercambiar experiencias, colaborar, trabajar a su lado. Desde formaciones muy distintas en enseñanzas y ambiente docente, y con preparaciones profesionales muy distantes entre sí, resulta esperanzador e incitante testimoniar este hecho y comprobar los cada vez mayores puntos de convergencia e intersección entre científicos e ingenieros, en cuanto se refiere principalmente a cuestiones tecnológicas y humanísticas.

Quizá antaño no fue así, a salvo de las excepciones ejemplares de siempre que confirman la regla. Durante generaciones, científicos e ingenieros se mostraron mutuamente recelosos, sin querer nadie dar un paso adelante para romper ese malentendimiento atávico de tan perniciosas consecuencias para todos. Han sido profesionales que durante mucho tiempo no osaron mirarse a los ojos, frente a frente, con nobleza y generosidad, para perdonarse a la vez sus interminables memoriales de agravios y fundirse en un quehacer común.

En un lado, envidias, incomprensiones, resentimientos de quien se sabe postergado económica y socialmente, en una sociedad cruel e injusta de tanto tienes, tanto vales. En el otro, soberbia y falso orgullo, cotos cerrados de clasismo profesional, desprecio e ignorancia hacia la problemática y apetencias del estamento hermano, complejo de superioridad, defensa a ultranza de sus competencias. En ambos, carencia absoluta de solidaridad y de sensibilidad ante los problemas del prójimo.

⁴ Tomado de "Reflexiones de un ingeniero", libro escrito por Juan José Alzugaray Aguirre, 1.999, pág. 21-24. Se presenta un análisis de la temática en el contexto español.

Las Facultades de Ciencias y las Escuelas Especiales de Ingeniería han vivido largo tiempo en estado permanente de guerra fría, sorda, larvada y estéril, con escaramuzas constantes, cada una en su casa, sin traspasar nunca el umbral del vecino para proyectar programas comunes o complementarios, que hubieran venido como lluvia mirífica a la sociedad.

Un fértil oasis en este pedregoso desierto de lacerantes incomprensiones ha sido siempre la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en España, que supo acoger en su seno con amor e inteligente interés, al no existir una Real Academia de la Ingeniería, a una pléyade de ilustres ingenieros. Algunos de elfos, como el genial santanderino Leonardo Torres Quevedo, llegó incluso a presidirla. En la actualidad, casi un tercio de sus académicos de número pertenecen a la Ingeniería. Bien hecho. Mas esta actitud ejemplar apenas tuvo imitadores por desgracia.

A los licenciados en Ciencias Exactas, Físicoquímicas y Naturales, recién estrenado el título, en cualquier época, les costaba lo suyo colocarse, aun en la era dorada del desarrollo de la década de los sesenta. Encaminaban sus pasos con preferencia a la investigación, en un país que presume de no querer inventar nada, donde mellaban prontamente sus ilusiones ante la esterilidad involuntaria de sus realizaciones y la estrechez de sus percepciones. Y a la enseñanza en Universidades, Institutos y Colegios privados, con mejor o peor fortuna, siempre dentro de unas limitaciones y dentro de un orden preestablecido. Los más afortunados se empleaban en empresas u organismos, claro está que afincados en laboratorios y departamentos especializados, sin trepar casi nunca a las elevadas cimas gerenciales, quizá por lagunas de formación estructural.

Mientras tanto los ingenieros constituían una clase mimada por la Sociedad. Copaban los puestos destacados en la Administración, impenetrables de todo punto para quien no poseyera el título específico de la especialidad requerida. Los más lanzados y preparados alcanzaban incluso cargos políticos de privilegio. Las empresas se disputaban con ferocidad a golpe de

talonario los primeros números de las Escuelas, todavía sin terminar el curso final. Solían ser el punto de mira interesado de muchas madres de clase media con hijas casaderas. Era un hecho entonces, aunque no fuese justo, que mirasen con displicencia y por encima del hombro a aquellos Licenciados en Ciencias Exactas que enseñaban matemáticas a sus hijos y a los físicos y químicos que ocupaban estratos inferiores en su fábrica u oficina. La falta de comprensión entre unos y otros ha sido casi total a lo largo del tiempo, con un equitativo reparto en los porcentajes de culpabilidad.

Desde hace unos lustros, afortunadamente, la situación ha experimentado una rotunda mutación por diversas y variadas circunstancias. La reducción del número de cursos en las enseñanzas de Ingeniería, con igualación a los de Ciencias. El ensanchamiento tan deseado en su día de los canales de acceso a las Escuelas Especiales, y la creación no menos deseada de Escuelas de Ingeniería en ciertas ciudades del país y distritos universitarios donde solamente existían Facultades de Ciencias.

La intercambiabilidad de profesores de unas y otras carreras en Facultades y Escuelas, conviviendo forzosamente problemas e inquietudes en los claustros. La masificación de algunas carreras de Ingeniería, muy caracterizadas, como las de Caminos e Industriales, en unos momentos dramáticos de paro, con pérdida clara de privilegios anteriores que han hecho barrer de cuajo orgullos ancestrales, y han obligado a los jóvenes ingenieros a agarrarse a lo que sea, en escalones o actividades inferiores a su preparación para poder subsistir, situaciones largamente conocidas y padecidas por muchos licenciados en Ciencias. La pérdida de nivel y calidad en las enseñanzas de Ingeniería, junto a un mantenimiento de las Ciencias. La superación de barreras y tabúes en las empresas, especialmente en las privadas, e incluso en la comunidad social, lo que ha permitido un mejor conocimiento y estima de científicos e ingenieros. La aparición de nuevas disciplinas científicas, con una mayor proyección práctica, como la Informática. La dedicación de una nutrida minoría de Ingenieros a tareas de enseñanza, codo a codo con científicos. La promoción de licenciados y doctores en Ciencias destacados

a cargos relevantes, como ministro, embajador, presidente de sociedades anónimas de rango, hecho antaño insólito. La necesidad perentoria de ayudarse unos y otros en infinidad de cuestiones y disciplinas.

La existencia de las indicadas condiciones de cambio está favoreciendo esas colaboraciones presentadas y deseadas. Cada vez en mayor grado, la Sociedad conoce, juzga y valora al individuo por su eficacia, y menos por la especialidad de su preparación. Aunque no se trata tampoco de intercambiar por decreto, conviene decirlo, una profesión con otra, ya que poseen y deben poseer una formación y fines específicos muy distintos, sino de interesarlas en unos logros y metas comunes, a las que cada una de ellas ha de aportar de buen grado lo mejor de sí misma, sin falsos orgullos ya caducos, ni envidias y resentimientos que deben olvidarse por completo y para siempre.

La enunciación de algunas de estas tareas prioritarias comunes, justifica sobradamente la superación de los últimos vestigios de aquellas incomprensiones y recelos. La investigación y experimentación de productos sustitutivos de los derivados del petróleo, obtenidos a partir de otras fuentes energéticas. La contribución de la física nuclear a la producción de energía eléctrica. La aplicación creciente de la geología en la minería, prospección de gas y petróleo, agronomía y construcción civil. La realidad de una industria química potente. La influencia cada vez más apreciada de la meteorología en la calidad ambiental, agricultura, aeronáutica y navegación marítima. El obligado conocimiento de la astronomía para las conquistas del espacio sideral realizadas ya y las próximas que se intuyen. Las ayudas inestimables de la planificación, estadística e investigación operativa en todos y cada uno de los proyectos y realizaciones de la Ingeniería. El fascinante mundo futuro de la biogenética y de la bioingeniería. La necesidad de aunar esfuerzos para tener a punto una adecuada terminología técnica y científica, que salvaguarde un idioma de siglos de tradición, hablado y escrito por millones de personas. El desarrollo de la telemática y de la robótica, tecnologías que van a revolucionar sin duda al futuro de la humanidad. Y sobre todo, la urgencia de alcanzar un mayor nivel

de tecnología propia, mediante un incremento de la investigación aplicada, hoy tan deficiente en nuestro país.

Desde luego, nunca fue más cierto el tópico zarzuelero aquel que dice: hoy las ciencias adelantan que es una barbaridad. Y para esos adelantos científicos y tecnológicos que están ahí, a la espera de que engranen y recolecten, se requiere más que nunca que quienes ejercen las honrosas profesiones de Ciencias y de Ingeniería, sepan cada uno en su sitio y en su profesión, entenderse y ayudarse. Mirándose a los ojos, frente a frente, con nobleza, finura de espíritu y generosidad. Lo demás suele venir por añadidura.

(Hasta aquí el texto de Alzugaray)

PREMIOS A LA INGENIERÍA COLOMBIANA

La Sociedad Colombiana de Ingenieros otorga anualmente Premios a la Ingeniería Nacional, algunos de ellos cumpliendo con la voluntad de quienes los instituyeron y como reconocimiento a la excelencia de la ingeniería colombiana y de quienes la ejercen.

PREMIO NACIONAL DE INGENIERÍA

Este premio fue creado por la Ley 100 de 1937, con motivo de la celebración del “quincuagésimo año de labores ininterrumpidas de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. El premio se reglamentó con el Decreto 2194 de 1.969, siendo Presidente de la República Carlos Lleras Restrepo y Ministro de Obras Públicas Bernardo Garcés Córdoba.

El premio se entrega al Ingeniero colombiano que haya proyectado o terminado como jefe, dentro del país, en el año inmediatamente anterior, la obra material de mayor mérito científico y técnico, a juicio de la Sociedad Colombiana.

Para tener derecho al Premio se requiere: Ser colombiano y estar domiciliado en el país y estar matriculado como ingeniero de acuerdo a las disposiciones que reglamentan el ejercicio de la profesión. Las candidaturas podrán ser presentadas por entidades de derecho público, por las sociedades regionales de ingenieros o por los mismos interesados.

La presentación de la candidatura deberá hacerse mediante carta dirigida al Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, manifestando su intención de concursar, el título de la obras y el (los) nombres de (de los) concursante(s) y postulantes(s).

La fecha límite para la postulación al Premio Nacional de Ingeniería es en el mes de febrero. La presentación de la documentación correspondiente es hasta marzo y deberán ser radicados en la sede de la Sociedad Colombiana de Ingenieros (Cra. 4 10-41) Bogotá.

Los documentos que deben presentar son:

- Proyecto elaborado o aquel que sirvió de base para la ejecución de la obra, según el caso.
- Estudios, presupuestos, fotografías, especificaciones.
- Relación completa del personal técnico que intervino en la ejecución del proyecto de la obra, con indicación del número y denominación de la matrícula profesional.
- Certificación de la entidad o persona para quién se ejecutó el proyecto de la obra, sobre quienes fueron los autores de la misma.

PREMIO MANUEL PONCE DE LEÓN

Se entrega al alumno de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional en Bogotá que hubiere terminado sus estudios en los períodos académicos del año inmediatamente anterior al de su adjudicación y que haya obtenido el mayor de los puntajes de aquellos que superan el 92%. La presentación de la candidatura deberá hacerse mediante carta dirigida al Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, manifestando su intención de concursar, el título de la obras y el (los) nombres de (de los) concursante(s) y postulantes(s).

PREMIO LORENZO CODAZZI

Al autor del mejor trabajo que tienda al conocimiento del territorio colombiano, en el año inmediatamente anterior. La presentación de la candidatura deberá hacerse mediante carta dirigida al Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, manifestando su intención de concursar, acompañada de 2 ejemplares del trabajo.

PREMIO DIODORO SÁNCHEZ

Al Ingeniero Colombiano que haya concluido en el país en el año inmediatamente anterior, la obra más importante de ingeniería, o haya publicado el mejor libro sobre asuntos técnicos, económicos o históricos referentes a la Ingeniería Nacional. La presentación de la candidatura deberá hacerse mediante carta dirigida al Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, anexándole los siguientes documentos:

- Proyecto elaborado o aquel que sirvió de base para la ejecución de la obra, según el caso.
- Estudios, presupuestos, fotografías, especificaciones.
- Si se trata de una publicación, se adjuntarán 2 ejemplares de obra.

PREMIO ENRIQUE MORALES

Este premio se confiere al autor del mejor estudio o trabajo original elaborado en el año inmediatamente anterior, sobre Electrónica y obras de Ingeniería Eléctrica construida o proyectada en el país. La presentación de la candidatura deberá hacerse mediante carta dirigida al Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, adjuntando 2 ejemplares del trabajo.

PREMIO FUNDADORES S.C.I.

Al ingeniero o ingenieros socios, o a las Sociedades y Asociaciones Regionales o Correspondientes, que se hayan distinguido por su trabajo continuo, su cooperación, ejecutorias, iniciativas o realizaciones a favor de los nobles ideales y actividades para los cuales fue fundada la Sociedad Colombiana de Ingenieros. La presentación de la candidatura deberá hacerse mediante carta dirigida al Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

PREMIO GUILLERMO GONZÁLEZ ZULETA

Al Ingeniero o a la empresa de ingeniería que haya ejecutado los diseños, o la construcción de una o varias obras que muestren alto grado de excelencia en el diseño o construcción de estructuras, ya sean metálicas, de concreto reforzado, preesforzado o de materiales compuestos.

Para ser merecedor a este premio es necesario ser ingeniero colombiano titulado y con matrícula profesional expedida en Colombia, condiciones que se exigirán, así

mismo al representante legal cuando se trate de una empresa. En ningún caso el premio podrá otorgarse al Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, ni a los miembros de la Junta Directiva que se hallen en el desempeño de sus funciones.

Documentación requerida:

- Proyecto elaborado o aquel que sirvió de base para la ejecución de la obra, según el caso.
- Estudios, presupuestos, fotografías, especificaciones.

PREMIO LINO DE POMBO

Al estudiante matriculado en una Facultad de Ingeniería de cualquier universidad, pública o privada, acreditada por el Ministerio de Educación Nacional y que ejerza su actividad académica dentro del territorio nacional, que al terminar su último nivel de la carrera (ya sea durante el primer o segundo semestre del año calendario anterior) obtenga el máximo promedio acumulado de calificaciones entre todos sus compañeros desde el ingreso a la Facultad. La presentación de candidaturas deberá hacerse mediante copia del extracto del acta del Consejo Directivo de la Facultad enviada por el Decano de la universidad proponente a la Dirección Ejecutiva de la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

BECA EMILIO ROBLEDO CORREA

Al estudiante que haya obtenido el mayor promedio de calificaciones desde su ingreso hasta el nivel sexto del programa de ingeniería civil de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Copia del extracto del acta de Consejo Directivo de la Facultad, en que conste que el candidato obtuvo el más alto promedio acumulado entre todos sus compañeros desde su ingreso, enviada por el Decano de la Facultad de Minas de las Universidad Nacional de Medellín a la Dirección Ejecutiva de la Sociedad Colombiana de Ingenieros. En dicha acta figurarán los nombres de los estudiantes que ocupen el primer puesto según el promedio acumulado al completar el nivel sexto en los dos semestres del mismo año calendario.

MEDALLA AL MÉRITO CIUDADANO

Como reconocimiento a los ciudadanos nacionales o extranjeros que se hayan distinguido por sus ejecutorias y logros en bien de la comunidad y de la ingeniería y que armonice con los objetivos de la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

Los candidatos serán presentados por cinco socios activos de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, mediante carta dirigida a la Junta Directiva, la cual determinará quién o quiénes serán galardonados. La fecha límite para presentar los trabajos y postularse para cada uno de los anteriores Premios, es el mes de marzo. La documentación se entregará en la Sede Julio Garavito en Bogotá (Cra. 4 10 - 41).

