



# Introducción a la ingeniería

Una perspectiva desde el currículo  
en la formación del ingeniero

ECOEDICIONES

Oscar González Ortiz  
Martín Elías Villamil Rozo

### **Martín Elías Villamil Rozo**

Docente de planta de la Universidad Militar Nueva Granada en Bogotá, Colombia, desde 2007, donde actualmente se desempeña como Director del Programa de Ingeniería Industrial y como tutor de diferentes asignaturas en la Facultad de Estudios a Distancia.

Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Católica de Colombia. Con estudios de posgrado en pedagogía y educación. Cuenta con amplia experiencia, en lo académico, en educación a distancia, y en lo profesional en las áreas de compras, logística y calidad. Par académico del Ministerio de Educación Nacional. Coautor del libro Administración de la producción, publicado por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en 2003.

### **Oscar González Ortiz**

Profesor de planta de la Universidad Militar Nueva Granada en Bogotá, Colombia, desde 1997, donde se ha desempeñado como docente de diferentes asignaturas. Cofundador y exdirector del Programa de Ingeniería Industrial, exvicedecano de la Facultad de Ingeniería y asesor del Programa de Ingeniería Industrial a Distancia.

Ingeniero industrial egresado de la Universidad Incca de Colombia. Adelantó estudios de posgrado en varias áreas de su especialización y en educación superior, específicamente en docencia universitaria. Cuenta con una experiencia profesional en el sector industrial y comercial de más de 45 años, desempeñándose en diferentes áreas de la ingeniería industrial. En el sector educativo y académico ha sido profesor por más de 45 años en diferentes universidades del país. Es par académico del Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Cabe destacar que ha regentado la cátedra de Introducción a la Ingeniería durante más de catorce años, en la cual se ha distinguido por confrontar la teoría con su experiencia práctica.

# *Introducción a la ingeniería*

*Una perspectiva desde el currículo  
en la formación del ingeniero*

*Oscar González Ortiz  
Martín Elías Villamil Rozo*

*Catalogación en la publicación – Biblioteca Nacional de Colombia*

González Ortiz, Oscar

Introducción a la ingeniería : una perspectiva desde el currículo en la formación del ingeniero / Oscar González Ortiz, Martín Elías Villamil Rozo. – 1ª. ed. – Bogotá : Ecoe Ediciones, 2013

268 p. – (Ingeniería y Arquitectura. Ingeniería)

Incluye bibliografía

ISBN 978-958-771-027-4

1. Ingeniería – Historia 2. Ingeniería – Enseñanza 3. Ingeniería como profesión I. Villamil Rozo, Martín Elías II. Título III. Serie

CDD: 620 ed. 20

CO-BoBN- a850822

Colección: *Ingeniería y Arquitectura*  
Área: *Ingeniería*

Primera edición: Bogotá, septiembre de 2013

ISBN 978-958-771-027-4

© Oscar González Ortiz

e-mail: [oscar.gonzalez@unimilitar.edu.co](mailto:oscar.gonzalez@unimilitar.edu.co)

© Martín Elías Villamil Rozo

e-mail: [martin.villamil@unimilitar.edu.co](mailto:martin.villamil@unimilitar.edu.co)

© Ecoe ediciones

e-mail: [correo@ecoeediciones.com](mailto:correo@ecoeediciones.com)

[www.ecoeediciones.com](http://www.ecoeediciones.com)

