

# Introducción a la Ingeniería Industrial

## *Introduction to industrial engineering*

Jorge Raúl Stincer Gómez.



**Recibido:** abril 2020  
**Aceptado:** junio 2020



### Resumen

En este texto se hace un breve recorrido histórico de la Ingeniería como una de las ciencias que más han contribuido en la solución de los problemas de las civilizaciones a lo largo del tiempo. En su contenido se enmarca el camino transcurrido por diversas ramas de la Ingeniería hasta la actualidad, demostrando su avance paralelo a la evolución de la humanidad.

**Palabras clave:** Ingeniería, historia, surgimiento, Ingeniería Industrial.

### Abstract

This text makes a brief historical overview of Engineering as one of the sciences that have contributed the most to solving the problems of civilizations over time. Its content frames the path taken by various branches of Engineering to date, demonstrating its advance parallel to the evolution of humanity.

**Keywords:** Engineering, history, emergence, industrial engineering.

## Introducción

La Ingeniería Industrial es una de las ramas del conocimiento que involucra la creatividad y la puesta en práctica de los principios de la ciencia; es esencialmente pragmática y se autoperfecciona constantemente como se identificará a continuación.

Cabe advertir que toda región del mundo muestra avances significativos derivados del uso de los recursos naturales y de las leyes de la Física, la Matemática, la Química, la Mecánica y la Medicina, todo en beneficio de la humanidad.

### *La Ingeniería*

Sería sencillo definir la palabra ingeniería, pero para entenderla situaremos su evolución histórica para entender la relevancia de esta ciencia en la vida del ser humano.

En la era primitiva, el ser humano sólo cazaba y recolectaba los alimentos de forma manual. Desde esta época, el hombre empezó a fabricar de manera manual las primeras herramientas de trabajo para lograr más productividad y disminuir sus esfuerzos.



La evolución implicó el origen de las ciencias, las cuales facilitaban la comprensión de los fenómenos y sus regularidades, y el desarrollo de las humanidades y hasta del propio idioma. La humanidad fue dándole paso a la Ingeniería para aplicar los conocimientos de la ciencia y mejorar las condiciones de vida de las personas.

Después del transcurrir de muchos años, ¿cómo se puede ver el desarrollo de esta disciplina creada por el hombre?, muy sencillo: en las grandes edificaciones, las comunicaciones en un tiempo real, a distancias enormes, el transporte por tierra, mar y aire, la llegada a la Luna, los satélites en el espacio y la mayor esperanza de vida. Todo ello gracias a la Ingeniería.

Entonces, la Ingeniería es la disciplina con la cual se puede mejorar todo el sistema y el entorno en el que vivimos, consiste en adaptar las ciencias y el conocimiento humano de manera práctica para satisfacer y dar soluciones a las necesidades humana al optimizar los recursos naturales (Romero Hernández *et al.*, 2008, p.2).

### **La innovación tecnológica**

La innovación tecnológica consiste en la transformación de una idea en un producto útil para la sociedad. De acuerdo con Pavón e Hidalgo (1997, p.3): es el conjunto de etapas técnicas, comerciales e industriales que conducen el lanzamiento al mercado de productos manufacturados con éxito, o la utilización comercial de nuevos procesos tecnológicos.

La innovación tecnológica tiene la característica de modificarse y autoperfeccionarse creando nuevas soluciones a los problemas siempre crecientes de la sociedad. Ejemplos de ella los tenemos en todas las ramas de la economía, el transporte, la construcción, la informática, la comunicación, la Biología, la Medicina, entre otras áreas.

## **Desarrollo**

### **Los orígenes de la Ingeniería moderna**

Se puede afirmar que la Ingeniería inició desde que el ser humano comenzó a diseñar sus propias herramientas para cazar, cosechar y defenderse; evolucionó cuando el hombre creó la rueda, la palanca, la cerámica y con el uso de metales fundidos.