Los premios serán entregados en mayo durante la Sesión Solemne de la Sociedad, fecha en la que se celebra los 122 años de su fundación.

Ω

LEY 842 DE 2003

(Octubre 9)

Por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones.

El Congreso de Colombia

DECRETA:

TÍTULO I. GENERALIDADES

CAPÍTULO I. Definición y alcances

Artículo 1º. *Concepto de ingeniería.* Se entiende por ingeniería toda aplicación de las ciencias físicas, químicas y matemáticas; de la técnica industrial y en general, del ingenio humano, a la utilización e invención sobre la materia.

Artículo 2º. *Ejercicio de la ingeniería.* Para los efectos de la presente ley, se entiende como ejercicio de la ingeniería, el desempeño de actividades tales como:

- a) Los estudios, la planeación, el diseño, el cálculo, la programación, la asesoría, la consultoría, la interventoría, la construcción, el mantenimiento y la administración de construcciones de edificios y viviendas de toda índole, de puentes, presas, muelles, canales, puertos, carreteras, vías urbanas y rurales, aeropuertos, ferrocarriles, teleféricos, acueductos, alcantarillados, riesgos, drenajes y pavimentos; oleoductos, gasoductos, poliductos y en general líneas de conducción y transporte de hidrocarburos; líneas de transmisión eléctrica y en general todas aquellas obras de infraestructura para el servicio de la comunidad;
- b) Los estudios, proyectos, diseños y procesos industriales, textiles, electromecánicos, termoeléctricos, energéticos, mecánicos, eléctricos, electrónicos, de computación, de sistemas, teleinformáticos, agroindustriales, agronómicos, agrícolas, agrológicos, de alimentos, agrometeorológicos, ambientales, geofísicos, forestales, químicos, metalúrgicos, mineros, de petróleos, geológicos, geodésicos, geográficos, topográficos e hidrológicos;

- c) La planeación del transporte aéreo, terrestre y náutico y en general, todo asunto relacionado con la ejecución o desarrollo de las tareas o actividades de las profesiones especificadas en los subgrupos 02 y 03 de la Clasificación Nacional de Ocupaciones o normas que la sustituyan o complementen, en cuanto a la ingeniería, sus profesiones afines y auxiliares se refiere. También se entiende por ejercicio de la profesión para los efectos de esta ley, el presentarse o anunciarse como ingeniero o acceder a un cargo de nivel profesional utilizando dicho título.

Parágrafo. La instrucción, formación, enseñanza, docencia o cátedra dirigida a los estudiantes que aspiren a uno de los títulos profesionales, afines o auxiliares de la Ingeniería, en las materias o asignaturas que impliquen el conocimiento de la profesión, como máxima actividad del ejercicio profesional, solo podrá ser impartida por profesionales de la ingeniería, sus profesiones afines o sus profesiones auxiliares, según el caso, debidamente matriculados.

Artículo 3º. *Profesiones Auxiliares de la Ingeniería.* Se entiende por Profesiones Auxiliares de la Ingeniería, aquellas actividades que se ejercen en nivel medio, como auxiliares de los ingenieros, amparadas por un título académico en las modalidades educativas de formación técnica y tecnológica profesional, conferido por instituciones de educación superior legalmente autorizadas, tales como: Técnicos y tecnólogos en obras civiles, técnicos y tecnólogos laboratoristas, técnicos y tecnólogos constructores, técnicos y tecnólogos en topografía, técnicos y tecnólogos en minas, técnicos y tecnólogos delineantes en ingeniería, técnicos y

tecnólogos en sistemas o en computación, analistas de sistemas y programadores, técnicos y tecnólogos en alimentos, técnicos y tecnólogos industriales, técnicos y tecnólogos hidráulicos y sanitarios, técnicos y tecnólogos teleinformáticos, técnicos y tecnólogos agroindustriales y los maestros de obras de construcción en sus diversas modalidades, que demuestren una experiencia de más de diez (10) años en actividades de la construcción, mediante certificaciones expedidas por ingenieros y/o arquitectos debidamente matriculados y, excepcionalmente, por las autoridades de obras públicas y/o de planeación, municipales.

Artículo 4°. *Profesiones afines.* Son profesiones afines a la ingeniería, aquellas que siendo del nivel profesional, su ejercicio se desarrolla en actividades relacionadas con la ingeniería en cualquiera de sus áreas, o cuyo campo ocupacional es conexo a la ingeniería, tales como: La Administración de Obras Civiles, la Construcción en Ingeniería y Arquitectura; la Administración de Sistemas de Información; la Administración Ambiental y de los Recursos Naturales, la Bioingeniería y la Administración en Informática, entre otras.

Artículo 5°. *Ampliación de la clasificación nacional de ocupaciones.* En todo caso, el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia, podrá ampliar el alcance de las actividades a que se refiere la Clasificación Nacional de Ocupaciones en los Subgrupos 02 y 03 o norma que la sustituya o reforme, de acuerdo con las nuevas modalidades de los programas y títulos académicos en ingeniería y sus profesiones afines y auxiliares que se presenten en el país.

TÍTULO II EJERCICIO DE LA INGENIERÍA, DE SUS PROFESIONES AFINES Y AUXILIARES

CAPÍTULO I Requisitos para ejercer la ingeniería, sus profesiones afines y auxiliares

Artículo 6°. *Requisitos para ejercer la profesión.* Para poder ejercer legalmente la Ingeniería, sus profesiones afines o sus profesiones auxiliares en el territorio nacional, en las ramas o especialidades

regidas por la presente ley, se requiere estar matriculado o inscrito en el Registro Profesional respectivo, que seguirá llevando el Copnia, lo cual se acreditará con la presentación de la tarjeta o documento adoptado por este para tal fin.

Parágrafo. En los casos en que los contratantes del sector público o privado, o cualquier usuario de los servicios de ingeniería, pretendan establecer si un profesional se encuentra legalmente habilitado o no, para ejercer la profesión, podrán sin perjuicio de los requisitos establecidos en el presente artículo, requerir al Copnia la expedición del respectivo certificado de vigencia.

Artículo 7°. *Requisitos para obtener la matrícula y la tarjeta de matrícula profesional.* Sólo podrán ser matriculados en el Registro Profesional de Ingenieros y obtener tarjeta de matrícula profesional, para poder ejercer la profesión en el territorio nacional, quienes:

- a) Hayan adquirido el título académico de Ingeniero en cualquiera de sus ramas, otorgado por Instituciones de Educación Superior oficialmente reconocidas, de acuerdo con las normas vigentes;
- b) Hayan adquirido el título académico de Ingeniero en cualquiera de sus ramas, otorgado por Instituciones de Educación Superior que funcionen en países con los cuales Colombia haya celebrado tratados o convenios sobre reciprocidad de títulos, situación que debe ser avalada por el ICFES o por el organismo que se determine para tal efecto;
- c) Hayan adquirido el título académico de Ingeniero en cualquiera de sus ramas, otorgado por Instituciones de Educación Superior que funcionen en países con los cuales Colombia no haya celebrado tratados o convenios sobre reciprocidad de títulos; siempre y cuando hayan obtenido la homologación o convalidación del título académico ante las autoridades competentes, conforme con las normas vigentes sobre la materia.

Parágrafo 1°. Los títulos académicos de postgrado de los profesionales matriculados no serán susceptibles de inscripción en el registro profesional de ingeniería, por lo tanto, cuando se necesite acreditar tal

calidad, bastará con la presentación del título de postgrado respectivo, debidamente otorgado por universidad o institución autorizada por el Estado para tal efecto. Si el título de postgrado fue otorgado en el exterior, solo se aceptará debidamente consularizado o apostillado de acuerdo con las normas que rigen la materia.

Parágrafo 2°. La información que los profesionales aporten como requisitos de su inscripción en el registro profesional respectivo, solamente podrá ser afiliada por el Copnia para efectos del control y vigilancia del ejercicio profesional correspondiente, excepto cuando sea requerida por las demás autoridades de fiscalización y control para lo de su competencia o cuando medie orden judicial.

Artículo 8°. *Requisitos para obtener el certificado de inscripción profesional.* Sólo podrán ser matriculados en el Registro Profesional respectivo y obtener certificado de inscripción profesional y su respectiva tarjeta, para poder ejercer alguna de las profesiones afines o de las profesiones auxiliares de la ingeniería en el territorio nacional, quienes:

- a) Hayan adquirido el título académico en alguna de sus profesiones afines o de las profesiones auxiliares de la ingeniería, otorgado por instituciones de Educación Superior oficialmente reconocidas, de acuerdo con las normas vigentes;
- b) Hayan adquirido el título académico en alguna de las profesiones afines o de las profesiones auxiliares de la ingeniería, otorgado por instituciones de Educación Superior que funcionen en países con los cuales Colombia haya celebrado tratados o convenios sobre reciprocidad de títulos;
- c) Hayan adquirido el título académico en alguna de las profesiones afines o de las profesiones auxiliares de la ingeniería, otorgado por instituciones de Educación Superior que funcionen en países con los cuales Colombia no haya celebrado tratados o convenios sobre reciprocidad de títulos; siempre y cuando hayan obtenido la homologación o convalidación del título académico ante las autoridades competentes, de acuerdo con las normas vigentes.

Artículo 9°. *Procedimiento de inscripción y*

matrícula. Para obtener la matrícula profesional o el certificado de que trata la presente ley, el interesado deberá presentar ante el Consejo Profesional Seccional o Regional de ingeniería del domicilio de la Universidad o Institución que otorgó el título, el original correspondiente con su respectiva acta de grado, fotocopia del documento de identidad y el recibo de consignación de los derechos que para el efecto fije el Copnia. Verificados los requisitos, el Seccional o Regional correspondiente, otorgará la matrícula o el certificado, según el caso, el cual deberá ser confirmado por el Consejo Nacional de Ingeniería en la sesión ordinaria siguiente a su recibo, ordenando la expedición del documento respectivo.

Artículo 10. Para efectos de la inscripción o matrícula, toda Universidad o Institución de Educación Superior que otorgue títulos correspondientes a las profesiones aquí reglamentadas, deberá remitir de oficio o por requerimiento del Copnia, el listado de graduandos cada vez que este evento ocurra, tanto al Consejo Seccional o Regional de su domicilio, como al Consejo Nacional de Ingeniería, respectivamente.

Artículo 11. *Posesión en cargos, suscripción de contratos o realización de dictámenes técnicos que impliquen el ejercicio de la ingeniería.* Para poder tomar posesión de un cargo público o privado, en cuyo desempeño se requiera el conocimiento o el ejercicio de la ingeniería o de alguna de sus profesiones afines o auxiliares; para participar en licitaciones públicas o privadas cuyo objeto implique el ejercicio de la ingeniería en cualquiera de sus ramas; para suscribir contratos de ingeniería y para emitir dictámenes sobre aspectos técnicos de la ingeniería o de algunas de sus profesiones auxiliares ante organismos estatales o personas de carácter privado, jurídicas o naturales; para presentarse o utilizar el título de Ingeniero para acceder a cargos o desempeños cuyo requisito sea poseer un título profesional, se debe exigir la presentación, en original, del documento que acredita la inscripción o el registro profesional de que trata la presente ley.

Artículo 12. *Experiencia profesional.* Para los efectos del ejercicio de la ingeniería o de alguna de sus profesiones afines o auxiliares,

la experiencia profesional solo se computará a partir de la fecha de expedición de la matrícula profesional o del certificado de inscripción profesional, respectivamente. Todas las matrículas profesionales, certificados de inscripción profesional y certificados de matrícula otorgados con anterioridad a la vigencia de la presente ley conservan su validez y se presumen auténticas.

CAPÍTULO II

Del ejercicio ilegal de la ingeniería y de sus profesiones afines y auxiliares

Artículo 13. Ejercicio ilegal de la profesión. Ejerce ilegalmente la profesión de la Ingeniería, de sus profesiones afines o de sus profesiones auxiliares y por lo tanto incurrirá en las sanciones que decreta la autoridad penal, administrativa o de policía correspondiente, la persona que sin cumplir los requisitos previstos en esta ley o en normas concordantes, practique cualquier acto comprendido en el ejercicio de estas profesiones. En igual infracción incurrirá la persona que, mediante avisos, propaganda, anuncios profesionales, instalación de oficinas, fijación de placas murales o en cualquier otra forma, actúe, se anuncie o se presente como Ingeniero o como Profesional Afín o como Profesional Auxiliar de la Ingeniería, sin el cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente ley.

Parágrafo. También incurre en ejercicio ilegal de la profesión, el profesional de la ingeniería, de alguna de sus profesiones afines o profesiones auxiliares, que estando debidamente inscrito en el registro profesional de ingeniería, ejerza la profesión estando suspendida su matrícula profesional, certificado de inscripción profesional o certificado de matrícula, respectivamente.

Artículo 14. Encubrimiento del ejercicio ilegal de la profesión. El servidor público que en el ejercicio de su cargo, autorice, facilite, patrocine, encubra o permita el ejercicio ilegal de la ingeniería o de alguna de sus profesiones afines o auxiliares, incurrirá en falta disciplinaria, sancionable de acuerdo con las normas legales vigentes.

Parágrafo. Si quien permite, o encubre el ejercicio de la profesión, por parte de quien

no reúne los requisitos establecidos en la presente ley, está matriculado o inscrito como ingeniero o profesión afín o auxiliar, podrá ser suspendido del ejercicio legal de la profesión hasta por el término de 5 años.

Artículo 15. Sanciones. El particular que viole las disposiciones de la presente ley incurrirá, sin perjuicio de las sanciones penales y de policía, en multa de dos (2) a cincuenta (50) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Parágrafo. Las multas que se impongan como sanción por el incumplimiento de la presente ley y sus normas reglamentarias, deberán consignarse a favor del Tesoro Municipal del lugar donde se cometa la infracción y serán impuestas por el respectivo Alcalde Municipal o por quien haga sus veces, mediante la aplicación de las normas de procedimiento establecidas para la investigación y sanción de las contravenciones especiales, según el Código Nacional de Policía o norma que lo sustituya o modifique.

Artículo 16. Aviso del ejercicio ilegal de la ingeniería. El Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia, deberá dar aviso a todas las empresas relacionadas con la ingeniería o que utilicen los servicios de ingenieros, de la denuncia que se instaure contra cualquier persona por ejercer ilegalmente la ingeniería' utilizando todos los medios a su alcance para que se impida tal infracción, con el fin de proteger a la sociedad del eventual riesgo a que este hecho la somete.

Artículo 17. Responsabilidad de las personas jurídicas y de sus representantes. La sociedad, firma, empresa u organización profesional, cuyas actividades comprendan, en forma exclusiva o parcial, alguna o algunas de aquellas que correspondan al ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines o de sus profesiones auxiliares, está obligada a incluir en su nómina permanente, como mínimo, a un profesional matriculado en la carrera correspondiente al objeto social de la respectiva persona jurídica.