Carrera 19 No. 63C - 32

Pbx. 248 1449

Coordinación editorial: *Andrea del Pilar Sierra*

Diagramación: *Alexánder Acosta Q.*

Carátula: *Wilson Marulanda*

Impresión: Gráficas de la Sabana

Cra 69 H # 77 - 36, Bogotá

*Impreso y hecho en Colombia - Todos los derechos reservados*

## Tabla de contenido

Prólogo.....	1
Agradecimientos.....	5
<b>Capítulo 1. Origen e historia de la ingeniería .....</b>	<b>7</b>
1.1 Introducción.....	9
1.2 Evolución de la ingeniería en la prehistoria y la historia .....	9
1.2.1 Región del Cercano Oriente .....	12
Mesopotamia .....	13
Egipto .....	15
1.2.2 Grecia .....	17
1.2.3 Roma.....	19
1.2.4 Edad Media .....	21
1.2.5 Renacimiento .....	24
1.3 Resumen del capítulo.....	26
1.3.1 Época prehistórica.....	26
1.3.2 Época antigua.....	26
1.3.3 Edad Media .....	27
1.3.4 Renacimiento .....	27
1.4 Actividades de aprendizaje.....	28
Bibliografía.....	29
Cibergrafía.....	29

<b>Capítulo 2. Desarrollo de la ingeniería en la época moderna y posmoderna.....</b>	<b>31</b>
2.1. Introducción.....	33
2.2. Primera Revolución Industrial.....	33
2.3. Segunda Revolución Industrial .....	36
2.4. Descubrimientos en ciencia y tecnología que dieron origen a las diferentes ramas de la ingeniería.....	39
2.4.1. Ingeniería de minas y metalúrgica .....	39
2.4.2. Ingeniería civil.....	41
2.4.3. Ingeniería química.....	42
2.4.4. Ingeniería mecánica .....	43

2.4.5. Ingeniería eléctrica.....	43
2.4.6. Ingeniería industrial.....	44
2.4.7. Ingeniería mecatrónica.....	45
2.5. Formación de las escuelas de ingeniería.....	46
2.5.1 Francia.....	47
2.5.2. Inglaterra.....	47
2.5.3. Alemania.....	48
2.5.4. Estados Unidos.....	48
2.6 La ingeniería moderna.....	50
2.7. Resumen del capítulo.....	53
2.7.1 Primera Revolución Industrial.....	53
2.7.2 Segunda Revolución Industrial.....	53
2.7.3 Descubrimientos de ciencia y tecnología que dieron origen a las diferentes ramas de la ingeniería.....	54
2.7.4 Escuelas de ingeniería.....	55
Francia.....	55
Inglaterra.....	55
Alemania.....	56
Estados Unidos.....	56
2.7.5 La ingeniería moderna.....	57
2.8. Actividades de aprendizaje.....	57
Bibliografía.....	58
Cibergrafía.....	58

**Capítulo 3. Fundamentación científica y tecnológica de la ingeniería ... 61**

3.1 Introducción.....	63
3.2 Definiciones de ingeniería.....	63
3.2.1 Definición filosófica.....	64
3.2.2 Definición disciplinar.....	65
3.2.3 Definición como profesión legalmente regulada.....	67
3.3 Componentes generales de la ingeniería.....	68
3.3.1 Primera trilogía: ciencia pura, ciencia aplicada e ingeniería.....	70
Ciencia pura.....	70
Ciencia aplicada.....	70
Ingeniería.....	71

3.3.2 Segunda trilogía: ciencia económica, finanzas e ingeniería .....	71
Ciencia económica .....	71
Finanzas.....	72
Ingeniería.....	73
3.3.3 Tercera trilogía: relaciones sociales, relaciones industriales e ingeniería .....	73
Relaciones sociales .....	73
Relaciones industriales.....	73
Ingeniería.....	74
3.4 Ingeniería, arte y ciencia .....	74
3.5 Resumen del capítulo.....	76
3.6 Actividades de aprendizaje.....	77
Bibliografía.....	78
<b>Capítulo 4. Ciencia, tecnología, técnica e ingeniería .....</b>	<b>79</b>
4.1 Introducción.....	81
4.2 Ciencia.....	81
4.2.2 Características del conocimiento científico.....	83
4.3 Tecnología .....	84
4.3.1 Contexto histórico y social de la tecnología.....	85
4.3.2 La tecnología y la ética.....	86
4.3.3 Impacto de la tecnología en la sociedad.....	86
4.4 Técnica .....	87
4.4.1 Desarrollo histórico.....	88
4.5 Ingeniería: base científica, disciplina, ramas y especializaciones .....	88
4.6 Innovación .....	91
4.7 Investigación y desarrollo (I + D).....	91
4.8 Desarrollo sostenible.....	92
4.9 Paradigmas sobre la ingeniería .....	92
4.10 Resumen del capítulo.....	95
4.11 Actividades de aprendizaje.....	96
Bibliografía.....	97
<b>Capítulo 5. Ciencias básicas de la ingeniería.....</b>	<b>99</b>
5.1 Introducción.....	101