Por su parte, la Ingeniería moderna y científica comenzó después del Renacimiento, con exponentes como Thomas Newcomen y Tomás Savery, quienes construyeron la primera maquinaria de vapor para la minería. En 1672, Denis Papín concibió en un relato, la primera máquina atmosférica de vapor. A principios del siglo XVIII, Thomas Newcomen la construyó con las bases del invento de Papín: fue la primera máquina de vapor funcional. 70 años después, James Watt la mejoró y eso fue la base de la Revolución Industrial y la Ingeniería moderna (Romero Hernández *et al.*, 2008, p.4).

### **Historia de la Ingeniería**

Los primeros ingenieros fueron arquitectos, ingenieros militares y especialistas en irrigación. El primero conocido por sus logros fue Imhotep, constructor de la famosa pirámide de Saqqara en las cercanías de Memphis.

Él organizó todo el proceso de construcción, controló el trabajo de cientos de obreros, y realizó la primera ciudad funeraria: rodeada por una muralla de mil 500 metros de perímetro, construyó diversas



edificaciones, como decorado, y en el centro erigió una pirámide de seis gradas con una altura de 60 metros. En el centro, bajo la pirámide, se construyó la tumba de Dyeser (Zoser) y un conjunto de galerías para almacenar miles de vasijas funerarias. Con base en métodos empíricos auxiliados por la Aritmética, la Geometría y la Física, los sucesores de Imhotep (egipcios, persas, griegos y romanos) llevaron a la Ingeniería Civil a niveles muy altos. El faro de Alejandría, el templo de Salomón, el Coliseo en Roma, los sistemas de carretera entre Roma y Persia, el acueducto de Pont du Gard en Francia, el puerto de la ciudad de Cartago, son muestra de ello.

El uso de la piedra también alcanzó gran desarrollo en las grandes estructuras de Egipto, Mesopotamia, Grecia, Roma, el lejano Oriente, América central y América del sur en construcciones que hoy siguen en pie. Con el paso del tiempo se construyeron grandes ciudades con sistemas de acueductos, canales, puentes y métodos eficientes de agricultura.

Los ingenieros de la época clásica en la Europa medieval combinaron habilidades militares y civiles, y en su construcción llevaron la técnica a niveles sofisticados.

En el lejano Oriente, la India, China y Japón, la Ingeniería tuvo un desarrollo separado, pero muy similar. Con la ayuda de las técnicas de construcción, hidráulicas y metalúrgicas se edificaron ciudades tan avanzadas como las del imperio mongol. El arado fue un descubrimiento de la antigua China, al igual que el papel y la pólvora.

Para el siglo XVIII se perfeccionó la máquina de vapor y se da paso a la Revolución Industrial, y el siglo XX se considera el más activo en el desarrollo de la Ingeniería, por la gran cantidad de avances en el campo de las comunicaciones, el transporte, la Biotecnología, entre otras.

### ***La Ingeniería en las civilizaciones antiguas***

En la historia de la Ingeniería en las civilizaciones antiguas destacan los mesopotámicos, los egipcios, los griegos, los árabes y los romanos. En América, los mayas y aztecas.

Las civilizaciones mesopotámica y egipcia tuvieron vida urbana y con ello la necesidad de grandes cantidades de agua para uso humano, por ello se construyeron grandes acueductos y alcantarillados. También se emplearon los primeros metales como el cobre y el bronce.

En cambio, la economía de Grecia y Roma no dependía de ríos sino de la cercanía de los mares, lo que facilitaba el comercio y el intercambio. Las diferencias entre ambas culturas generó obras ingenieriles diversas.

### ***Los mesopotámicos***

Este pueblo construyó canales, templos y murallas, las primeras obras de Ingeniería más representativas del mundo antiguo. Entre sus principales aportes están los tejidos, la fundición de metales, la destilación del alcohol, la moneda, la escritura, la rueda, el sistema sexagesimal, la irrigación artificial y el bote de vela. También se han encontrado tablas hechas de arcilla que se usaron como instrumento de la Astronomía, fueron los primeros en emplear el arma de hierro; asimismo, descubrieron que el caballo se podía domesticar y lo usaron como medio de transporte, creando la caballería en el ejército, lo cual les dio una ventaja militar considerable sobre las demás civilizaciones.