Parágrafo. Al representante legal de la persona jurídica que omite el cumplimiento de lo dispuesto en el presente artículo se le aplicarán las sanciones previstas para el

ejercicio ilegal de profesión y oficio reglamentado, mediante la aplicación del procedimiento establecido para las contravenciones especiales de policía o aquel que lo sustituya.

Artículo 18. *Dirección de labores de ingeniería.* Todo trabajo relacionado con el ejercicio de la Ingeniería, deberá ser dirigido por un ingeniero inscrito en el registro profesional de ingeniería y con tarjeta de matrícula profesional en la rama respectiva.

Parágrafo. Cuando la obra se trate de aquellas a las que se refiere la Ley 400 de 1997, además de los requisitos establecidos en la presente ley, se deberá cumplir con los establecidos en tal régimen o en la norma que lo sustituya, so pena de incurrir en las sanciones previstas por violación del Código de Ética y el correcto ejercicio de la profesión.

Artículo 19. *Dictámenes periciales.* El cargo o la función de perito, cuando el dictamen comprenda cuestiones técnicas de la ingeniería, de sus profesiones afines o de sus profesiones auxiliares, se encomendará al profesional cuya especialidad corresponda a la materia del dictamen.

Artículo 20. *Propuestas y contratos.* Las propuestas que se formulen en las licitaciones y concursos abiertos por entidades públicas del orden nacional, seccional o local, para la adjudicación de contratos cuyo objeto implique el desarrollo de las actividades catalogadas como ejercicio de la ingeniería, deberán estar avalados, en todo caso, cuando menos, por un ingeniero inscrito y con tarjeta de matrícula profesional en la respectiva rama de la ingeniería.

En los contratos que se celebren como resultado de la licitación o del concurso, los contratistas tendrán la obligación de encomendar los estudios, la dirección técnica, la ejecución de los trabajos o la interventoría, a profesionales inscritos en el registro profesional de ingeniería, acreditados con la tarjeta de matrícula profesional o, excepcionalmente, con la constancia o certificado de su vigencia.

Parágrafo. Lo dispuesto en este artículo se

aplicará en todas sus partes, tanto a las propuestas que se presenten, como a los contratos de igual naturaleza y que, con el mismo objetivo, se celebren con las sociedades de economía mixta y con los establecimientos públicos y empresas industriales o comerciales del orden nacional, departamental, distrital o municipal y aquellas descentralizadas por servicios.

Artículo 21. *Denuncia del ejercicio ilegal de la ingeniería.* El Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia, denunciará y publicará por los medios a su alcance el ejercicio ilegal de la profesión de que tenga conocimiento, con el fin de proteger a la sociedad del eventual riesgo a que este hecho la somete.

CAPÍTULO III

De los profesionales extranjeros

Artículo 22. En las construcciones, consultorías, estudios, proyectos, cálculos, diseños, instalaciones, montajes, interventorías, asesorías y demás trabajos relacionados con el ejercicio de las profesiones a las que se refiere la presente ley, la participación de los profesionales extranjeros no podrá ser superior a un veinte por ciento (20%) de su personal de ingenieros o profesionales auxiliares o afines colombianos, sin perjuicio de la aplicación de las normas laborales vigentes.

Parágrafo. Cuando previa autorización del Ministerio de Trabajo y tratándose de personal estrictamente técnico o científico indispensable, fuere necesaria una mayor participación de profesionales extranjeros que la establecida anteriormente, el patrono o la firma o entidad que requiera tal labor, dispondrá de un (1) año contado a partir de la fecha de la iniciación de labores, para suministrar adecuada capacitación a los profesionales nacionales, con el fin de reemplazar a los extranjeros, hasta completar el mínimo de ochenta por ciento (80%) de nacionales.

Artículo 23. *Permiso temporal para ejercer sin matrícula a personas tituladas y domiciliadas en el exterior.* Quien ostente el título académico de ingeniero o de profesión auxiliar o afín de las profesiones aquí reglamentadas, esté domiciliado en el

exterior y pretenda vincularse bajo cualquier modalidad contractual para ejercer temporalmente la profesión en el territorio nacional, deberá obtener del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia, un permiso temporal para ejercer sin matrícula profesional, certificado de inscripción profesional o certificado de matrícula, según el caso; el cual tendrá validez por un (1) año y podrá ser renovado discrecionalmente por el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia, siempre, hasta por el plazo máximo del contrato o de la labor contratada, previa presentación de solicitud suficientemente motivada, por parte de la empresa contratante o por el profesional interesado o su representante; título o diploma debidamente consularizado o apostillado, según el caso; fotocopia del contrato que motiva su actividad en el país y el recibo de consignación de los derechos respectivos.

Parágrafo 1º. Los requisitos y el trámite establecidos en este artículo se aplicarán para todas las ramas de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, aunque tengan reglamentación especial y será otorgado por el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia, exclusivamente. La autoridad competente otorgará la visa respectiva, sin perjuicio del permiso temporal de que trata el presente artículo.

Parágrafo 2º. Se eximen de la obligación de tramitar el Permiso Temporal a que se refiere el presente Artículo, los profesionales extranjeros invitados a dictar conferencias, seminarios, simposios, congresos, talleres de tipo técnico o científico, siempre y cuando no tengan carácter permanente.

Parágrafo 3º. Si el profesional beneficiario del permiso temporal pretende laborar de manera indefinida en el país, deberá homologar el título de acuerdo con las normas que rigen la materia y tramitar la matrícula profesional o el certificado de inscripción profesional, según el caso.

TÍTULO III DEL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA Y SUS CORRESPONDIENTES REGIONALES O SECCIONALES

CAPÍTULO I Denominación, naturaleza jurídica, integración y funciones

Artículo 24. *Consejo Profesional Nacional de Ingeniería.* En adelante el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería y sus Profesiones Auxiliares, se denominará Consejo Profesional Nacional de Ingeniería y su sigla será "Copnia" y tendrá su sede principal en Bogotá.

Artículo 25. *Rentas y patrimonio.* Las rentas y el patrimonio del Copnia, estarán conformados por los recursos públicos que en actualidad posea, o que haya adquirido la Nación para su funcionamiento; por los recursos provenientes del cobro de certificados y constancias en ejercicio de sus funciones, cuyo valor será fijado de manera razonable de acuerdo con su determinación; por los recursos provenientes de los servicios a derechos de matrícula, tarjetas y permisos temporales. La tasa se distribuirá en forma equitativa entre los usuarios a partir de criterios relevantes que reconozcan los costos económicos requeridos, en las condiciones que fije el reglamento que adopte el Gobierno Nacional, derechos que no podrán exceder de la suma 1 SMLV.

Parágrafo. Para ejercer su función de policía administrativa, contará con el apoyo, cuando así lo solicite, de las autoridades administrativas y de policía, nacionales, seccionales y locales, según el caso.

Artículo 26. *Funciones específicas del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia.* El Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia, tendrá como funciones específicas las siguientes:

- a) Dictar su propio reglamento interno y el de los Consejos Seccionales o Regionales;
- b) Confirmar, aclarar, derogar o revocar las resoluciones de aprobación o denegación de expedición de matrículas profesionales, de certificados de inscripción profesional y de certificados de matrícula profesional, a profesionales de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesionales auxiliares, respectivamente, expedidas por los Consejos Seccionales o Regionales;
- c) Expedir las tarjetas de matrícula, de certificados de inscripción profesional y de certificado de matrícula a los ingenieros,

profesionales afines y profesionales auxiliares de la ingeniería, respectivamente;

- d) Resolver en única instancia sobre la expedición o cancelación de los permisos temporales;
- e) Denunciar ante las autoridades competentes las violaciones al ejercicio legal de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares;
- f) Denunciar ante las autoridades competentes los delitos y contravenciones de que tenga conocimiento con ocasión de sus funciones;
- g) Resolver en segunda instancia, los recursos que se interpongan contra las determinaciones que pongan fin a las actuaciones de primera instancia de los Consejos Seccionales o Regionales;
- h) Implementar y mantener, dentro de las técnicas de la informática y la tecnología moderna, el registro profesional de ingeniería correspondiente a los profesionales de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares;
- i) Emitir conceptos y responder consultas sobre aspectos relacionados con el ejercicio de la ingeniería, sus profesiones afines y sus profesiones auxiliares, cuando así se le solicite para cualquier efecto legal o profesional;
- j) Servir de cuerpo consultivo oficial del Gobierno, en todos los asuntos inherentes a la reglamentación de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares;
- k) Establecer el valor de los derechos provenientes del cobro de certificados y constancias, el cual será fijado de manera razonable de acuerdo con su determinación; y de los recursos provenientes por los servicios de derecho de matrícula, tarjetas y permisos temporales. La tasa se distribuirá en forma equitativa entre los usuarios a partir de criterios relevantes que recuperan los costos del servicio; en las condiciones que fije el reglamento que adopte el Gobierno Nacional, señalando el sistema y el método, para definir la recuperación de los costos de los servicios que se prestan a los usuarios o la participación de los servicios que se les proporcionan y la forma de hacer su reparto según el artículo 338 de la

Constitución Política, derechos que no podrán exceder de la suma equivalente a un salario mínimo legal mensual vigente;

- l) Aprobar y ejecutar, en forma autónoma, el presupuesto del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia, y el de los Consejos Regionales o Seccionales;
- m) Con el apoyo de las demás autoridades administrativas y de policía, inspeccionar, vigilar y controlar el ejercicio profesional de las personas naturales o jurídicas que ejerzan la ingeniería o alguna de sus profesiones auxiliares;
- n) Crear, reestructurar o suprimir sus Consejos Regionales o Seccionales, de acuerdo con las necesidades propias de la función de inspección, control y vigilancia del ejercicio profesional y las disponibilidades presupuestales respectivas;
- o) Adoptar su propia planta de personal de acuerdo con sus necesidades y determinación;
- p) Velar por el cumplimiento de la presente ley y de las demás normas que la reglamenten y complementen;
- q) Presentar al Ministerio de Relaciones Exteriores, observaciones sobre la expedición de visas a ingenieros, profesionales afines y profesionales auxiliares de la ingeniería, solicitadas con el fin de ejercer su profesión en el país;
- r) Presentar al Ministerio de Educación Nacional, observaciones sobre la aprobación de los programas de estudios y establecimientos educativos relacionados con la ingeniería, las profesiones afines y las profesiones auxiliares de esta;
- s) Denunciar ante las autoridades competentes las violaciones de las disposiciones que reglamentan el ejercicio de la ingeniería, sus profesiones afines y sus profesiones auxiliares y solicitar de aquellas la imposición de las sanciones correspondientes;
- t) Atender las quejas o denuncias hechas sobre la conducta de los ingenieros, profesionales afines y profesionales auxiliares de la ingeniería, que violen los mandatos de la presente ley, del correcto ejercicio y del Código de Ética Profesional absolviendo o sancionando, oportunamente, a los profesionales investigados;
- u) Las demás que le señalen la ley y demás normas reglamentarias y

complementarias.

CAPÍTULO II

De los Consejos Regionales o Seccionales

Artículo 27. *Creación de los Consejos Seccionales y Regionales.* Facúltase al Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia, para que con el voto de la mayoría de los miembros de su Junta de Consejeros y mediante resolución motivada, suprima, fusione o cree sus respectivos Consejos Seccionales o regionales cuando lo estime conveniente, los cuales podrán no coincidir con la organización territorial de la República.

Parágrafo. En todo caso, con el lleno de los requisitos establecidos en el presente artículo el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, Copnia, podrá crear Consejos Regionales, donde las necesidades de la función de control, inspección y vigilancia lo exijan. Estos tendrán jurisdicción sobre dos o más departamentos.

Artículo 28. *Integración de la Junta de Consejeros Regional o Seccional.* Las Juntas de Consejeros Regionales o Seccionales estarán integradas de la siguiente manera:

1. El Gobernador del departamento en el cual funcione el Consejo Regional o Seccional, quien lo presidirá; pudiendo delegar, exclusivamente, en el Secretario de Obras Públicas del departamento o su reemplazo.
2. El Secretario de Educación del departamento sede o su delegado.
3. El Secretario de Planeación del departamento sede o quien haga sus veces, o su delegado.
4. El Rector o el Decano de ingeniería de una de las universidades o instituciones de Educación Superior del departamento sede, que otorguen título de ingeniero, o de profesiones afines o de alguna de sus profesiones auxiliares, elegido en junta convocada por el Copnia para tal fin, en caso que existan más de una.
5. El Presidente de una de las agremiaciones regionales de ingeniería, de sus profesiones afines o de sus profesiones auxiliares, elegido en junta convocada por el Copnia para tal fin, en el caso en que existan más de una en el departamento sede.

Parágrafo 1º. El período de los representantes elegidos en junta será de dos (2) años, pudiendo ser reelegidos solo para el período subsiguiente.

Parágrafo 2º. Los delegados deberán ser ingenieros de las ramas inspeccionadas, vigiladas y controladas por el Copnia, debidamente matriculados.

TÍTULO IV

CÓDIGO DE ÉTICA PARA EL EJERCICIO DE LA INGENIERÍA EN GENERAL Y SUS PROFESIONES AFINES Y AUXILIARES

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 29. *Postulados éticos del ejercicio profesional.* El ejercicio profesional de la Ingeniería en todas sus ramas, de sus profesiones afines y sus respectivas profesiones auxiliares, debe ser guiado por criterios, conceptos y elevados fines, que propendan a enaltecerlo; por lo tanto deberá estar ajustado a las disposiciones de las siguientes normas que constituyen su Código de Ética Profesional.

Parágrafo. El Código de Ética Profesional adoptado mediante la presente ley será el marco del comportamiento profesional del ingeniero en general, de sus profesionales afines y de sus profesionales auxiliares y su violación será sancionada mediante el procedimiento establecido en el presente título.

Artículo 30. Los ingenieros, sus profesionales afines y sus profesionales auxiliares, para todos los efectos del Código de Ética Profesional y su Régimen Disciplinario contemplados en esta ley, se denominarán "Los profesionales".

CAPÍTULO II

De los deberes y obligaciones de los profesionales

Artículo 31. *Deberes generales de los profesionales.* Son deberes generales de los profesionales los siguientes:

- a) Cumplir con los requerimientos, citaciones y demás diligencias que formule u ordene el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería respectivo o cualquiera de sus

Consejos Seccionales o Regionales;

- b) Custodiar y cuidar los bienes, valores, documentación e información que por razón del ejercicio de su profesión, se le hayan encomendado o a los cuales tenga acceso; impidiendo o evitando su sustracción, destrucción, ocultamiento o utilización indebidos, de conformidad con los fines a que hayan sido destinados;
- c) Tratar con respeto, imparcialidad y rectitud a todas las personas con quienes tenga relación con motivo del ejercicio de la profesión;
- d) Registrar en el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería respectivo o en alguno de sus Consejos Seccionales o Regionales, su domicilio o dirección de la residencia y teléfono, dando aviso oportuno de cualquier cambio;
- e) Permitir el acceso inmediato a los representantes del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería respectivo y autoridades de policía, a los lugares donde deban adelantar sus investigaciones y el examen de los libros, documentos y diligencias correspondientes, así como prestarles la necesaria colaboración para el cumplido desempeño de sus funciones;
- f) Denunciar los delitos, contravenciones y faltas contra este Código de Ética, de que tuviere conocimiento con ocasión del ejercicio de su profesión, aportando toda la información y pruebas en su poder;
- g) Los demás deberes incluidos en la presente ley y los indicados en todas las normas legales y técnicas relacionados con el ejercicio de su profesión.

