

5. La Ingeniería.

Ing. Carlos Ernesto García, M.Sc.

"Ingeniero es todo aquel que piensa y actúa como ingeniero; con o sin título."

Introducción.

La Ingeniería es la profesión práctica más importante para la especie humana como promotora de su constante evolución. La huella de sus creaciones es tan ubicua en el planeta como la materia: todo lo artificial que existe y ha existido alrededor para beneficio humano es creación de la Ingeniería: carreteras, túneles, puentes, edificios, hospitales, escuelas, automóviles, teléfonos, naves espaciales, acueductos, alcantarillados, distribución eléctrica, prótesis anatómicas, equipo de audio, equipo médico, viviendas, electrodomésticos, computadoras, software, paneles solares, armamento. ¡La lista es infinita! Lo único que queda fuera de esta lista son las creaciones del arte; la actividad humana orientada a crear cosas bellas.

Los ingenieros crean artefactos, hacen que los artefactos funcionen, y hacen que los artefactos que funcionan lo hagan cada vez mejor. Usan su creatividad para solucionar problemas que enfrenta el ser humano. Los ingenieros son quienes construyen el futuro del Hombre. Trabajan en un amplísimo rango de áreas como: la Industria, el espacio, la mecánica, la computación, la informática, la cibernética, la militar, la biomedicina, la electricidad, la química, la alimentación, la astronómica, la agricultura y los materiales.

A partir de este incesante y abrumador apoyo que la Ingeniería ha brindado, brinda y continuará brindando a la especie humana, uno esperaría encontrar en las calles de cualquier ciudad muchos monumentos a los ingenieros. ¡Pero nada! Se encuentran incontables monumentos a políticos, militares y santos. Estos son los héroes e la sociedad y los ingenieros parecen estar a gusto de que así sea.

Definición.

La Ingeniería puede definirse desde dos perspectivas: como disciplina y como actividad o profesión:

Como disciplina. Como disciplina, se define Ingeniería como un sistema de conocimiento que comprende conceptos, principios, métodos, técnicas, herramientas y procesos; conocimiento que es aplicable al desarrollo de sistemas complejos de cualquier clase (dispositivos, estructuras, procesos, etc.), o a la investigación de la Ingeniería por sí misma. Véase Figura 1.

El sistema de conocimiento se deriva del conocimiento científico, especialmente de las ciencias matemáticas, las ciencias naturales y las ciencias sociales. El conocimiento de la Ingeniería se adquiere mediante estudio, experimentación y práctica profesional; y se aplica utilizando el buen juicio, a fin de desarrollar sistemas complejos de manera eficiente y eficaz.

Como actividad. Como actividad, la Ingeniería es un conjunto estructurado de actividades organizado como proyecto, orientado desarrollar sistemas complejos de toda índole (dispositivos, estructuras, procesos, etc.) como solución a algún problema de la sociedad. Estas actividades comprenden desde la concepción de la primera idea del sistema nuevo hasta el momento en que queda disponible para su uso; y se organizan a partir de seis macro-actividades:

- i. Formulación del problema [Análisis contextual].
- ii. Análisis del problema [Formulación de reqs.].
- iii. Diseño [de solución].
- iv. Construcción [Implementación].
- v. Prueba.
- vi. Instalación [Puesta en marcha].

Otras definiciones. Diversas instituciones y autores definen Ingeniería de manera similar a las definiciones previas. De entre éstas se mencionan las siguientes:

Figura 1. La ingeniería, como disciplina.

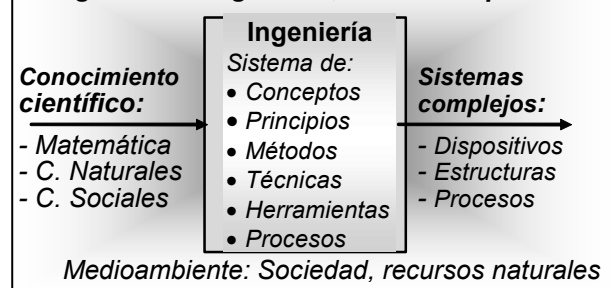


Figura 2. La ingeniería, como actividad.