5.2 El papel de las matemáticas en la ingeniería.....	101
5.2.1 Ramas de las matemáticas .....	103
Álgebra .....	103
Geometría.....	104
Trigonometría .....	104
Cálculo .....	104
Estadística .....	104
5.3 Las ciencias naturales y la ingeniería.....	108
5.3.1 Clasificación general (figura 5.6) .....	108
5.3.2 Utilización de las ciencias en ingeniería.....	109
5.3.3 Conceptos básicos y fundamentales de las ciencias en ingeniería	109
Estados de agregación de la materia (figura 5.8): .....	109
Ley de la conservación de la energía, de Einstein (Figura 5.8) .....	111
5.4 Aplicación de las ciencias básicas en el diseño	
de soluciones ingenieriles .....	111
5.4.1 Generalidades .....	111
5.4.2 Transformación y usos generales de la energía .....	112
Descripción del problema.....	112
Desarrollo del proceso de solución .....	112
Escogencia de la fuente.....	113
Generación de energía eléctrica (conversión de	
energía mecánica a energía eléctrica) .....	113
Producción de energía térmica, lumínica, química y	
acústica partiendo de la energía eléctrica.....	115
5.5 Resumen del capítulo.....	120
5.6 Actividades de aprendizaje o ejercicios recomendados.....	121
Bibliografía.....	122
Cibergrafía.....	122
<b>Capítulo 6. Especializaciones o ramas de la ingeniería .....</b>	<b>123</b>
6.1 Introducción .....	125
6.2 Orígenes y propósitos generales de la disciplina de la ingeniería	125
6.3 Campos y perfiles de los ingenieros en general .....	126
6.3.1 Perfil disciplinario .....	126
6.4 Algunas “ ramas” o especializaciones de la ingeniería .....	126

6.4.1 Ramas tradicionales de la ingeniería.....	126
Ingeniería civil .....	127
Ingeniería mecánica.....	129
Ingeniería eléctrica.....	131
Ingeniería química .....	134
6.4.2 Ramas modernas de la ingeniería .....	136
Ingeniería de sistemas .....	137
Ingeniería mecatrónica.....	138
Ingeniería en telecomunicaciones .....	141
Ingeniería en multimedia .....	142
Ingeniería industrial .....	144
6.4.3 Otras ramas de la ingeniería.....	145
Ingeniería biomédica .....	145
Ingeniería aeroespacial .....	147
Ingeniería de materiales .....	147
Ingeniería de petróleos.....	148
Ingeniería ambiental .....	149
6.5 Resumen del capítulo.....	150
6.6 Actividades de aprendizaje .....	151
Bibliografía.....	152
Cibergrafía.....	152
<b>Capítulo 7. La educación y formación del ingeniero .....</b>	<b>153</b>
7.1 Introducción .....	155
7.2 Definición de ingeniero .....	156
7.3 Cualidades de un ingeniero competente .....	156
7.4 Entrenamiento, instrucción, educación y formación.....	157
7.4.1 Entrenamiento .....	157
7.4.2 Instrucción .....	157
7.4.3 Educación .....	157
7.5 Paradigmas de la educación del ingeniero .....	158
7.6 El currículo como estrategia de formación de un ingeniero .....	159
7.6.1 Definición y propósitos del currículo.....	160
7.6.2 Conceptualización y construcción del currículo.....	160