Artículo 32. Prohibiciones generales a los profesionales. Son prohibiciones generales a los profesionales:

- a) Nombrar, elegir, dar posesión o tener a su servicio, para el desempeño de un cargo privado o público que requiera ser desempeñado por profesionales de la ingeniería o alguna de sus profesiones afines o auxiliares, en forma permanente o transitoria, a personas que ejerzan ilegalmente la profesión;
- b) Permitir, tolerar o facilitar el ejercicio ilegal de las profesiones reguladas por esta ley;
- c) Solicitar o aceptar comisiones en dinero o en especie por concepto de adquisición de bienes y servicios para su cliente, sociedad, institución, etc., para el que

preste sus servicios profesionales, salvo autorización legal o contractual;

- d) Ejecutar actos de violencia, malos tratos, injurias o calumnias contra superiores, subalternos, compañeros de trabajo, socios, clientes o funcionarios del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería respectivo o alguno de sus Consejos Regionales o Seccionales;
- e) Ejecutar en el lugar donde ejerza su profesión, actos que atenten contra la moral y las buenas costumbres;
- f) El reiterado e injustificado incumplimiento de las obligaciones civiles, comerciales o laborales, que haya contraído con ocasión del ejercicio de su profesión o de actividades relacionadas con este;
- g) Causar, intencional o culposamente, daño o pérdida de bienes, elementos, equipos, herramientas o documentos que hayan llegado a su poder por razón del ejercicio de su profesión;
- h) Proferir, en actos oficiales o privados relacionados con el ejercicio de la profesión, expresiones injuriosas o calumniosas contra el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, los miembros de la Junta de Consejeros o sus funcionarios; contra cualquier autoridad relacionada con el ámbito de la ingeniería o contra alguna de sus agremiaciones o sus directivas;
- i) Incumplir las decisiones disciplinarias que imponga el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería respectivo u obstaculizar su ejecución;
- j) Solicitar o recibir directamente o por interpuestos, gratificaciones, dádivas o recompensas en razón del ejercicio, salvo autorización contractual o legal;
- k) Participar en licitaciones, concursar o suscribir contratos estatales cuyo objeto esté relacionado con el ejercicio de la ingeniería, estando incurrido en alguna de las inhabilidades e incompatibilidades que establece la Constitución y la ley;
- l) Las demás prohibiciones incluidas en la presente ley y normas que la complementen y reglamenten.

Artículo 33. Deberes especiales de los profesionales para con la sociedad. Son deberes especiales de los profesionales para con la sociedad:

- a) Interesarse por el bien público, con el

- objeto de contribuir con sus conocimientos, capacidad y experiencia para servir a la humanidad;
- b) Cooperar para el progreso de la sociedad, aportando su colaboración intelectual y material en obras culturales, ilustración técnica, ciencia aplicada e investigación científica;
 - c) Aplicar el máximo de su esfuerzo en el sentido de lograr una clara expresión hacia la comunidad de los aspectos técnicos y de los asuntos relacionados con sus respectivas profesiones y su ejercicio;
 - d) Estudiar cuidadosamente el ambiente que será afectado en cada propuesta de tarea, evaluando los impactos ambientales en los ecosistemas involucrados, urbanizados o naturales, incluido el entorno socioeconómico, seleccionando la mejor alternativa para contribuir a un desarrollo ambientalmente sano y sostenible, con el objeto de lograr la mejor calidad de vida para la población;
 - e) Rechazar toda clase de recomendaciones en trabajos que impliquen daños evitables para el entorno humano y la naturaleza, tanto en espacios abiertos, como en el interior de edificios, evaluando su impacto ambiental, tanto en corto como en largo plazo;
 - f) Ejercer la profesión sin supeditar sus conceptos o sus criterios profesionales a actividades partidistas;
 - g) Ofrecer desinteresadamente sus servicios profesionales en caso de calamidad pública;
 - h) Proteger la vida y salud de los miembros de la comunidad, evitando riesgos innecesarios en la ejecución de los trabajos;
 - i) Abstenerse de emitir conceptos profesionales, sin tener la convicción absoluta de estar debidamente informados al respecto;
 - j) Velar por la protección de la integridad del patrimonio nacional.

Artículo 34. Prohibiciones especiales a los profesionales respecto de la sociedad. Son prohibiciones especiales a los profesionales respecto de la sociedad:

- a) Ofrecer o aceptar trabajos en contra de las disposiciones legales vigentes, o aceptar tareas que excedan la incumbencia que le otorga su título y su propia preparación;

- b) Imponer su firma, a título gratuito u oneroso, en planos, especificaciones, dictámenes, memorias, informes, solicitudes de licencias urbanísticas, solicitudes de licencias de construcción y toda otra documentación relacionada con el ejercicio profesional, que no hayan sido estudiados, controlados o ejecutados personalmente;
- c) Expedir, permitir o contribuir para que se expidan títulos, diplomas, matrículas, tarjetas de matrícula profesional; certificados de inscripción profesional o tarjetas de certificado de inscripción profesional y/o certificados de vigencia de matrícula profesional, a personas que no reúnan los requisitos legales o reglamentarios para ejercer estas profesiones o no se encuentren debidamente inscritos o matriculados;
- d) Hacer figurar su nombre en anuncios, membretes, sellos, propagandas y demás medios análogos junto con el de personas que ejerzan ilegalmente la profesión;
- e) iniciar o permitir el inicio de obras de construcción sin haber obtenido de la autoridad competente la respectiva licencia o autorización.

Artículo 35. Deberes de los profesionales para con la dignidad de sus profesiones. Son deberes de los profesionales de quienes trata este Código para con la dignidad de sus profesiones:

- a) Contribuir con su conducta profesional y con todos los medios a su alcance para que en el consenso público se preserve un exacto concepto de estas profesiones, de su dignidad y del alto respeto que merecen;
- b) Respetar y hacer respetar todas las disposiciones legales y reglamentaras que incidan en actos de estas profesiones, así como denunciar todas sus transgresiones;
- c) Velar por el buen prestigio de estas profesiones;
- d) Sus medios de propaganda deberán ajustarse a las reglas de la prudencia y al decoro profesional, sin hacer uso de medios de publicidad con avisos exagerados que den lugar a equívocos sobre su especialidad o idoneidad profesional.

Artículo 36. Prohibiciones a los profesionales respecto de la dignidad de sus profesiones.

Son prohibiciones a los profesionales respecto de la dignidad de sus profesiones:

- a) Recibir o conceder comisiones, participaciones u otros beneficios ilegales o injustificados con el objeto de gestionar, obtener o acordar designaciones de índole profesional o la encomienda de trabajo profesional.

Artículo 37. Deberes de los profesionales para con sus colegas y demás profesionales. Son deberes de los profesionales para con sus colegas y demás profesionales de la ingeniería:

- a) Abstenerse de emitir públicamente juicios adversos sobre la actuación de algún colega, señalando errores profesionales en que presuntamente haya incurrido, a no ser de que ello sea indispensable por razones ineludibles de interés general o, que se le haya dado anteriormente la posibilidad de reconocer y rectificar aquellas actuaciones y errores, haciendo dicho profesional caso omiso de ello;
- b) Obrar con la mayor prudencia y diligencia cuando se emitan conceptos sobre las actuaciones de los demás profesionales;
- c) Fijar para los colegas que actúen como colaboradores o empleados suyos, salarios, honorarios, retribuciones o compensaciones justas y adecuadas, acordes con la dignidad de las profesiones y la importancia de los servicios que prestan;
- d) Respetar y reconocer la propiedad intelectual de los demás profesionales sobre sus diseños y proyectos.

Artículo 38. Prohibiciones a los profesionales respecto de sus colegas y demás profesionales. Son prohibiciones a los profesionales, respecto de sus colegas y demás profesionales de la ingeniería:

- a) Utilizar sin autorización de sus legítimos autores y para su aplicación en trabajos profesionales propios, los estudios, cálculos, planos, diseños y software y demás documentación perteneciente a aquellos, salvo que la tarea profesional lo requiera, caso en el cual se deberá dar aviso al autor de tal utilización;
- b) Difamar, denigrar o criticar injustamente a sus colegas, o contribuir en forma directa o indirecta a perjudicar su reputación o la de sus proyectos o negocios con motivo de su actuación

profesional;

- c) Usar métodos de competencia desleal con los colegas;
- d) Designar o influir para que sean designados en cargos técnicos que deban ser desempeñados por los profesionales de que trata el presente Código, a personas carentes de los títulos y calidades que se exigen legalmente;
- e) Proponer servicios con reducción de precios, luego de haber conocido las propuestas de otros profesionales;
- f) Revisar trabajos de otro profesional sin conocimiento y aceptación previa del mismo, a menos que este se haya separado completamente de tal trabajo.

Artículo 39. Deberes de los profesionales para con sus clientes y el público en general. Son deberes de los profesionales para con sus clientes y el público en general:

- a) Mantener el secreto y reserva, respecto de toda circunstancia relacionada con el cliente y con los trabajos que para él se realizan, salvo obligación legal de revelarla o requerimiento del Consejo Profesional respectivo;
- b) Manejar con honestidad y pulcritud los fondos que el cliente le confiare con destino a desembolsos exigidos por los trabajos a su cargo y rendir cuentas claras, precisas y frecuentes. Todo ello independientemente y sin perjuicio de lo establecido en las leyes vigentes;
- c) Dedicar toda su aptitud y atender con la mayor diligencia y probidad, los asuntos encargados por su cliente;
- d) Los profesionales que dirijan el cumplimiento de contratos entre sus clientes y terceras personas, son ante todo asesores y guardianes de los intereses de sus clientes y en ningún caso, les es lícito actuar en perjuicio de aquellos terceros.

Artículo 40. Prohibiciones a los profesionales respecto de sus clientes y el público en general. Son prohibiciones a los profesionales respecto de sus clientes y el público en general:

- a) Ofrecer la prestación de servicios cuyo objeto, por cualquier razón de orden técnico, jurídico, reglamentario, económico o social, sea de dudoso o imposible cumplimiento, o los que por circunstancias de idoneidad personal, no pudiere satisfacer;

- b) Aceptar para su beneficio o el de terceros, comisiones, descuentos, bonificaciones u otras análogas ofrecidas por proveedores de equipos, insumos, materiales, artefactos o estructuras, por contratistas y/o por otras personas directamente interesadas en la ejecución de los trabajos que proyecten o dirijan, salvo autorización legal o contractual.

Artículo 41. *Deberes de los profesionales que se desempeñen en calidad de servidores públicos o privados.* Son deberes de los profesionales que se desempeñen en funciones públicas o privadas, los siguientes:

- a) Actuar de manera imparcial, cuando por las funciones de su cargo público o privado, sean responsables de fijar, preparar o evaluar pliegos de condiciones de licitaciones o concursos;
- b) Los profesionales que se hallen ligados entre sí por razón de jerarquía, ya sea en la administración pública o privada, se deben mutuamente, independiente y sin perjuicio de aquella relación, el respeto y el trato impuesto por su condición de colegas.

Artículo 42. *Prohibiciones a los profesionales que se desempeñen en calidad de servidores públicos o privados.* Son prohibiciones a los profesionales que se desempeñen en funciones públicas o privadas, las siguientes:

- a) Participar en el proceso de evaluación de tareas profesionales de colegas, con quienes se tuviese vinculación de parentesco, hasta el grado fijado por las normas de contratación pública, o vinculación societaria de hecho o de derecho. La violación de esta norma se imputará también al profesional que acepte tal evaluación;
- b) Los profesionales superiores jerárquicos, deben abstenerse de proceder en forma que desprestige o menoscabe a los profesionales que ocupen cargos subalternos al suyo;
- c) Cometer, permitir o contribuir a que se cometan actos de injusticia en perjuicio de otro profesional, tales como destitución, reemplazo, disminución de categoría, aplicación de penas disciplinarias, sin causa demostrada y justa.

Artículo 43. *Deberes de los profesionales en*

los concursos o licitaciones. Son deberes de los profesionales en los concursos o licitaciones:

- a) Los profesionales que se dispongan a participar en un concurso o licitación por invitación pública o privada y consideren que las bases pudieren transgredir las normas de la ética profesional, deberán denunciar ante el Consejo Profesional respectivo la existencia de dicha transgresión;
- b) Los profesionales que participen en un concurso o licitación están obligados a observar la más estricta disciplina y el máximo respeto hacia los miembros del jurado o junta de selección, los funcionarios y los demás participantes.

Artículo 44. *De las prohibiciones a los profesionales en los concursos o licitaciones.* Son prohibiciones de los profesionales en los concursos o licitaciones:

- a) Los profesionales que hayan actuado como asesores de la parte contratante en un concurso o licitación deberán abstenerse de intervenir directa o indirectamente en las tareas profesionales requeridas para el desarrollo del trabajo que dio lugar al mismo, salvo que su intervención estuviese establecida en las bases del concurso o licitación.

CAPÍTULO III

De las inhabilidades e incompatibilidades de los profesionales en el ejercicio de la profesión

Artículo 45. *Régimen de inhabilidades e incompatibilidades que afectan el ejercicio.* Incurrirán en faltas al régimen de inhabilidades e incompatibilidades y por lo tanto se les podrán imponer las sanciones a que se refiere esta ley:

- a) Los profesionales que actúen simultáneamente como representantes técnicos o asesores de más de una empresa que desarrolle idénticas actividades y en un mismo tema, sin expreso consentimiento y autorización de las mismas para tal actuación;
- b) Los profesionales que en ejercicio de sus actividades públicas o privadas hubiesen intervenido en determinado asunto, no podrán luego actuar o asesorar directa o indirectamente a la parte contraria en la misma cuestión;

- c) Los profesionales no deben intervenir como peritos o actuar en cuestiones que comprendan las inhabilidades e incompatibilidades generales de ley.

TÍTULO V RÉGIMEN DISCIPLINARIO

CAPÍTULO I Definición, principios y sanciones

Artículo 46. *Definición de falta disciplinaria.* Se entiende como falta que promueva la acción disciplinaria y en consecuencia, la aplicación del procedimiento aquí establecido, toda violación a las prohibiciones y al régimen de inhabilidades e incompatibilidades, al correcto ejercicio de la profesión o al cumplimiento de las obligaciones impuestas por el Código de Ética Profesional adoptado en virtud de la presente ley.

Artículo 47. *Sanciones aplicables.* Los Consejos Seccionales o Regionales de Ingeniería podrán sancionar a los profesionales responsables de la comisión de faltas disciplinarias con:

- a) Amonestación escrita;
- b) Suspensión en el ejercicio de la profesión hasta por cinco (5) años;
- c) Cancelación de la matrícula profesional, del certificado de inscripción profesional o del certificado de matrícula profesional.