Consejo de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología (ABET): define la Ingeniería como “la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquirido mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se aplica con buen juicio a fin de desarrollar las formas en que se pueden utilizar de manera económica, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad... Abarca un sistema de principios, métodos y técnicas que no pueden aprenderse con el simple hecho de estudiar. Deben aprenderse mediante la experimentación y la práctica profesional”.

Ince: La Ingeniería tiene como objetivo principal “producir un artefacto, sea un avión, una pistola, o un sistema de software. El punto central del desarrollo del artefacto es producirlo dentro de las limitaciones de costo, utilizando el conocimiento y las teorías de la ciencia sobre la cual se basa el artefacto”.¹

Krick: Ingeniería “esencialmente, es una rama profesional cuyo fin principal es crear cosas, entre las cuales están los dispositivos tangibles, estructuras y procesos, tales como el refrigerador, la autopista, la refinería de petróleo y muchas otras invenciones físicas que tan profundamente afectan nuestra vida diaria. Estas creaciones permiten convertir nuestros recursos materiales, energéticos, humanos y de información, en formas que satisfagan las necesidades de la humanidad”.

“Es una profesión principalmente relacionada con la aplicación de un cierto volumen de conocimientos, ciertas habilidades y un punto de vista; en la creación de dispositivos, estructuras y procesos empleados para transformar recursos a formas que satisfagan las necesidades de la sociedad”.²

La Ingeniería “se refiere principalmente a la aplicación de los métodos analíticos; de los principios de las ciencias físicas y sociales; y del proceso creativo, al problema de convertir nuestras materias primas y otros recursos en formas que satisfagan las necesidades de la Humanidad. El proceso de conversión es conocido comúnmente con el nombre de diseño”.³

Creatividad, eficiencia, efectividad y beneficio humano.

Creatividad, eficiencia, efectividad y beneficio humano son cuatro aspectos intrínsecos, sustanciales e irrenunciables en el ejercicio de la Ingeniería. La ausencia de cualquiera de ellos desnaturaliza la profesión por completo.

Creatividad en el sentido de que el ingeniero debe hacer todo lo posible por proveer soluciones novedosas a los respectivos problemas.

Eficiencia en cuanto a que el proceso de desarrollo de una solución y la solución misma deben consumir el mínimo posible de recursos.

Eficacia en cuanto a lograr soluciones completas e integrales a los respectivos problemas, con visión holística y sin efectos negativos en el medioambiente de la solución.

Beneficio humano en cuanto a que la solución a un determinado problema debe siempre implicar alguna mejora en la calidad de vida de los miembros de la sociedad.

Historia de la Ingeniería.

La historia de la Ingeniería es prácticamente la historia de la especie humana, ya que desde el principio de esta historia, hace unos 200 millones de años, el Hombre buscó arduamente aprovechar los recursos y las fuerzas de la naturaleza en su beneficio. Su propia evolución, desde entonces hasta nuestros días, está indisolublemente arraigada en la continua cadena de éxitos alcanzados en su insaciable búsqueda.

Hallazgos arqueológicos y antropológicos demuestran que los primeros humanos diseñaron, construyeron y utilizaron en su beneficio diversos objetos como: viviendas; artefactos como lanzas, hachas y flechas para la caza y su defensa; vestuario basado en pieles; herramientas tipo martillo; y utensilios de cocina, entre otros.

8000 A.C. Aunque los hallazgos anteriores llevan a suponer la existencia innegable de un cierto nivel de pensamiento creativo, no es sino hasta por el año 8000 A.C. que se evidencia una actividad de ingeniería más definida, específicamente en el campo de la agricultura, cuando el Hombre pasa del estado nómada al estado sedentario.