7.6.3	Definición de ingeniería como base del currículo y del plan de estudios .....	161
7.6.4	Perfil profesional y ocupacional .....	162
	Perfil profesional o disciplinar .....	162
	Perfil ocupacional .....	163
7.6.5	Estructuración del currículo y del plan de estudios de ingeniería. 164	
	Área profesional, tecnológica o de ingeniería aplicada .....	164
	Área ciencias de la ingeniería o ciclo básico profesional.....	165
	Área de ciencias básicas .....	165
	Área económico-administrativa.....	169
	Área humanística .....	169
	Área complementaria .....	170
7.7	Formación por competencias .....	170
7.7.1	Concepto o definición.....	170
7.7.2	Componentes .....	171
	Conocimientos.....	172
	Habilidades y destrezas .....	172
	Actitudes y cualidades .....	172
7.8	Formación por competencias y el Proyecto Tuning.....	173
7.8.1	Competencias genéricas .....	173
	Aprender a aprender .....	175
	Competencias comunicativas.....	176
	Gerenciamiento personal .....	176
	Adaptabilidad y trabajo en equipo .....	176
	Competencias específicas .....	177
7.8.2	Formación integral .....	178
7.8.3	El Sistema de créditos académicos T3.....	179
	Qué es un sistema de créditos académicos .....	180
	Objetivos o propósitos del sistema de créditos académicos.....	180
	Determinación del crédito académico .....	181
	Qué mide el crédito académico .....	182
	Tipos de créditos.....	183
7.8.4	Momentos de aprendizaje .....	183
7.9	Los estudios de posgrado en ingeniería .....	185
7.9.1	Reflexiones y paradigmas sobre los estudios de posgrado.....	186

7.9.2 Los trabajos de grado.....	187
7.9.3 Dónde trabaja el ingeniero del siglo XXI.....	188
7.10 Resumen del capítulo.....	189
Actividades de aprendizaje.....	191
Bibliografía.....	192

**Capítulo 8. El enfoque ingenieril y el diseño en la solución de problemas..... 193**

8.1 Introducción .....	195
8.2 El enfoque ingenieril y la metodología de investigación científica.....	195
8.3 Concepto de problema en ingeniería .....	198
8.3.1 Definición de problema.....	198
8.3.2 Componentes o partes de un problema .....	199
8.4 El diseño en el enfoque ingenieril .....	199
8.4.1 Etapas del enfoque ingenieril y del diseño en ingeniería.....	200
8.4.2 Identificación y formulación del problema .....	201
Identificación .....	201
Formulación.....	202
8.4.3 Ejemplo de identificación y formulación del problema .....	202
8.4.4 Ejemplo de formulación y alcance del problema .....	203
8.4.5 Análisis del problema.....	205
Criterios .....	205
Restricciones.....	206
Herramientas de análisis .....	209
8.4.6 Búsqueda de soluciones alternativas.....	215
Obstáculos en la búsqueda de soluciones .....	215
Exploración del espacio y fronteras de soluciones.....	216
Generación del mayor número posible de soluciones alternativas .....	217
La creatividad y la inventiva.....	218
Técnicas de mejoramiento de la inventiva .....	220
Métodos sistemáticos de búsqueda de soluciones .....	221
8.4.7 Evaluación de alternativas de solución y selección de la óptima .	222
Criterios de diseño .....	222

Concepto de optimización .....	222
Evaluación de las alternativas.....	223
Evaluación numérica de las alternativas de solución .....	229
Especificación de la solución escogida.....	229
Modelos.....	230
Informe final .....	231
8.5 Ejemplo de la aplicación del enfoque ingenieril en la solución de un problema de ingeniería .....	232
8.6 Ingeniería concurrente .....	238
8.6.1 Diseño tradicional contra diseño concurrente .....	240
8.6.2 Tipos de diseño en la ingeniería concurrente.....	241
8.7 Desarrollo sostenido. Producción más limpia e ingeniería .....	244
8.7.1 Producción más limpia .....	244
Antecedentes .....	245
Conceptos básicos .....	245
Herramientas de PML.....	246
8.8 Ecoingeniería .....	247
8.9. Resumen del capítulo.....	248
8.10 Actividades de aprendizaje .....	250
Bibliografía.....	251