Artículo 48. *Escala de sanciones.* Los profesionales de la ingeniería, de sus profesiones afines o de sus profesiones auxiliares, a quienes se les compruebe la violación de normas del Código de Ética Profesional adoptado en la presente ley, estarán sometidos a las siguientes sanciones por parte del Consejo Profesional de Ingeniería respectivo:

- a) Las faltas calificadas por el Consejo Regional o Seccional como leves, siempre y cuando el profesional disciplinado no registre antecedentes disciplinarios, darán lugar a la aplicación de la sanción de amonestación escrita;
- b) Las faltas calificadas por el Consejo Regional o Seccional como leves, cuando el profesional disciplinado registre antecedentes disciplinarios, darán lugar a la aplicación de la sanción de suspensión de la matrícula profesional hasta por el

término de seis (6) meses;

- c) Las faltas calificadas por el Consejo Regional o Seccional como graves, siempre y cuando el profesional disciplinado no registre antecedentes disciplinarios, darán lugar a la aplicación de la sanción de suspensión de la matrícula profesional por un término de seis meses a dos años;
- d) Las faltas calificadas por el Consejo Regional o Seccional como graves, cuando el profesional disciplinado registre antecedentes disciplinarios, darán lugar a la aplicación de la sanción de suspensión de la matrícula profesional por un término de dos a cinco años;
- e) Las faltas calificadas por el Consejo Regional o Seccional como gravísimas, siempre darán lugar a la aplicación de la sanción de cancelación de la matrícula profesional.

Artículo 49. *Faltas susceptibles de sanción disciplinaria.* Será susceptible de sanción disciplinaria todo acto u omisión del profesional, intencional o culposos, que implique violación de las prohibiciones; incumplimiento de las obligaciones; ejecución de actividades incompatibles con el decoro que exige el ejercicio de la ingeniería, de alguna de sus profesiones afines o de alguna de sus profesiones auxiliares; el ejercicio de actividades delictuosas relacionadas con el ejercicio de la profesión o el incumplimiento de alguno de los deberes que la profesión o las normas que la rigen le imponen.

Artículo 50. *Elementos de la falta disciplinaria.* La configuración de la falta disciplinaria deberá estar enmarcada dentro de los siguientes elementos o condiciones:

- a) La conducta o el hecho debe haber sido cometido por un profesional de la ingeniería, de alguna de sus profesiones afines o de alguna de sus profesiones auxiliares, debidamente matriculado;
- b) La conducta o el hecho debe ser intencional o culposos;
- c) El hecho debe haber sido cometido en ejercicio de la profesión o de actividades conexas o relacionadas con ésta;
- d) La conducta debe ser violatoria de deberes, prohibiciones, inhabilidades o incompatibilidades inherentes a la profesión de la ingeniería, de alguna de sus profesiones afines o de alguna de sus

profesiones auxiliares;

- e) La conducta debe ser apreciable objetivamente y procesalmente debe estar probada;
- f) La sanción disciplinaria debe ser la consecuencia lógica de un debido proceso, que se enmarque dentro de los postulados del art. 29 de la Constitución Política y específicamente, del régimen disciplinario establecido en esta ley.

Artículo 51. *Prevalencia de los principios rectores.* En la interpretación y aplicación del régimen disciplinario establecido prevalecerán, en su orden, los principios rectores que determina la Constitución Política, este código y el Código Contencioso Administrativo.

Artículo 52. *Criterios para determinar la gravedad o levedad de la falta disciplinaria.* El Consejo Profesional Seccional o Regional correspondiente de Ingeniería determinará si la falta es leve, grave o gravísima, de conformidad con los siguientes criterios:

- a) El grado de culpabilidad;
- b) El grado de perturbación a terceros o a la sociedad;
- c) La falta de consideración con sus clientes, patronos, subalternos y, en general, con todas las personas a las que pudiera afectar el profesional disciplinado con su conducta;
- d) La reiteración en la conducta;
- e) La jerarquía y mando que el profesional disciplinado tenga dentro de su entidad, sociedad, la persona jurídica a la que pertenece o representa, etc.;
- f) La naturaleza de la falta y sus efectos, según la trascendencia social de la misma, el mal ejemplo dado, la complicidad con otros profesionales y el perjuicio causado;
- g) Las modalidades o circunstancias de la falta, teniendo en cuenta el grado de preparación, el grado de participación en la comisión de la misma y el aprovechamiento de la confianza depositada en el profesional disciplinado;
- h) Los motivos determinantes, según se haya procedido por causas innobles o fútiles, o por nobles y altruistas;
- i) El haber sido inducido por un superior a cometerla;
- j) El confesar la falta antes de la formulación de cargos, haciéndose responsable de los perjuicios causados;

- k) Procurar, por iniciativa propia, resarcir el daño o compensar el perjuicio causado, antes de que le sea impuesta la sanción.

Artículo 53. *Faltas calificadas como gravísimas.* Se consideran gravísimas y se constituyen en causal de cancelación de la matrícula profesional, sin requerir la calificación que de ellas haga el Consejo respectivo, las siguientes faltas:

- a) Derivar, de manera directa o por interpuesta persona, indebido o fraudulento provecho patrimonial en ejercicio de la profesión, con consecuencias graves para la parte afectada;
- b) Obstaculizar, en forma grave, las investigaciones que realice el Consejo Profesional de Ingeniería respectivo;
- c) El abandono injustificado de los encargos o compromisos profesionales, cuando con tal conducta causen grave detrimento al patrimonio económico del cliente o se afecte, de la misma forma, el patrimonio público;
- d) La utilización fraudulenta de las hojas de vida de sus colegas para participar en concursos, licitaciones públicas, lo mismo que para suscribir los respectivos contratos;
- e) Incurrir en algún delito que atente contra sus clientes, colegas o autoridades de la República, siempre y cuando la conducta punible comprenda el ejercicio de la ingeniería o de alguna de sus profesiones auxiliares;
- f) Cualquier violación gravísima, según el criterio del Consejo respectivo, del régimen de deberes, obligaciones y prohibiciones que establecen el Código Ética y la presente ley.

Artículo 54. *Concurso de faltas disciplinarias.* El profesional que con una o varias acciones u omisiones infrinja varias disposiciones del Código de Ética Profesional o varias veces la misma disposición, quedará sometido a la que establezca la sanción más grave o, en su defecto, a una de mayor entidad.

Artículo 55. *Circunstancias que justifican la falta disciplinaria.* La conducta se justifica cuando se comete:

- a) Por fuerza mayor o caso fortuito;
- b) En estricto cumplimiento de un deber

legal;

- c) En cumplimiento de orden legítima de autoridad competente emitida con las formalidades legales.

Artículo 56. *Acceso al expediente.* El investigado tendrá acceso a la queja y demás partes del expediente disciplinario, solo a partir del momento en que sea escuchado en versión libre y espontánea o desde la notificación de cargos, según el caso.

Artículo 57. *Principio de imparcialidad.* El Consejo Profesional de Ingeniería respectivo, directamente o a través de sus Consejos Seccionales o Regionales, deberá investigar y evaluar, tanto los hechos y circunstancias desfavorables, como los favorables a los intereses del disciplinado.

Artículo 58. *Dirección de la función disciplinaria.* Corresponde al Presidente del Consejo Profesional de Ingeniería respectivo, la dirección de la función disciplinaria, sin perjuicio del impedimento de intervenir o tener injerencia en la investigación, en razón de tener que conocer en segunda instancia por vía de apelación o de consulta.

Artículo 59. *Principio de publicidad.* El Consejo Profesional de Ingeniería respectivo respetará y aplicará el principio de publicidad dentro de las investigaciones disciplinarias; no obstante, ni el quejoso, ni terceros interesados se constituirán en partes dentro de estas.

CAPÍTULO II

Procedimiento disciplinario

Artículo 60. *Iniciación del proceso disciplinario.* El proceso disciplinario de que trata el presente título se iniciará por queja interpuesta por cualquier persona natural o jurídica, la cual deberá formularse por escrito ante el Consejo Seccional o Regional del Consejo Profesional de Ingeniería respectivo, correspondiente a la jurisdicción territorial del lugar en que se haya cometido el último acto constitutivo de la falta o en defecto de este, ante el Consejo Seccional o Regional geográficamente más cercano.

Parágrafo 1°. No obstante, en los casos de público conocimiento o hecho notorio y cuya gravedad lo amerite, a juicio de la Junta de

Consejeros del Consejo Profesional Nacional respectivo, los Consejos Seccionales o Regionales deberán asumir la investigación disciplinaria de oficio.

Parágrafo 2°. La Asesoría Jurídica del Consejo Profesional de Ingeniería respectivo u oficina que haga sus veces, resolverá todos los casos de conflictos de competencias, decisión de única instancia y en contra de la cual no procederá recurso alguno.

Artículo 61. *Ratificación de la queja.* Recibida la queja por el Consejo Seccional o Regional, a través de la Secretaría procederá a ordenarse la ratificación bajo juramento de la queja y mediante auto, ordenará la investigación preliminar, con el fin de establecer si hay o no mérito para abrir investigación formal disciplinaria contra el presunto o presuntos infractores.

Del auto a que se refiere el presente artículo se dará aviso escrito al Consejo Profesional Nacional correspondiente.

Parágrafo. En todo caso que el quejoso sea renuente a rendir la ratificación juramentada y esta fuera absolutamente necesaria para poder continuar la investigación preliminar, por adolecer la queja de elementos suficientes para establecer alguna clase de indicio en contra del profesional o su debida identificación o individualización, la Secretaría Seccional respectiva ordenará sumariamente el archivo de la queja; actuación de la que rendirá informe a la Junta de Consejeros Seccionales y de la que dará aviso al Consejo Profesional Nacional.

Artículo 62. *Traslado de competencia.* Cuando existan razones para que se considere que se pueda entorpecer un proceso en determinado Consejo Seccional, el Consejo Nacional, podrá comisionar a otro Seccional, diferente del competente por jurisdicción territorial, el desarrollo del proceso disciplinario, para garantizar el cumplimiento de los principios que lo rigen.

Artículo 63. *Investigación preliminar.* La investigación preliminar será adelantada por la respectiva Secretaría Seccional y no podrá excederse de sesenta (60) días, contados a partir de la fecha del auto que ordena la apertura de la investigación preliminar, durante los cuales se decretarán y

practicarán las pruebas que el investigador considere pertinentes y que conduzcan a la comprobación de los hechos; las cuales podrán ser, entre otras, testimoniales, documentales, periciales, etc.

Artículo 64. Fines de la indagación preliminar. La indagación preliminar tendrá como fines verificar la ocurrencia de la conducta, determinar si es constitutiva de falta disciplinaria e identificar o individualizar al profesional que presuntamente intervino en ella.

Parágrafo. Para el cumplimiento de los fines de la indagación preliminar, el funcionario competente hará uso de los medios de prueba legalmente reconocidos y podrá oír en versión libre y espontánea al profesional que considere necesario para determinar la individualización o identificación de los intervinientes en el hecho investigado.

Artículo 65. Informe y calificación del mérito de la investigación preliminar. Terminada la etapa de investigación preliminar, la Secretaría Seccional o Regional procederá dentro de los diez (10) días hábiles siguientes, a rendir un informe al Presidente Seccional, para que este, dentro de los quince (15) días hábiles siguientes a su recibo, califique lo actuado mediante auto motivado, en el que se determinará si hay o no mérito para adelantar investigación formal disciplinaria contra el profesional disciplinado y en caso afirmativo, se le formulará con el mismo auto, el correspondiente pliego de cargos. Si no se encontrare mérito para seguir la actuación, el Presidente Seccional ordenará en la misma providencia el archivo del expediente, informando sucintamente la determinación a la Junta de Consejeros Seccional o Regional en la siguiente sesión ordinaria, para que quede consignado en el acta respectiva, comunicando la decisión adoptada al quejoso, a los profesionales involucrados y al Consejo Profesional Nacional respectivo.

Artículo 66. Notificación pliego de cargos. La Secretaría Regional o Seccional, notificará personalmente el pliego de cargos al profesional inculpado. No obstante, de no poder efectuarse la notificación personal, se hará por edicto en los términos establecidos en el Código Contencioso Administrativo. Si

transcurrido el término de la notificación por edicto, el inculpado no compareciere, se proveerá el nombramiento de un apoderado de oficio, de la lista de abogados inscritos ante el Consejo Seccional de la Judicatura correspondiente, con quien se continuará la actuación; designación que conllevará al abogado, las implicaciones y responsabilidades que la ley determina.

Artículo 67. Traslado del pliego de cargos. Surtida la notificación, se dará traslado al profesional inculpado por el término improrrogable de diez (10) días hábiles, para presentar descargos, solicitar y aportar pruebas. Para tal efecto, el expediente permanecerá a su disposición en la Secretaría de la Seccional o Regional respectiva.

Artículo 68. Etapa probatoria. Vencido el término de traslado, la Secretaría Seccional, decretará las pruebas solicitadas por el investigado y las demás que de oficio considere conducentes y pertinentes, mediante auto contra el cual no procede recurso alguno y el cual deberá ser comunicado al profesional disciplinado. El término probatorio será de sesenta (60) días.

Artículo 69. Fallo de primera instancia. Vencido el término probatorio previsto, el Presidente Regional o Seccional, elaborará un proyecto de decisión, que se someterá a la consideración de la Junta de Consejeros Regionales o Seccionales, la cual podrá aceptarlo, aclararlo, modificarlo o revocarlo. Si la mayoría de los miembros asistentes a la sesión aprueban el proyecto de decisión, se adoptará la decisión propuesta mediante resolución motivada.

Parágrafo. Los salvamentos de voto respecto del fallo final, si los hay, deberán constar en el acta de la reunión respectiva.

Artículo 70. Notificación del fallo. La decisión adoptada por el Consejo Profesional Seccional, se notificará personalmente al interesado, por intermedio de la Secretaría Seccional, dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de la sesión en que se adoptó y si no fuere posible, se realizará por edicto, en los términos del artículo 45 del Código Contencioso Administrativo.

Artículo 71. Recurso de apelación. Contra

dicha providencia solo procede el recurso de apelación ante el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería respectivo, dentro de los cinco (5) días siguientes a la fecha de la notificación personal o de la desfijación del edicto recurso que deberá presentarse ante el Consejo Regional o Seccional por escrito y con el lleno de los requisitos que exige el Código Contencioso Administrativo.

Artículo 72. Agotamiento de la vía gubernativa. El Consejo Profesional Nacional resolverá el recurso interpuesto, mediante resolución motivada; determinación que será definitiva y contra la cual no procederá recurso alguno por vía gubernativa.

Artículo 73. Confirmación. En todo caso, el acto administrativo mediante el cual se dé por terminada la actuación de un Consejo Seccional dentro de un proceso disciplinario, deberá ser confirmado, modificado o revocado, según el caso, por el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería correspondiente, por vía de apelación o de consulta.

Artículo 74. Cómputo de la sanción. Las sanciones impuestas por violaciones al presente régimen disciplinario, empezarán a computarse a partir de la fecha de la comunicación personal o de la entrega por correo certificado, que se haga al profesional sancionado de la decisión del Consejo Profesional Nacional correspondiente, sobre la apelación o la consulta.

Artículo 75. Aviso de la sanción. De toda sanción disciplinaria impuesta a un profesional, a través de la Secretaría del Consejo Seccional respectivo, se dará aviso a la Procuraduría General de la Nación, a todas las entidades que tengan que ver con el ejercicio profesional correspondiente, con el registro de proponentes y contratistas y a las agremiaciones de profesionales, con el fin de que se impida el ejercicio de la profesión por parte del sancionado, debiendo estas, ordenar las anotaciones en sus registros y tomar las medidas pertinentes, con el fin de hacer efectiva la sanción. La anotación tendrá vigencia y solo surtirá efectos por el término de la misma.