4000 A.C. Es hasta el año 4000 A.C. que se detectan las primeras actividades de ingeniería formal, por el desarrollo de artefactos de gran magnitud y complejidad como: enormes pirámides como las de Egipto, India, China y Mesoamérica; inmensas murallas para proteger ciudades y campos agrícolas; armamento militar y sistemas de irrigación. Se puede decir entonces que las primeras disciplinas de la Ingeniería en aparecer en la historia fueron la Ingeniería Civil y la Ingeniería Militar; las cuales estuvieron apoyadas en correspondientes avances científico.

¹ Ince, D.C.; *Ingeniería de Software*; Addison-Wesley Iberoamericana, Argentina, 1993. Pág. 4.

² Krick, Edward V.; *Introducción a la Ingeniería y al Proyecto en la Ingeniería*; McGraw-Hill, 1a. edición, México, 1973. Pág. 58.

³ Krick, Edward V.; *Introducción a la Ingeniería y al Proyecto en la Ingeniería*; McGraw-Hill, 1a. edición, México, 1973. Pág. x

A partir de este año, hasta el derrumbe del Imperio Romano en el Siglo IV D.C., las obras de ingeniería se fueron consolidando y diversificando debido a los grandes aportes de la ingeniería egipcia, griega, china, Romana y Mesopotámica.

Siglo V D.C. Con el derrumbe del Imperio Romano (476 D.C.) Europa entra a su Edad Media, que abarca diez siglos, desde el Siglo V D.C. hasta el Siglo XV D.C. (1453, caída del Imperio bizantino). Es el período llamado *medieval*, al que también se le conoce como la “*Epoca del Oscurantismo*” debido al estancamiento científico y tecnológico que hubo en todo ese tiempo, por causa de las extremas restricciones que impuso la Iglesia Católica a todo acto que contradijera sus dogmas (tortura y hoguera incluidas), oponiéndose brutalmente al librepensamiento. La Iglesia Católica secuestró el conocimiento en los conventos. Toda actividad científica fuera de los monasterios era considerada brujería, hechicería o acto demoníaco.

La Edad Media es un concepto que se aplica sólo a la historia de Europa. Ninguna otra región del mundo a vivido un época como esta. Por extraño que parezca, fue dentro de esta época en que la ciencia y la ingeniería florecieron al máximo en las grandes culturas de América, especialmente en la cultura Maya.

Siglo XV D.C. En este siglo ocurre lo que se llama “El Renacimiento” por marcar el fin del oscurantismo y el reinicio del desarrollo científico, tecnológico y artístico; destacándose en la Ingeniería Leonardo Da Vinci. El Hombre pasó a ser el centro del universo desplazando a Dios: surge el humanismo. Desde entonces hasta nuestros días, el desarrollo de la Ingeniería ha sido constante y acelerado. Tan acelerado que se estima que cualquier cantidad de avance logrado en un tiempo t , se vuelve a alcanzar a continuación en un tiempo $t/2$; regla que se proyecta válida hasta el futuro inmediato.

Cronología. Las disciplinas más conocidas de la Ingeniería fueron apareciendo cronológicamente en la historia humana así: Ing. Militar, Ing. Civil, Ing. Mecánica, Ing. Eléctrica, Ing. Química, Ing. Industrial, Ing. Administrativa e Ing. Informática.