En las ciencias fueron los primeros en aplicar el sistema decimal y sexagesimal, aplicaron las operaciones aritméticas básicas, como la resta, la suma, la división y la multiplicación. Desarrollaron ecuaciones de



segundo grado y tenían conocimiento del número, la raíz y la potencia. Fueron capaces de calcular volúmenes de figuras geométricas. En la Astronomía sabían distinguir entre los planetas, los objetos móviles y las estrellas, siendo capaces de prever fenómenos astronómicos con antelación. Idearon el sistema postal y de correo. Éstos y otros descubrimientos son hoy premisas de la Ingeniería moderna.

### **Los egipcios**

Los egipcios tuvieron un desarrollo considerable en la construcción y la planificación. Fueron los primeros en practicar el levantamiento de planos, desarrollaron sistemas efectivos de riego, y construyeron notables edificios de piedra, debido a los constantes desbordamientos del río Nilo. Se producen los primeros trabajos de agrimensura y se utilizaron instrumentos topográficos.

Se conoce que en el año 3000 a. C. se desarrollaron trabajos de extensión de diques, canales y sistemas de drenaje, se hicieron trabajos de irrigación para abastecer de agua a todos los pobladores del Nilo; se construyeron las estructuras más altas y perdurables de la historia. Por otro lado, en la Ingeniería, el pueblo egipcio realizó las obras más grandiosas de todos los tiempos, como el muro de la ciudad de Menfis y más de 200 pirámides.

### **Las contribuciones de los griegos**

Sus sistemas de distribución de agua e irrigación siguieron el patrón egipcio, pero mejoraron los materiales y las formas de trabajo. Los ingenieros tenían más conocimientos sobre el uso y el desarrollo de las ideas, y mayor capacidad de inventiva, obtuvieron logros significativos en el arte, la filosofía, la ciencia, la literatura y el gobierno. Se contrataron arquitectos para la construcción de templos como la Acrópolis, usaron por primera vez hierro forjado en la construcción.

El gran aporte de los griegos es que aplicaron los principios de la ciencia a las obras ingenieriles, a diferencia de obras anteriores cuyas construcciones se basaban en principios empíricos. Usaron la topografía, la cual se considera como la primera aplicación de las ciencias en la Ingeniería.

Los griegos también fueron los primeros en financiar la industria bélica. Como tenían un concepto más avanzado sobre la humanización del trabajo, no hicieron obras tan colosales como las otras civilizaciones. Sin embargo, lo compensaron con sus grandes avances en la Literatura, la política, la Lógica y la Filosofía.

En la parte bélica, en el año 305 a. C. Demetrio inventó el castillete, con un peso de 82 toneladas. Arquímedes hizo grandes aportes a la Matemática y la Geometría. Descubrió el centro de gravedad, y con ello dio paso a la famosa ley de la palanca, tan presente en nuestros días. Creó, también, el tornillo de Arquímedes. Todos ellos hoy son pilares de la Ingeniería moderna. Sin duda, esta civilización fue líder en los orígenes de la Ingeniería por todos sus logros y aportes.

### **Contribuciones de los romanos**

La civilización romana compartía más elementos con las sociedades de Egipto y Mesopotamia. Se usaba a los esclavos como mano de obra para producir mejoras en beneficio del Imperio. Las contribuciones de los romanos fueron limitadas.

La Ingeniería romana era civil, se destacaron en la construcción y el diseño de acueductos, carretera, puentes y edificios públicos. También desarrollaron la Ingeniería Militar.

Una innovación interesante de los arquitectos de la época fue la reinención de la calefacción doméstica central indirecta.



El Coliseo fue el mayor triunfo de la construcción, siendo el mayor lugar de reunión pública de aquella época.

Los ingenieros romanos hicieron grandes aportes en la construcción de carreteras. La más importante es la Vía Apia, la cual se empezó en el 312 a. C. y fue la primera carretera importante recubierta de Europa.