Artículo 76. Caducidad de la acción. La acción disciplinaria a que se refiere el presente título caduca en cinco (5) años contados a partir de la fecha en que se cometió el último acto constitutivo de la falta. El auto que ordena la apertura de la investigación preliminar, interrumpe el término de caducidad. El proceso prescribirá tres años después de la fecha de expedición de dicho auto.

Artículo 77. Régimen transitorio. Todas las actuaciones que se adelanten por parte de los Consejos Profesionales de Ingeniería y sus respectivos Consejos Seccionales o Regionales, de acuerdo con los procedimientos vigentes en el momento en que comience a regir la presente ley, seguirán rigiéndose por estos hasta su culminación.

TÍTULO VI DISPOSICIONES FINALES

Artículo 78. Vigencia. La presente ley rige a partir de la fecha de su publicación en el *Diario Oficial* y deroga todas las disposiciones que le sean contrarias, en especial la Ley 20 de 1971, la Ley 14 de 1975, la Ley 64 de 1978, la Ley 28 de 1989, la Ley 33 de 1989, la Ley 211 de 1995, Ley 392 de 1997 y sus normas reglamentarias; y la Ley 435 de 1998 en cuanto al Consejo Profesional Nacional de Ingeniería se refiera.

Parágrafo. Las funciones asignadas por leyes anteriores a Consejos Profesionales de Ingeniería y profesiones afines y auxiliares que a la fecha de la entrada en vigencia de la presente ley, no se hayan instalado o no estén funcionando, pasarán al Consejo Profesional de Ingeniería, Copnia.

El Presidente del honorable Senado de la República, *Germán Vargas Lleras*.

El Secretario General del honorable Senado de la República, *Emilio Ramón Otero Dajud*.

El Presidente de la honorable Cámara de Representantes, *Alonso Acosta Osio*.

El Secretario General de la honorable Cámara de Representantes,
Angelino Lizcano Rivera.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
- GOBIERNO NACIONAL -
Publíquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, a 9 de octubre de 2003.

ÁLVARO URIBE VÉLEZ

La Ministra de Educación Nacional,
Cecilia María Vélez White.

El Ministro de Transporte,
Andrés Uriel Gallego Henao.

Ω

IEEE CODE OF ETHICS FOR ENGINEERS

Código de ética propuesto por la Accreditation Board for Engineering and Technology, -ABET- y aceptado por el IEEE. De libre reproducción.

PREAMBLE

Engineers affect the quality of life for all people in our complex technological society. In the pursuit of their profession, therefore, it is vital that engineers conduct their work in an ethical manner so that they merit the confidence of colleagues, employers, clients and the public. This IEEE Code of Ethics is a standard of professional conduct for engineers.

ARTICLE I

Engineers shall maintain high standards of diligence, creativity and productivity, and shall:

1. Accept responsibility for their actions;
2. Be honest and realistic in stating claims or estimates from available data;
3. Undertake engineering tasks and accept responsibility only if qualified by training or experience, or after full disclosure to their employers or clients of pertinent qualifications;
4. Maintain their professional skills at the level of the state of the art, and recognize the importance of current events in their work;
5. Advance the integrity and prestige of the engineering profession by practicing in a dignified manner and for adequate compensation.

ARTICLE II

Engineers shall, in their work:

1. Treat fairly all colleagues and coworkers, regardless of race, religion, sex, age or national origin;
2. Report, publish and disseminate freely information to others, subject to legal and proprietary restraints;
3. Encourage colleagues and co-workers to act in accord with this Code and support them when they do so;
4. Seek, accept and offer honest criticism of work, and properly credit the contributions of others;
5. Support and participate in the activities of their professional societies;
6. Assist colleagues and co-workers in their professional development.

ARTICLE III

Engineers shall, in their relations with employers and clients:

1. Act as faithful agents or trustees for their employers or clients in professional and business matters, provided such actions conform with other parts of this Code;
2. Keep information on the business affairs or technical process of an employer or client in confidence while employed, and later, until such information is properly released, provided such actions conform with other parts of this Code;
3. Inform their employers, clients, professional societies or public agencies or private agencies of which they are members or to which they may make presentations, of any circumstance that could lead to a conflict of interest;
4. Neither give nor accept, directly or indirectly, any gift, payment or service of more than nominal value to or from those having business relationships with their employers or clients;
5. Assist and advise their employers or clients in anticipating the possible consequences, direct and indirect, immediate or remote, of the projects, work or plans of which they have knowledge.

ARTICLE IV

Engineers shall, in fulfilling their responsibilities to the community:

1. Protect the safety, health and welfare of the public and speak out against abuses in these areas affecting the public interest;
2. Contribute professional advice, as appropriate, to civic, charitable or other non-profit organizations;
3. Seek to extend public knowledge and appreciation of the engineering profession and its achievements.

LA INGENIERÍA Y LA ÉTICA PROFESIONAL

José Carrillo Bravo

Se reproduce este artículo del Ingeniero Carrillo, previa autorización vía mail, debido a su importancia para la revista y como temática de reflexión para nuestra profesión. El artículo apareció en el "Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana", ISSN 0366-1784. Tomo XLV, No. 1-2, 1984, pp. 107-120.

La ingeniería es la piedra angular del desarrollo de los pueblos y en cualquiera que sea la forma que asuma su desempeño, es una profesión eminentemente creativa y dinámica, que pone al servicio del hombre los materiales y fuerzas que la naturaleza le brinda para satisfacer, con la máxima eficacia, sus necesidades de alimentación, salud, educación, esparcimiento y bienestar general.

Los campos de acción de esta disciplina se han multiplicado al mismo ritmo que la tecnología y han crecido conforme se incrementan los requerimientos de la humanidad; en esta evolución la ingeniería ha participado y participa activamente en todos los procesos de producción de bienes y servicios con el fin principal de lograr una distribución equitativa de la riqueza y una mayor justicia social. La ingeniería también participa en la educación, formando cuadros de maestros, actualizando programas docentes y poniendo a la disposición de las nuevas generaciones las tecnologías modernas.

El ingeniero realiza sus actividades dentro de un marco de Ética Profesional por lo cual es necesario recordar la definición de Ética y comentar los conceptos básicos de lo que es el trabajo profesional.

La Ética es una ciencia práctica y normativa que estudia racionalmente la maldad y la bondad de los actos humanos, da normas para la vida, orienta la conducta práctica, dirige, encauza las decisiones libres del hombre; en resumen es rectora de la conducta humana para ejecutar actos buenos acordes con la razón.

La profesión es la actividad personal puesta de una manera estable y honrada al servicio de la sociedad y en beneficio propio a impulsos de la vocación y con la dignidad que corresponde a la persona. La finalidad del trabajo profesional es el bien común; un profesionista debe ofrecer una preparación especial en el sentido de capacidad intelectual, moral y física.

La capacidad intelectual consiste en el cúmulo de conocimientos que dentro de su rama lo hacen apto para desarrollar trabajos especializados, de esto se deduce la responsabilidad que tiene el profesionista en el ejercicio de su actividad y la obligación que adquiere de estar al tanto de los avances científicos de su especialidad.

La capacidad moral es el valor del profesionista como persona, lo cual le da dignidad, seriedad y nobleza a su trabajo. Abarca no sólo la honestidad y el trato en los negocios, sirve también en el cumplimiento de lo pactado. La capacidad moral es la aptitud del profesionista para abarcar y traspasar su esfera profesional en un horizonte de gran amplitud.

Su capacidad moral le da mayor relieve a su propio trabajo; pero además, lo hace valer no solo como profesional, sino como persona en su ambiente laboral.

La capacidad física se refiere a la salud, la cual es necesaria cultivar para la vida humana.

El ingeniero mexicano está consciente del puesto que le corresponde en el desarrollo del bienestar social de nuestro país y como tal, sus acciones deberán estar normadas por la moralidad. En este aspecto, las normas de derecho y no de hecho han permitido establecer reglas generales de conducta en relación con la actitud profesional y algunas sociedades de ingenieros cuenta con un código de ética, que no solo sirve de guía para la evaluación de la moralidad de los actos sino que también, mediante el mismo, la profesión declara su intención de cumplir con la sociedad, de servir con lealtad y diligencia y de respetar la dignidad que la misma profesión merece.

En tales códigos, entre otras normas, se exige que los ingenieros realicen un verdadero trabajo profesional, ajustándose a las normas de calidad, se reglamentan las relaciones de trabajo con quien ha patrocinado los servicios, se reconoce la necesidad de guardar el secreto profesional,

se prohíbe realizar tareas que no cumplan con la moral, se recomienda dar crédito profesional a los compañeros de gremio y se prohíbe dañar la imagen de los asociados.

Las normas éticas antes mencionadas, se consideran suficientes para regir la conducta profesional de nuestros gremios; sin embargo, mediante esta ponencia se propone que el ingeniero observe, además, la siguiente conducta moral, la cual estará de acuerdo con la grave situación por la que atraviesa nuestro país y servirá de ejemplo a la comunidad:

- A. El ingeniero combatirá la simulación, el engaño y la demagogia.
- B. La conducta de nuestro gremio siempre estará por encima de cualquier interés particular.
- C. El ingeniero deberá fomentar la asociación de los miembros de su especialidad, ya que la solidaridad es uno de los medios más eficaces para incrementar la calidad intelectual y moral de los asociados.
- D. El ingeniero combatirá la ineficacia ya que ésta es una forma de corrupción.
- E. El ingeniero mexicano evitará el derroche, ya que éste es un defecto en el exceso de proporcionar cosas cuyo valor generalmente no se aprecia por quien lo recibe. También evitará la avaricia.
- F. El ingeniero no deberá sobrevalorar su personalidad.
- G. Nuestro gremio debe asumir como compromiso ante la patria, que todos sus actos serán regidos por la justicia y la honestidad.

Por lo expuesto se puede juzgar que nuestra profesión debe auto-imponerse un estricto código de ética cuyo cumplimiento sea motivo de particular vigilancia por parte de OMAI, que agrupa a casi todas las ramas de la ingeniería mexicana.

La Sociedad Geológica Mexicana que me honro en presidir, se adhiere al proyecto del "CÓDIGO DE ETICA PROFESIONAL DEL INGENIERO MEXICANO", propuesto por la Asociación Mexicana de Ingeniería en Comunicaciones Eléctricas y Electrónicas, el cual se basa en las siguientes premisas:

1. Que el ingeniero de nuestro país puede practicar la profesión gracias a la oportunidad que le brindó el pueblo mexicano.
2. Que los mejores preparados tienen un mayor compromiso para coadyuvar a satisfacer las necesidades y elevar la calidad de vida de los mexicanos, con la convicción y responsabilidad moral de sostener un desarrollo con justicia social.
3. Que es necesario pugnar porque la actividad profesional del ingeniero se rija de acuerdo con un código de ética que resuma el conocimiento de los altos valores sociales, que haga posible el respeto de cada profesional para con los demás, en busca de una justa y feliz convivencia humana dentro de cada nación y entre las naciones.
4. Que ello implica la solidaridad internacional y el respeto a los valores morales de otros pueblos en particular, donde se amplíe su preparación o eventualmente ejerza la profesión.
5. Que los diversos códigos de ética profesional de los colegios y asociaciones de ingenieros confluyen en una misma concepción.

El código que se apruebe deberá estar sujeto a revisión permanente y su contenido se difundirá en forma sistemática dentro y fuera del ámbito profesional, principalmente en Universidades y Escuelas Superiores donde se imparta la carrera de ingeniero.

Finalmente se considera conveniente enunciar los siguientes conceptos:

- El ingeniero, haciendo uso de su libertad y de su autonomía, debe forjar su propio valor como persona y nunca encerrarse en los límites estrechos del egoísmo y de los valores materiales, ya que esto equivale a mutilar la capacidad que tiene el ser humano de lanzarse a la conquista de los grandes valores.
- Lo importante es tener un ideal valioso, noble, elevado y acudir en pos de él, vivir en función de él. La recta razón y la prudencia escogerán el camino adecuado para conseguirlo. Tal es el valor de nuestra existencia.

EL ELOGIO DE LA INGENIERÍA EN LA SOCIEDAD

Horacio C. Reggini

Reproducción del texto publicado por el Ingeniero Reggini en el Boletín del Consejo Profesional de Ingeniería Civil de la Argentina. Primera parte en el No. 394, enero-febrero-marzo 2008, pp. 30-31 y la segunda parte en el No. 395, abril-mayo-junio 2008, pp. 38.

La calidad de vida alcanzada hoy por la sociedad se debe en gran medida a la labor de los ingenieros: así la provisión de agua, la generación de electricidad, los servicios de transporte y telecomunicaciones, la infraestructura de edificios, puertos y caminos, la fabricación de múltiples productos, etc. La ingeniería no actúa sobre la sociedad como un agente externo sino como elemento intrínseco en su urdimbre; la suya es una actividad social, igual que la de otras profesiones.

De ahí que comprender la importancia del papel del ingeniero en nuestros días, pertenezca al orden de los imperativos. Muchos ingenieros argentinos obraron al calor de esa idea totalizadora y, en consecuencia, fueron políticos, funcionarios, dirigentes, en suma ejemplos de lo que puede ser un accionar comunitario extenso y provechoso (Reggini, 2001).

En el campo de fuerzas de la vida se cruzan continuamente cuestiones éticas, exigencias de justicia que entrañan complicadas consideraciones, sentimientos de compasión y de amor, por enumerar unas pocas facetas de lo humano. El ingeniero de veras debe estar atento a todas las facetas. En virtud de la unidad del hombre y del empobrecimiento que se deriva de dividirlo y encasillarlo en compartimentos estancos, deberíamos - teniendo en cuenta la complejidad del conocimiento presente- bregar por una ingeniería concebida como actividad más amplia y, a la vez, de un solo tronco, es decir, no dispersa en tantas ramas como las que han brotado en los últimos años.

No miramos con agrado el número abrumador de carreras, especialidades y títulos distintos que pululan en nuestro país en la actualidad. Pretendo señalar aquí dos cuestiones que considero esenciales para la etapa educativa, la práctica y el mejoramiento de nuestra querida profesión. En tal sentido, aspiro a que no se deje de lado el añejado espíritu universitario de la ingeniería argentina.

El análisis enfático y en exceso crítico de la realidad de la ingeniería, de ninguna manera puede hacernos perder de vista las muchas y excelentes obras públicas y privadas que los ingenieros proyectaron, construyeron y dirigieron en décadas pasadas.

La primera cuestión esencial concierne al respeto, la contracción al estudio y el interés que, en todos sus aspectos, la ciencia debe promover en los ingenieros. Negarles una intensa formación científica, especialmente en la matemática, la física, la química y la biología, significaría entonces relegarlos a una situación de inferioridad. Si la ingeniería tiene que ver con las aplicaciones de la ciencia, es de primera necesidad el conocimiento de sus bases, historia y evolución.