## Listado de figuras

Figura 1. 1.	Las primeras civilizaciones se desarrollaron en cercanías a los ríos Nilo, Éufrates e Indo.....	11
Figura 1.2.	Región del Cercano Oriente.....	13
Figura 1.3.	Tableta con escritura precuneiforme Mesopotamia del Sur, cuarto milenio a. C. Tierra cruda, alto 7,2 cm.....	14
Figura 1.4	Pirámides de Keops, Kefren y Micerino.....	15
Figura 1.5.	Ubicación de la antigua Grecia.....	17
Figura 1.6.	La disposición de las calles y su pavimento demuestra la capacidad previsora y práctica de los romanos. ....	20
Figura 1.7.	El Pont du Gard, al sur de Francia, fue construido hacia el año 19 a. C. ....	21
Figura 1.8:	Pirámide social en la edad media.....	22
Figura 1.9.	Catedral de Milán, estilo gótico.....	24
Figura 1.10.	Leonardo Da Vinci y algunos de sus diseños.....	25
Figura 2.1.	El carbón y el acero son los símbolos materiales de la Revolución Industrial, de la misma manera que el vapor fue su motor.....	35
Figura 2.2	Submarino Nautilus. ....	35
Figura 2.3	Motor de combustión interna (4 tiempos) conformado por cilindros y pistones, a través del cual se logró mover vehículos (carros). Este motor fue inventado por Nikolaus Otto, quien llevó a la práctica un sistema de operación del motor a base de válvulas cuyo uso se ha generalizado y se aplica prácticamente en la mayoría de los diseños de motores para automóviles. ....	36
Figura 2.4.	Cadena de montaje creada por Henry Ford en 1908 .....	38
Figura 2.5.	Acerías Berisso es una empresa argentina líder en fabricación de moldería para la industria del vidrio. ....	40
Figura 2.6.	Mina de cobre en Utah - EEUU.....	40
Figura 2.7.	El Coliseo Romano – Roma - Italia .....	41
Figura 2.8.	Primera fresadora universal, fabricada por Joseph R. Brown en 1862. Estaba equipada con divisor, consola con desplazamiento vertical, curso transversal y avance automático de la mesa longitudinal con la aplicación de la transmisión Cardan.....	43
Figura 2.9.	Trabajadoras de una fábrica textil Inglesa en el sigloXIX .....	44
Figura 2.10	Robots industriales ensamblando vehículos .....	45
Figura 2.11	Salón de clases de finales del siglo XIX .....	46
Figura 3.1	Componentes generales de la ingeniería .....	68