También inventaron el alumbrado público. Después del año 100, la Ingeniería decayó. Esto contribuyó a la caída del Imperio Romano.

### ***La cultura árabe***

La cultura árabe hizo grandes aportes a la humanidad. En matemáticas crearon los números arábigos. Inventaron el ladrillo de barro cocido al sol, la técnica de la cera perdida utilizada para la artesanía de oro, plata y bronce. Crearon el número cero, escribieron el primer diccionario bilingüe del mundo, crearon el primer mapa, desarrollaron la irrigación, usaron canales, fuentes y pozos de agua, introdujeron nuevos cultivos en Europa, como la caña de azúcar, el limón, la naranja, las palmeras, los dátiles, la morera, entre otros.

Desarrollaron técnicas de fabricación de armas de acero, alfombras, sedas, gasas, perfumes, joyas y vidrio.

En el comercio, se convirtieron en el puente entre oriente y occidente. Crearon la brújula y el astrolabio. En arquitectura, se destacaron con los arcos jiviales, las torres en punta, los azulejos y las porcelanas.

### ***Culturas maya y azteca***

Los mayas fueron la civilización más deslumbrante de América Latina por sus aportes a la ciencia y la cultura, están considerados como los griegos de América. Se destacaron en la escritura jeroglífica, crearon un calendario, tuvieron gran desarrollo en la pintura y la cerámica. Su estilo arquitectónico fue de los más avanzados.

Generalmente adornaban sus edificaciones con símbolos del calendario. Astrólogos y sacerdotes, desde sus observatorios, estudiaban el movimiento del Sol, la Luna y los cuerpos celestes. Con ello tuvieron grandes avances en la Astronomía, incluso superiores a muchas civilizaciones. Usaban el sistema vigesimal en las matemáticas, brindando grandes aportes a esta ciencia.

La cultura Azteca también marcó el desarrollo en las civilizaciones de América. Obtuvieron logros en la agricultura y la Astronomía. Gracias a sus observaciones determinaron las revoluciones del Sol, la Luna, y Venus, conocieron la frecuencia de los eclipses de Luna y Sol, y construyeron su calendario.

Tenían conocimientos de meteorología muy avanzados y fueron pioneros en el pronóstico del tiempo.

En la medicina descubrieron las propiedades curativas de plantas y minerales para la cura de enfermedades. Debido a la gran cantidad de sacrificios humanos que hacían, con los mismos cuerpos, efectuaban estudios de Anatomía.

En la orfebrería, fueron pioneros en América al combinar diferentes metales y piedras preciosas. En ambas civilizaciones, al igual que las del viejo continente, se desarrollaron las ciencias y la Ingeniería, con igual grandeza.



## *Las revoluciones de la Ingeniería*

### **La Ingeniería en la Edad Media**

La Edad Media data del siglo V hasta la caída del Imperio Romano a finales del siglo XV. Esta época “no fue tan oscura” como algunos afirman. Se desarrollaron grandes creaciones arquitectónicas, como las catedrales góticas. Se inventó la imprenta, el reloj de contrapeso y el cañón. Este invento marcó una pauta en la historia, pues acabó con la seguridad de los grandes castillos y murallas.

En esta etapa de la historia, el ser humano dio especial atención al movimiento y la fuerza de gravedad; en 1474 se estableció la primera ley que regula la patente de los inventos; se perfeccionó el uso del arco de medio punto; se introdujo el arco de ojiva, la bóveda nervada y el sistema de arbotantes. Con estos elementos y conocimientos de la estática se construyeron grandes y altas catedrales.

En esta época, se avanzó en la Ingeniería Militar, la cual dio paso a diseños y creaciones de armamentos; y la producción de relojes fundó la Mecánica.

Durante este periodo, las principales fuentes de energía fueron los animales, el agua y el viento. Los ingenieros buscaron reforzar y suplir la capacidad productiva del hombre mediante la construcción de máquinas que ahorraban fuerza de trabajo por lo que se desarrolló el molino de viento, se mejoraron los molinos de agua, y la rueda se aplicó a los timones de los barcos.