Fue memorable, por importante y fructífera, la interrelación de los estudiantes de ingeniería y los de ciencias, trabada en las aulas y el patio de la vieja Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UBA, en Perú 222. Únicamente el saber de los conceptos básicos de la ciencia permitirá al ingeniero comprender y realizar, en un nivel superior, aplicaciones a los múltiples que le demanda la sociedad y que constituyen la razón de ser de su profesión. En el año 1930, Karl T. Compton asumió la presidencia del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Era hermano del Premio Nóbel de Física Arthur H. Compton y venía de dirigir el Departamento de Física de la Universidad de Yale. Su nombramiento abrió la posibilidad de una gran transformación en la enseñanza del instituto, aquejado en aquel momento por una grave crisis de orientación; la posibilidad también de fortificar el papel de las ciencias al convocar a notables profesores científicos para la enseñanza de las disciplinas básicas y la de elevar el nivel intelectual en los temas especiales de la ingeniería, reduciendo en cambio el trabajo de consulta de los profesores con empresas y los trabajos a terceros.

Dichos cambios dieron resultados extraordinarios para la evolución del MIT, que pasó a contarse entre los más

prestigiosos centros de estudios de los Estados Unidos. Las ideas promovidas por Karl Compton guían a muchas facultades que hoy refuerzan la enseñanza de las ciencias básicas y no permiten que los trabajos a terceros de los profesores afecten sus tareas de docencia e investigación ni que compitan deslealmente con la práctica profesional de los egresados (Vicién, 2002).

La segunda cuestión esencial concierne a un atributo cualitativo: debemos insistir en caracterizar al ingeniero como egresado de una universidad. Es decir, como un académico habilitado por su formación para participar en "la gran conversación" de nuestro tiempo. Brindar un saber cultural y social adecuado a fin de capacitar a los egresados para un ejercicio profesional sólido y efectivo, es prioridad impostergable. Contra ese ideal conspira -por demasiado unidimensional- la formación no inserta en una apreciación global de la cultura y el hecho de que a menudo la universidad no trasciende el plano de la inmediatez a la vez que, paradójicamente, se extravía por excesiva subordinación a cuánto hay de mutable y efímero fuera de ella. Ortega y Gasset escribió hace ya varios años: "Para ser ingeniero, no basta con ser ingeniero".

Será valioso el ingeniero que posea la personalidad y la inclinación que le permitan asumir, de su profesión para afuera, un papel de liderazgo en la sociedad, y para adentro, la capacidad de aplicar sus conocimientos científicos y técnicos, además de la destreza en la gestión de proyectos y en la conducción de grupos de trabajo. Todas estas aptitudes no se regalan; tampoco son muchos quienes puedan y quieran aceptar las responsabilidades correlativas, y menos aún los que las ejerzan en plenitud y con éxito. Pero justamente ese conglomerado es lo que se requiere de un ingeniero de verdad. De ahí la exigencia vital en lo que corresponde a la universidad de brindar tanto el espacio como el programa de estudios adecuados.

Un verdadero ingeniero no es el que se atiene a resolver asuntos numéricos exclusivamente (Reggini, 2002-1). Vannevar Bush, otro famoso ingeniero también presidente del MIT y partícipe protagónico en el exitoso esfuerzo del mundo científico y universitario de los Estados, antes y durante la Segunda Guerra Mundial, comentó en una ocasión lo siguiente: "Al terminar mi carrera yo era un verdadero ignorante. Conocía sólo un poco de matemáticas y física. Me había

recibido de ingeniero, pero no era un ingeniero. Un ingeniero tiene que saber mucho de la gente, de cómo organizar y trabajar en equipo, de la manera en que los negocios dan ganancias y quiebran, del modo en que las cosas nuevas se conciben, se analizan, se desarrollan, se fabrican y son utilizadas. Tuve que reorientar mis pensamientos después de una experiencia poco feliz. De hecho, por primera vez, resolví convertirme en un ingeniero cabal y decidí entonces hacer el aprendizaje de los hombres así como el de las cosas".

En 1937 el Ing. Vannevar Bush dijo: "Ser ingeniero es ostentar un título de orgullo. Insistente respecto de sus prerrogativas, sin inclinarse ante nadie, el ingeniero es un miembro importante de la clase profesional" (Vicién, 2002).

Los ingenieros hablamos a menudo de nuestro trabajo. Lo hacemos con obstinada devoción. Convertirse en ingeniero es tan difícil como convertirse en atleta profesional o consumado artista. Hay que estar dispuesto a correr riesgos y recomenzar cada vez que uno se equivoca. Es menester una actividad intensa e ininterrumpida para mantenerse al día en la especialidad y progresar en ella, para ascender en la actividad empresaria supervisando otras disciplinas, para cambiar incluso de especialización y para tratar problemáticas desde distintas perspectivas, trabajando en equipos interdisciplinarios (Reggini, 2002-1).

Las materias básicas de la carrera de ingeniería estructuran un pensamiento riguroso, que hace del egresado un profesional bien dotado tanto para el perfeccionamiento continuo como para el estudio de otras disciplinas de grado o posgrado -ciencias económicas, ciencias naturales, ciencias sociales-. Además, el ingeniero aporta un capital humano apetecido por la actividad empresarial, dada su adaptación a las exigencias propias de cada tipo de industria o servicio, complemento necesario de la formación universitaria que, en la diversidad de capacitación, no cabe esperar de los estudios de grado.

En resumidas cuentas, quisiera afirmar con lo expuesto que el ingeniero formado en una buena escuela y con una inteligente y sabia "visión del mundo", será uno de los profesionales fundamentales del siglo XXI

REFERENCIAS

1. Reggini, H. C. (2001). Huergo y su ejemplo hoy. Revista La Ingeniería, Centro Argentino de Ingenieros, No. 1076. El ejemplo de un ingeniero, Diario La Nación. Buenos Aires.
2. Reggini, H. C. (2002). Educación, ciencia y técnica. Boletín No. 50 de la Academia Nacional de Educación. Nota en los Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Tomo 53.
3. Reggini, H. C. (2002-1). El ingeniero en el presente: visión y perfil. Revista La Ingeniería, Centro Argentino de Ingenieros, No. 1081.
4. Vicién, P. (2002). Vannevar Bush. Anales de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, pp. 13.
5. Vicién, P. (2002-1). Vannevar Bush. Anales de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, pp. 7 y 16.

Ω

HUMOR DE INGENIERÍA



Figura 1. El primer auto ecológico

LA FÁBULA DEL INGENIERO

Murió un Ingeniero y se fue a Las puertas del Cielo. Sabido es que los Ingenieros por su honestidad siempre van al cielo. San Pedro buscó en su archivo, pero últimamente andaba un poco desorganizado y no lo encontró en el montón de papeles, así que Le dijo:

- Lo lamento, no estás en listas...

De modo que el Ingeniero se fue a la puerta del infierno, rápidamente le dieron albergue y alojamiento. Poco tiempo pasó y el Ingeniero se cansó de padecer las miserias del infierno, así que se puso a diseñar y construir mejoras.

Con el Paso del tiempo, ya tenían ISO's 9000, 14000, 18000, 21000, SAP R3, monitoreo de cenizas, aire acondicionado, inodoros automáticos, escaleras eléctricas, redes de comunicaciones con fibra óptica, programas de mantenimiento predictivo, sistemas de control *field bus* y *Hart*, sistemas de control de acceso mediante huella digital, etc. etc. etc. Y el Ingeniero se convirtió en la adquisición más rentable en millones de años para el infierno.

Un día Dios llamó al Diablo por teléfono y con tono de sospecha le preguntó:

- ¿Y qué... cómo están por allá en el infierno?
- ¡Estamos a toda madre! (contestó el diablo). Estamos certificados ISO 9000, 14000, 18000, 21000, tenemos sistema de monitoreo de cenizas, aire acondicionado, inodoros con drenaje mediante sensor infrarrojo, escaleras eléctricas con control

automático de carga, equipos electrónicos para controlar el ahorro de energía, Internet inalámbrico 811.02.g, etc. Apunta por favor mi dirección de email: eldiablofeliz@infierno.com por si algo se te ofrece.

Dios preguntó entonces:

- ¿Qué acaso TIENEN un Ingeniero allí?

El diablo contestó:

- ¡Sí!

-Esto es un ENORME y GARRAFAL error, ¡nunca debió haber llegado ahí un Ingeniero! Los ingenieros siempre van al cielo, eso está escrito y resuelto para todos los casos. ¡Me lo mandas inmediatamente! (replico Dios).

- ¡Ni loco! (dijo el diablo). Me gusta tener un Ingeniero de planta en esta organización. Y me voy a quedar con él eternamente.

- Mándamelo o... ¡TE DEMANDARÉ! (Dijo Dios).

Y el Diablo, con la vista nublada por la tremenda carcajada que soltó, le contestó:

- ¿Ah sí?... Y por curiosidad... ¿DE DÓNDE VAS A SACAR UN ABOGADO si todos están aquí?

Moraleja... **¡HAY QUE ENTENDER A LOS INGENIEROS, AMARLOS, BENDECIRLOS Y DARLE GRACIAS A DIOS POR HABERLOS CREADO!**

UN INGENIERO ES...

1. Un Ingeniero no es que sea prepotente, es que está rodeado de inútiles.

2. Un Ingeniero no tiene el ego muy Grande, es que el cuarto es muy chiquito.
3. No es que quieran tener la razón siempre, es que Los otros siempre se equivocan.
4. Un Ingeniero no es que carezca de sentimientos, es que Los otros son unas nenas lloronas.
5. Un Ingeniero no tiene vida desorganizada, es solo que tiene un ritmo de vida particular.
6. Un Ingeniero no ve el mundo, lo cambia.
7. Un Ingeniero no es que sea un crecido, es que los simples mortales no lo comprenden.
8. Un Ingeniero no es un ser calculador y frío, simplemente, le parece divertido pasar por encima de la gente común.
9. Un Ingeniero no es un Enredador, es que los usuarios se enredan porque no entienden nada.
10. Un Ingeniero no es un crítico, es que los errores de la gente son muy evidentes.
11. Un Ingeniero no es un inútil para hacer tareas cotidianas, es que para qué demonios gastan sus valiosas energías en bobadas.
12. No es que el trabajo los absorba es que... ¿De qué carajos estaba hablando?
13. Un Ingeniero no comete errores, solo prueba ¡si los demás estaban prestando atención!
14. No es que se crean la gran cosa, ¡ES QUE LO SON!

Pero recuerden, ser tan cercano a la perfección tiene sus problemas así que los que no son ingenieros comprendan a estas tristes almas torturadas entre la genialidad y la incompreensión.

POR QUÉ VOY A SER INGENIERO

- Porque dormir más es vivir menos.
- Porque me gusta oír todas mis canciones en una noche.
- Porque sé modular, seccionar y calcular todo lo que tenga por delante.
- Porque puedo ver espacio donde tú sólo ves vacío.
- Porque soy masoquista.
- Porque me gustan los proyectos de futuro a largo plazo.
- Porque “vida propia” es un concepto que se me escapa.
- Porque no sabía dónde me metía.
- Porque soy joven e inexperto.
- Porque me van las preguntas de 5 puntos
- Porque me gusta eso de tener 4 ó 5 horas de examen y que aún te falte tiempo.

- Porque veo en 3D y en diédrico lo que otros ni ven.
- Porque mi mamá me quiere en casa.
- Porque nació pobre.
- Porque bueno... estuvieron los Espartanos, los Troyanos... y ahora estamos nosotros.
- Porque necesito saber cuánto alcohol puedo beber.
- Porque el *red bull* es adictivo.
- Porque la ingeniería es un gran hermano que siempre te rodea.
- Porque me encanta cenar cuando veo amanecer.
- Porque donde tú sólo ves un papel con letras yo veo un lenguaje de signos, de programación, incógnitas que despejar.
- Porque me encanta ser universitario y sólo en esta carrera puedo serlo hasta los 40.
- Porque me gusta reventarme la cabeza con algo que ni siquiera sé si tiene solución.
- Porque me di un golpe en la cabeza y vi tantas estrellas, que pensé que tenía visión espacial....
- Porque un diagrama de flujo vale más que mil palabras.
- Porque quería inventar una paranoia que ni los psicólogos pudiesen encontrar solución.
- Porque de algo hay que morir, y como no fumo...
- Porque sé calcular el centro de gravedad y el eje de giro de cualquier cosa que se caiga a mi alrededor.
- Porque me encantan las preguntas de ideas felices.
- Porque no tenía vida social antes de entrar, ya tenía ganado el tener que perderla.
- Porque quiero quedarme ciego para ser pensionista.
- Porque me gusta que los profesores me pregunten en los exámenes como resolver algo porque ellos no tienen ni puta idea de cómo hacerlo.
- Porque me gusta la técnica de ensayo y error, y error, y error, y error....
- Porque... ¿porque...? ¿por qué...? ¿por quééééééé? Eso me pregunto yo a todas horas.

¿QUÉ ES UN INGENIERO?

Las personas que trabajan mano a mano con la ciencia y la tecnología no son como las demás personas. Esto puede resultar frustrante para aquellos no-técnicos que tengan que tratar con ellos. El secreto

consiste en entender las motivaciones de estos personajes. Este artículo les enseñará todo lo que deben saber al respecto.

Test para identificar Ingenieros

Una persona entra en un cuarto en el que un cuadro cuelga torcido. Podemos afirmar con seguridad que es un ingeniero si:

- Lo endereza.
- Lo ignora.
- Se compra un programa de CAD y se pasa los siguientes seis meses diseñando un marco autoajustable que funciona a base de energía solar, gritando de cuando en cuando su creencia de que el inventor del clavo no tenía ni puta idea de cómo hacer bien las cosas.

Respuesta correcta: "C".

Ingenieros y sociedad

Los ingenieros tienen diferentes objetivos en lo que a las relaciones sociales respecta del resto del mundo. Las personas "normales" esperan conseguir de las relaciones sociales una serie de objetivos muy poco realistas:

- Conversación estimulante y amena
- Contactos sociales de importancia
- Un sentimiento de integración entre los demás seres humanos.

Al contrario que las personas "normales", los ingenieros tienen unos objetivos racionales y bien definidos de lo que se debe esperar de la relación social:

- Irse a casa tan pronto como sea posible
- Evitar ser invitados a eventos aburridos
- Demostrar superioridad mental y profundos conocimientos de todas las materias existentes.

Fascinación por los "aparatos"

Para el ingeniero, toda la materia del universo puede dividirse en dos categorías: las cosas que deben ser arregladas, y las cosas que deberán ser arregladas después de que haya tenido unos momentos para jugar con ellas.

Los ingenieros resuelven problemas. Si no tienen problemas a mano en un momento dado, se crearan problemas nuevos. La gente normal no suele entender este concepto; ellos creen (erróneamente) que si algo no está roto, no tiene por que tocarse. Los ingenieros creen que si no está roto, es que todavía no tiene suficiente funcionalidad.

Ningún ingeniero mira un control remoto de televisión sin preguntarse que se necesitaría para transformarlo en una pistola laser.

Ningún ingeniero se da una ducha sin preguntarse si algún tipo de teflón podría convertir el ritual diario de la ducha en algo innecesario. Para el ingeniero, el mundo es una caja de juguetes sub-optimizados y carentes de funciones.

Vestimenta y apariencia

Las ropas son el objetivo de menor prioridad de un ingeniero, suponiendo que los requisitos básicos de temperatura y decencia estén cubiertos. Si ninguna extremidad está congelándose o inmovilizada y no hay genitales o glándulas mamarias balanceándose abiertamente a la vista de todos, entonces el objetivo de la vestimenta se ha cumplido. Cualquier cosa añadida es completamente superflua.