Poema. En el prólogo del film “2001: *Odisea en el Espacio*” de Stanley Kubrick (1968) hay una maravillosa escena en la que aparece un grupo de homínidos bebiendo agua tranquilamente a la orilla de un pequeño charco, en medio de un suelo reseco. De pronto aparece en el horizonte cercano otro grupo de homínidos más fuerte físicamente, que obliga a huir al primer grupo tras amenazantes gruñidos y gestos corporales. El grupo desplazado se retira lejos del charco resignado y decepcionado. Pero uno de sus miembros, luego de toparse en grupo con un misterioso e inmenso monolito prismático color negro opaco que parecía impregnarles de algo intangible, se encuentra en su deambular con los restos óseos de algún animal mamífero de regular tamaño esparcidos sobre el suelo. Se sienta en medio del pequeño cúmulo de huesos, toma accidentalmente en sus manos un hueso largo y grueso, tipo fémur, y con desdén empieza a golpear aquí y allá a los demás restos óseos, observando como se van quebrando. Uno de los golpes da en un cráneo y éste se parte en dos. Incrédulo, el homínido lo golpea varias veces más y éste se parte en más pedazos cada vez. Este homínido había inventado el primer artefacto para su beneficio. Y así nace el hombre inteligente y con él la Ingeniería. De más está decir que el grupo de homínidos más débil, cada miembro empuñando un hueso fuerte y largo, liderado por el ingenioso inventor, reconquistaron el acceso al charco dejando en su reconquista varios cráneos de sus adversarios rotos. La escena termina cuando el líder del grupo vencedor lanza hacia arriba en actitud triunfal su hueso largo y éste, al alcanzar el límite superior de la atmósfera terrestre, se convierte en un esplendoroso satélite artificial del Siglo XX. La historia de la Ingeniería resumida en poema de nueve minutos!

Ingeniería y Ciencia.

El objetivo fundamental de la ciencia es descubrir cosas (causas, propósitos, el porqué, el cómo, etc.); el de la Ingeniería es crear cosas. A pesar de sus objetivos distintos, la relación entre ciencia e Ingeniería es circular: La Ingeniería utiliza el conocimiento científico en sus creaciones, y la ciencia utiliza las creaciones de la Ingeniería en sus investigaciones.

Código de Ética del Ingeniero.

Se transcribe a continuación, como muestra de adhesión y apoyo, el Código de Ética establecido por Consejo de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología (ABET), el cual se espera que todos los alumnos de este curso adopten desde ya.

Principios Fundamentales:

Los ingenieros sustentan y hacen avanzar la integridad, el honor, y la dignidad de la Ingeniería como profesión, a través de:

1. Usar sus conocimientos y habilidades para mejorar el bienestar humano.
2. Ser honesto e imparcial, y servir con fidelidad al público, a sus empleados, y a sus clientes.
3. Luchar por aumentar el nivel de competencia y el prestigio de la Ingeniería como profesión.
4. Apoyar a las sociedades profesionales y técnicas de sus respectivas disciplinas.

Dogmas Fundamentales:

1. El ingeniero deberá de tener en alta prioridad la seguridad, la salud, y el bienestar del público cuando ejecute sus funciones de ingeniero.
2. El ingeniero desarrollará trabajos y servicios sólo en las áreas de sus competencia.
3. El ingeniero dará opiniones y dictámenes de manera objetiva y veraz.
4. El ingeniero actuará en asuntos profesionales con cada empleador o cliente, como un agente o encargado fiel, y evitará conflicto de intereses.
5. El ingeniero desarrollará su reputación profesional a través de los méritos de su servicios, y no competirá de manera ventajosa con otros ingenieros.
6. El ingeniero se asociará solo con personas y organizaciones de buena reputación.
7. El ingeniero continuará su desarrollo profesional a través de educación continua a lo largo de su profesión, y proveerá con oportunidades de desarrollo profesional a aquellos ingenieros bajo su supervisión.

Bibliografía.

National Council of Examiners for Engineering and Surveying, "*Fundamentals of Engineering: Supplied-Reference Handbook*", 4th edition, U.S.A., 2000.

The Royal Academy of Engineering, "*Philosophy of Engineering, Vol.1 of the proceedings of a series of seminars*", London, 2010.

Krick, E. V., "*An Introduction to Engineering and Engineering Design*", Wiley, New York, 1965.