### **Los avances de la Ingeniería entre 1500 y 1750**

En esta época, la Ingeniería Civil se separa de la Militar. Se fortalece la Ingeniería Mecánica, la construcción de instrumentos para la navegación, Galileo crea el telescopio, aparecen la bomba neumática, la imprenta comercial y algunos instrumentos de medición. Crece la Ingeniería Naval con los viajes interoceánicos.

La ciencia empieza a ser considerada en la Ingeniería. En el siglo XV surge el Renacimiento en Italia, renacen los clásicos y la revivificación del aprendizaje de lo que ellos legaron, y lleva a una revolución a los conceptos científicos de la antigüedad.

El desarrollo de la imprenta fue fundamental en la expansión del conocimiento ingenieril. En esa época, los ingenieros eran reconocidos por la sociedad y bien remunerados económicamente.

Uno de los grandes hombres de ese periodo fue Leonardo Da Vinci, conocido por sus logros artísticos; también fue estudioso de las Matemáticas, la Física, la Astronomía, la Aeronáutica y la Botánica.

Otro gran genio fue Galileo Galilei, quien descubrió la ley de la caída de los cuerpos y estudió el comportamiento armónico del péndulo. En 1594, Galileo patentó un dispositivo para elevar el agua.

La Ingeniería Mecánica también tuvo un gran avance. Simón Stevin, en Holanda, descubrió el triángulo de fuerzas que permitió a los ingenieros manejar las fuerzas resultantes que actuaban sobre miembros estructurales y llevó a cabo trabajos que desarrollaron el sistema métrico. En 1640, Fermat y Descartes descubren la Geometría Analítica.

En esta etapa surge el concepto de que una hipótesis sólo podía ser rechazada o aprobada mediante el experimento, lo cual dio paso a una de las premisas de la ciencia moderna. Con esto comienza el método científico de la investigación.



En 1675, Jean Baptiste, ministro en el gobierno de Luis XIV, creó la primera escuela de Ingeniería en Francia. Se establecieron las primeras bases científicas en las ciencias agrícolas por Gorgius Agrícola. Este último, en 1556, recopiló y organizó sus conocimientos sobre metalurgia y minería, para posteriormente documentarlos en su obra maestra. Galileo Galilei propició grandes avances en la Astronomía y mucho de sus descubrimientos dieron paso a la Revolución Industrial.

### ***Avances de la Ingeniería entre 1750 y 1900***

La Revolución Industrial se caracterizó por cambios fundamentales en todas las ramas de la Ingeniería: se descubrió la manera de transformar la energía calorífica en mecánica con ayuda del barómetro de Torricelli o la colaboración de Galileo para “descubrir” la atmósfera, Pascal detectó la presión atmosférica; y en 1672, Otto Von Guericke desarrolló un cilindro con un pistón móvil que daría paso al motor de combustión interna.

A principios de siglo XVIII, Thomas New Comen construyó la primera máquina de vapor funcional de la historia, y años después James Watt la mejoró.

En 1825 aparecen las primeras locomotoras, comenzaron a instalarse fábricas, se usó el carbón como principal combustible para transformarlo en calor en la fundición de metales, principalmente el hierro.

Durante esta etapa aumentó la explotación de la mano de obra, no obstante debe admitirse que el desarrollo de la tecnología provocó un gran avance en la productividad y humanizó el trabajo; por lo que a la vez aumentó la cantidad de productos y mejoró notablemente el nivel de vida de las naciones industrializadas.

De este modo, se utilizaban técnicas eficaces. Aunque el uso indiscriminado de los recursos y la tecnología propició la contaminación del ambiente, que tanto afecta en la actualidad.

El desarrollo de las nuevas tecnologías dio lugar a la superación profesional de la mano de obra, y hubo un aumento de la especialización laboral y el nivel cultural de los trabajadores.

En el siglo XIX se crea el primer motor de combustión interna de Alphonse Beau de Roches, en Francia, y el de Nikolaus August Otto en Alemania, no patentado.