Pasión por "Star Trek"

Todos los ingenieros adoran la serie y las películas de STAR TREK y las han visto unas cuantas docenas de veces cada una, por lo menos. Para ellos es un pequeño milagro, ya que los ingenieros de a bordo del USS Enterprise tienen categoría de héroes y a veces incluso llegan a tener relaciones sexuales con alienígenas. Esto es mucho más interesante y sensual que la vida cotidiana de un ingeniero, que consiste principalmente en esconderse del mundo y hacer sexo sin la participación de otras formas de vida.

Salidas, citas, matrimonio, etc.

Salir con alguien nunca es fácil para un ingeniero. Una persona normal utilizará diversos métodos para crear un falso atractivo. Los ingenieros son incapaces de ello, pues supondría darle más importancia al aspecto que a la funcionalidad.

Afortunadamente, los ingenieros tienen una gran ventaja: son universalmente reconocidos como un excelente material para el altar: inteligentes, fiables, con un buen empleo, honestos y muy convenientes para tenerlos a mano cuando se necesita reparar algo. Así que, a pesar de que pocas personas se citarían con un ingeniero, la mayoría están deseando casarse con ellos, produciendo así hijos ingenieriles que tendrán unos trabajos excelentemente remunerados mucho antes de perder su virginidad. Los hombres ingenieros alcanzan su máximo atractivo sexual después que los hombres normales, convirtiéndose en increíbles imanes eróticos a partir de los 35 como poco. Para aclarar este punto pongamos algunos ejemplos de hombres técnicos realmente irresistibles: Bill Gates, MacGyver, etc.

Las mujeres ingenieros se vuelven irresistibles cuando alcanzan la madurez sexual y permanecen en ese estado hasta unos treinta minutos después de su muerte clínica. Más si el día es especialmente caluroso.

Honestidad

Los ingenieros son siempre personas honestas tanto en el campo técnico como en el personal. Por ello es siempre una buena idea mantenerlos alejados de clientes, intereses románticos, y en general todas aquellas personas incapaces de aceptar la realidad. Sin embargo a veces los ingenieros "modifican" la verdad para ahorrarse esfuerzos. Es decir, dicen cosas que suenan como mentiras pero que técnicamente no lo son porque no se espera que nadie se las crea. He aquí una lista práctica:

- "No modificaré nada sin avisarte primero"
- "Te devolveré tu raro-exótico-y-caro aparato mañana"
- "Necesito una nueva computadora para este trabajo"
- "No estoy celoso de tu nueva computadora"

Ahorro

Los ingenieros son personas MUY ahorrativas. Esto no es debido a falta de dinero o tacañería, solo que cada situación de gasto es únicamente un problema de optimización: "¿Cómo puedo salvar este escollo conservando la mayor cantidad de dinero posible?"

Poder de concentración

Si hay algo que verdaderamente distingue a un ingeniero es la habilidad de concentrarse en un tema hasta el punto de excluir cualquier tipo de interacción con el medio. Esto lleva a veces a declarar a algunos ingenieros muertos antes de tiempo.

Algunas casas funerarias situadas en lugares donde suelen residir estas personas han implantado una normativa de chequeo antes de empezar a procesar los cuerpos. Cualquier persona con una titulación de ingeniero o con experiencia en la programación de computadores es llevada a una salita en la que permanece durante unos cuantos días para ver si él/ella sale del trance en ese tiempo.

Riesgo

Los ingenieros odian los riesgos. Intentan eliminarlos siempre que sea posible, por tanto. Esto es bastante razonable, ya que cada vez que un ingeniero comete un

pequeño error, los medios de comunicación (gente de letras) montan un enorme barullo como si fuese el fin del mundo. Ejemplos de mala prensa para los ingenieros: Hindenberg, La lanzadera Challenger, El telescopio espacial Hubble, Apollo 13, El Titanic, El Ford Pinto.

El cálculo riesgo/recompensa en los ingenieros se podría traducir a algo como esto:

RIESGO: Humillación pública y la muerte de miles de inocentes.

RECOMPENSA: Un certificado de "te queremos" cuidadosamente plastificado.

Siendo como son gente práctica, los ingenieros sopesan esta situación y llegan a la conclusión de que el riesgo no es bueno. La mejor manera de eludir estos riesgos es advertir que un proceso es técnicamente imposible debido a razones que son demasiado complicadas para ser expuestas. Si este enfoque no es suficiente como para disuadir a los jefazos del proyecto, entonces el ingeniero se retira a una segunda línea de defensa prácticamente impenetrable: "Bueno, es técnicamente posible pero el costo de la operación sería muy alto."

Ego

Conscientes de que un poco de ego siempre es bueno, hay dos factores fundamentales que influyen en la autoestima de los ingenieros:

- Lo listos que son
- Cuantos aparatos alucinantes poseen

La manera más rápida de hacer que un ingeniero resuelva un problema es declarar en presencia suya que el problema es imposible de resolver. Ningún ingeniero puede ignorar un problema imposible. Ninguna enfermedad o distracción es suficiente para distraer a un ingeniero de su tarea una vez se ha prometido resolver el mismo. Este tipo de retos se suelen convertir rápidamente en algo personal -Una batalla entre el ingeniero y las leyes de la naturaleza.

Los ingenieros pueden pasarse varios días sin comida ni ningún tipo de higiene cuando están resolviendo un problema (otras veces es porque se olvidan). Cuando finalmente lo resuelven, experimentan una oleada de ego invadiendo su cuerpo que es mucho mejor que el sexo -incluyendo el que involucra a otras personas.

Nada es más amenazador para un ingeniero que la sola sugerencia de que alguien tiene más habilidad que él para algo. Las personas normales a veces utilizan este conocimiento a modo de palanca para extraer más trabajo de un ingeniero:

Cuando un ingeniero dice que algo no se puede hacer (una frase en clave que traducida quiere decir que no es divertido hacerlo), algunas personas inteligentes han aprendido a mirar al ingeniero con una mirada compasiva y decir algo como: "¡Oh!

Ya veo... Bueno iré a preguntarle a (nombre de otro ingeniero). El sabrá como hacerlo." Llegados a este punto, es mejor que la persona normal no se interponga entre el ingeniero y el problema, ya que este se lanzará por ello como un chihuahua hambriento sobre una rodaja de mortadela.

"La categoría de vencido se obtiene después de haber luchado, y eso lo distingue del desertor y del cobarde".

Ω

NORMAS PARA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

La revista **Lámpsakos** es una publicación semestral de la facultad de Ingenierías de la Fundación Universitaria Luis Amigó. Está destinada a difundir, dentro y fuera del país, las realizaciones científicas, ingenieriles, tecnológicas y de innovación que se producen en las universidades y centros de investigación en el país y el exterior. Los aportes que se reciban para estudio de publicación deberán estar enmarcados en la normatividad fijada por la presente norma y aceptada por el Comité Editorial.

La Revista considerará para su publicación todos aquellos aportes relacionados con la ciencia, sea a nivel de pregrado, postgrado o educación continuada, pero fundamentalmente recibirá artículos de acuerdo con los siguientes tipos:

- **Investigación científica y tecnológica.** Documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos de investigación. Los trabajos de esta sección servirán para intercambiar investigaciones aplicadas realizadas en el ámbito académico y profesional. En ambos tipos de investigaciones se valora:

1. Fundamentación teórica:

- Estructura y revisión conceptual del problema objeto de la investigación.
- Pertinencia y claridad en el planteamiento del problema que fundamenta la investigación.
- Síntesis y estructura de los objetivos de la investigación e hipótesis (en su caso).

2. Método y resultados:

- Relevancia y adecuación de la muestra.
- Claridad y bondad del diseño metodológico (tipo, variables...).
- Adecuación del procedimiento empírico y estadístico, cualitativo y/o cuantitativo.
- Síntesis, claridad, coherencia y relevancia de los resultados.

3. Discusión y conclusiones:

- Coherencia en los análisis y aplicabilidad de los resultados.
- Análisis crítico de las conclusiones y de las limitaciones.

- **Revisiones - Reflexiones - Aplicaciones prácticas.** Este tipo de trabajos debe permitir la reflexión fundamentada del estado de la cuestión sobre cualquier problemática que centre la atención de la comunidad científica, profesional o académica.

Artículo de reflexión: Documento que presenta resultados de investigación desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

Artículo de revisión: Documento resultado de una investigación donde se analiza, sistematiza e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

Aplicaciones prácticas: Los trabajos de este tipo permitirán compartir reflexiones teóricas o prácticas sobre cuestiones científicas y profesionales relevantes.

Para todos se deben tener presentes los siguientes criterios:

1. Presentación de la problemática:

- Oportunidad y relevancia educativa del problema planteado
- Claridad conceptual y estructura del análisis
- Claridad de los objetivos

2. Desarrollo:

- Coherencia textual con los objetivos.
- Reflexiones personalizadas sobre la problemática.
- Revisiones y visiones críticas, con alternativas de las mismas.

3. Conclusiones:

- Síntesis conceptual y/o práctica.
- Aplicabilidad de las conclusiones y de las propuestas.
- Mejora del conocimiento científico y de la práctica profesional.

- **Materiales Educativos - Innovación Tecnológica - Evaluación e Intervención.** Este tipo de trabajo debe

permitir el conocimiento, la revisión empírica o el acercamiento a herramientas e instrumentos propios del campo de la Ingeniería que tengan aplicabilidad académica. Tales aportaciones deben seguir los siguientes criterios:

1. Presentación del material:
 - Fundamentación teórica o empírica.
 - Problemática o utilidad asociada a él.
 - Evidencia previa, estudios o necesidad del mismo.
2. Desarrollo del trabajo:
 - Características del material, herramienta o instrumento.
 - Procedimiento de elaboración y estudio/s de validación.
 - Propuesta específica.
3. Conclusiones:
 - Limitaciones y bondades.
 - Aplicabilidad.
 - Propuestas de generalización y uso.

Referenciación

Al interior del texto se refiere así:

Un autor: (Rodríguez, 2008)

Dos autores: (Jaimes y Puiles, 2001); si la referencia está en un idioma diferente al español: (Jaimes and Puiles, 2001)

Más de dos autores: (Norman et al, 2003)

Las referencias deberán estar listadas en orden alfabético y numeradas al final del texto:

Artículo un autor:

Alfonsín, H. G. (2004). El algoritmo genético del ADN en los mamíferos. *Genética y evolución*, Vol. 3, No. 38, pp. 23-30.

Artículo dos autores:

Múnera, G. P. y Pérez Y. O. (2001). Influencia del origen étnico en la capacidad abstractiva de los estudiantes. *Psicología y pedagogía*, Vol. 39, No. 21, pp. 1-6.

En artículos de más de dos autores no utilizar et al, colocar todos los apellidos y nombres como se expresa en los anteriores ejemplos.

En otro idioma:

Grindal, M., Lindström B., Offutt J. and Andler S. F. (2006). An evaluation of combination strategies for test case selection. *Source Empirical Software Engineering*, Vol. 11, No. 4, pp. 583-611.

Libros:

Joyanes, A. L. (2004). *La programación orienta a objetos*. Barcelona: Paidós.

Conferencias o congresos:

Kwang, I. S. and Eun M. C. (2006). Comparison of five black-box testing methods for Object-Oriented software. *Fourth International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications*. Seattle, Washington, USA, pp. 213-220.

Las referencias de artículos aceptados pero aún no publicados deberán designarse como “en prensa” o “próximamente a ser publicados”; los autores obtendrán autorización por escrito para citar tales artículos, así como la comprobación de que han sido aceptados para publicación. Los autores verificarán las referencias cotejándolas contra los documentos originales.

Los aportes deben enviarse a alguno de los correos electrónicos:

lampsakos@funlam.edu.co

revistalampsakos@gmail.com

digitados a espacio sencillo, en letra Arial 12 a una columna. No deben exceder de las 20 cuartillas y podrán enviarse en idioma inglés o español.

POLÍTICA EDITORIAL

Los trabajos publicados en la Revista, sin excepciones, se acogen a las normas del *Copyleft* y *Common Creative*, ya que la publicación es de libre distribución para el conocimiento, y podrán ser reproducidos por cualquier medio haciendo mención de la fuente.

El comité Editorial se reserva el derecho de seleccionar los artículos consignados para publicación, después de consultar por lo menos a dos evaluadores.

El comité editorial de la revista acusará recibo de los trabajos enviados a la revista e informará, en un lapso de dos (2) a cuatro (4) meses, de su aceptación o rechazo. Luego que el comité editorial informe de la aceptación, los autores deberán remitir, junto con la nueva versión del artículo, una carta en la que se expongan de forma detallada las modificaciones efectuadas, si las hubiere, tanto las sugeridas por el propio comité editorial como las que figuran en los informes de los evaluadores.

Además, debe anexar una carta en la que debe exponerse claramente que el trabajo no ha sido publicado previamente, que todos los autores están de acuerdo en su contenido y que ceden los derechos de publicación a la Revista Lámpsakos.

Los artículos preseleccionados se enviarán al evaluador exclusivamente a través de correo electrónico, debidamente organizados, a través de un número de orden que garantice el anonimato, la confidencialidad y el concurso, en igualdad de condiciones con otros trabajos.

De cara a una mayor rapidez y efectividad en la mejora del artículo, los posibles errores, modificaciones y sugerencias específicas sugeridas por el evaluador, estarán marcadas en el propio texto, en color rojo, para que el editor pueda enviárselas al autor directamente y éste pueda tener una representación exacta de lo que se le propone, con independencia de que tales sugerencias sean atendidas o no por él. El evaluador devolverá directamente por correo electrónico a la Revista, en los plazos establecidos, el texto del artículo revisado. Esta medida pretende contribuir a que los evaluadores realicen precisiones y sugerencias muy concretas, más allá de las consideraciones generales, también válidas, que se comunicarán a través de la Revista al autor.

Los aspectos de forma deben seguir las normas básicas que la Revista establece a la

hora de redactar el informe o trabajo, en aspectos esenciales como los titulares, el tamaño de los párrafos, las citas bibliográficas, las nomenclaturas, la proporción de tablas y figuras, la presentación de los resultados o las citas bibliográficas. En este caso también se recomienda a los autores que se ajusten a la normativa. Es necesario poner especial cuidado en la organización y la estructura del trabajo, el estilo de redacción, la presentación de los resultados en tablas y figuras, y en la correspondencia entre las referencias citadas y las enumeradas al final del trabajo. Además, conviene no olvidar el ajuste del lenguaje a un entorno internacional, propio de la comunidad científica y profesional, más allá de los modismos propios del país o del área en la que se produzca el artículo.

En general los aspectos de fondo más valorados serán la coherencia y la relevancia de la colaboración para el avance del conocimiento académico y profesional de la ciencia. Es necesario tener presente que cada tipología de trabajo presentado tiene su propia estructura textual y conceptual, en función del aporte y de los posibles lectores. Este hecho no debe hacer obviar que los trabajos, en cualquiera de sus modalidades, deben tener un mínimo de rigor y de sistematización para poder ser presentados a la comunidad científica, profesional y académica.

Ω