Michael Faraday formuló el principio de la capacidad de inducir la corriente eléctrica. En 1836, Samuel F. B. Morse inventó el telégrafo, lo que dio lugar a la Ingeniería de las telecomunicaciones, y se crean los primeros motores eléctricos. Tomas. A. Edison desarrolló el foco, lo que dio lugar al alumbrado y disparó la demanda de energía eléctrica. En 1890 ya existían generadores eficientes, los capaces de alimentar de energía a la industria. La electricidad pasó a ser la principal fuente de energía de la industria en todas sus ramas. Los grandes avances de este periodo dieron lugar a los magnos desarrollos del siglo XX.

### ***La Ingeniería en el siglo XX***

En esta etapa de la historia de la Ingeniería, muchos hemos sido testigos de sus aportes, los que han transformado significativamente la vida del ser humano. El desarrollo de las comunicaciones, el transporte, la industria, la construcción, la industria militar, la Medicina, entre otras, han traído mejoras en la calidad de vida humana; pero también graves consecuencias como el impacto negativo sobre el ambiente dado que los gobiernos y los sectores industriales usan los recursos naturales sin control. En la actualidad se espera que las nuevas alternativas ecológicas logren minimizar estos daños.



Muchos logros se han generado en la Ingeniería del siglo XX: el procesamiento de imágenes, la producción de equipos electrodomésticos, el desarrollo de tecnologías para la salud o petrolíferas y de la petroquímica, la creación del láser y la fibra óptica, las tecnologías nucleares y los materiales de alto rendimiento.

El siglo XX, por tanto, es un símbolo del desarrollo histórico para la Ingeniería, la cual continúa progresando de manera constante.

## Conclusiones

Aunque la Ingeniería está ampliamente ligada a la ciencia, en muchas ocasiones, los avances tecnológicos se han adelantado a los principios científicos. Por ello, a lo largo de este texto se realizó un recorrido histórico de dicha ciencia pues su contribución en la solución de los problemas de las civilizaciones a lo largo del tiempo es más que contundente.

El desarrollo de la tecnología es paralelo al de la humanidad. Como la Ingeniería y la ciencia se interrelacionan mutuamente, abordar su historia ha permitido visualizar las diferentes etapas de la vida del ser humano y la forma en que sus científicos e ingenieros han buscado los mecanismos de mejora idóneos para mejorar la calidad de vida del hombre.

En la actualidad, la tecnología se basa en el conocimiento científico y empírico alcanzado por el ser humano, aunque un descubrimiento científico no tiene por qué dar lugar de inmediato a un adelanto tecnológico. Sin embargo, es cada vez más común que ello ocurra, de ahí la trascendencia de estudiar Ingenierías y potencializar las capacidades humanas siempre que no se descuide el cuidado del medioambiente.

## Bibliografía y referencias

- Alunni, J. I. (s.f.). *Cátedra: Fundamentos de Ingeniería*. <http://ing.unne.edu.ar/dep/eol/fundamento/tema/T3.pdf>
- Arroyo, M. (2011). *Nuevas fuentes de energía para un futuro sostenible. ¿Petróleo caro o protección del medio?* [www.ub.edu/geocrit/-xcol/143.htm](http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/143.htm)
- Barba, B. y Zorrilla, M. (2010). *Valores y educación*. Aguascalientes: Centro de Artes y Humanidades de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. UAA.
- Colegio de Ingenieros Civiles de México. (2011). *Código de Ética del Ingeniero Mexicano*. México: Colegio de Ingenieros Civiles de México, A. C.
- Martínez, M. (2006). La educación en tecnología: hacia una visión humanista en su desarrollo curricular. *Revista iberoamericana de educación*, 39(5).
- Pavón, J. y Hidalgo, A. (1997). *Gestión e innovación, un enfoque estratégico*. España: Ediciones la Librería.
- Romero Hernández, O., Muñoz Negrón, D. y Romero Hernández, S. (2008). *Introducción a la ingeniería industrial un enfoque industrial*. México: Cengage Learning.