Figura 4.1	Disciplina, ramas o especializaciones y subespecializaciones.....	89
Figura 5.1	Clasificación general de las matemáticas en ingeniería .....	103
Figura 5.2	Ejemplo histograma de frecuencia.....	105
Figura 5.3	Curva normal o campana de Gauss.....	106
Figura 5.4	Ejemplo de operaciones con vectores - suma .....	107
Figura 5.5	Ejemplo de operaciones con vectores - resta.....	107
Figura 5.6	Clasificación general de las ciencias naturales en ingeniería.....	108
Figura 5.7	Energía y la forma como se manifiesta en la naturaleza.....	110
Figura 5.8	Concepto de masa o materia y ley de la conservación de la energía .....	110
Figura 5.9	Aplicaciones de las ciencias básicas al diseño de soluciones de ingeniería.....	112
Figura 5.10	Generación electromagnética de corriente eléctrica.....	114
Figura 5.11	Generadores de energía eléctrica.....	115
Figura 5.12	Conversión de energía eléctrica a energía térmica y lumínica - el bombillo.....	116
Figura 5.13	Conversión de energía eléctrica a energía térmica y lumínica – Partes y funcionamiento del bombillo.....	116
Figura 5.14	Pila galvánica.....	117
Figura 5.15	Componentes fundamentales de un televisor .....	119
Figura 5.16	Partes generales de un televisor.....	119
Figura 6.1.	Torre Eiffel ubicada en París -Francia .....	128
Figura 6.2	Motor de un automóvil .....	130
Figura 6.3	Vehículos y dispositivos elaborados por profesionales de la ingeniería mecánica .....	130
Figura 6.4.	Central Eléctrica, Generadora de Electricidad. ....	132
Figura 6.5.	Dispositivos desarrollados gracias a la energía eléctrica.....	133
Figura 6.6.	Variiedad de productos desarrollados gracias a la ingeniería química.....	135
Figura 6.7.	Diferentes disciplinas que aportan conocimientos a la ingeniería Mecatrónica.....	139
Figura 7.1.	Mapa conceptual del currículo en ingeniería .....	161
Figura 7.2.	Símil de una mesa y el concepto de competencias.....	172
Figura 7.3.	Formación integral.....	178
Figura 7.4	Símil de una mesa y el concepto de formación integral.....	179
Figura 7.5	Preclase o trabajo independiente. ....	184
Figura 7.6.	Clase o trabajo con acompañamiento .....	184
Figura 7.7.	Posclase o trabajo con o sin acompañamiento.....	184
Figura 8.1.	La metodología de investigación científica y el enfoque ingenieril .....	196
Figura 8.2.	Estados A y B de un problema .....	199
Figura 8.3.	Etapas o fases del enfoque ingenieril.....	200

Figura 8.4.	Amplitud en la formulación del problema.....	205
Figura 8.5.	El método de la caja negra .....	209
Figura 8.6.	Diagrama causa efecto.....	211
Figura 8.7.	Hipótesis de causa del bajo rendimiento.....	213
Figura 8.8.	Síntomas, efectos o consecuencias provenientes de una causa.....	214
Figura 8.9.	Ejemplo de síntomas, efectos o consecuencias provenientes de una causa .....	214
Figura 8.10	Ejemplo de síntomas, efectos o consecuencias provenientes de una causa .....	214
Figura 8.11	Ejemplo de hipótesis de causas .....	215
Figura 8.12	Espacio y fronteras de soluciones posibles .....	216
Figura 8.13	Ampliación y reducción de las fronteras del espacio de soluciones .....	217
Figura 8.14.	El mejoramiento de la inventiva.....	220
Figura 8.15.	Búsqueda sistemática de soluciones.....	221
Figura 8.16.	Ejemplo de optimización matemática .....	223
Figura 8.17	Proceso de la fase o etapa de especificación.....	229
Figura 8.18	Modelos de representación de la solución escogida.....	230
Figura 8.19	Marco teórico del problema.....	232
Figura 8.20	Formulación del problema .....	233
Figura 8.21	Restricciones y variables de solución .....	234
Figura 8.22	Criterios de diseño .....	235
Figura 8.23	Selección y especificación de la solución preferida.....	235
Figura 8.24	Etapas de diseño secuencial.....	239
Figura 8.25	Ingeniería secuencial contra ingeniería concurrente.....	240
Figura 8.26	Ejemplo de diseño para montaje .....	242
Figura 8.27	Ejemplo de diseño teniendo en cuenta la fabricabilidad.....	243

## Listado de tablas

Tabla 7.1.	Formación por competencias - componentes .....	171
Tabla 7.2	Componentes del crédito académico .....	183
Tabla 8.1.	Cuadro de evaluación de alternativas para comunicar las actividades que se realizarán en una universidad durante la semana cultural.....	224
Tabla 8.2.	Matriz de alternativas de solución contra características.....	228
Tabla 8.3.	Matriz de alternativas de solución contra restricciones.....	236
Tabla 8.4.	Matriz de alternativas de solución contra criterios.....	237



## Prólogo

La dinámica de los planes de estudio y el currículo de los programas de ingeniería, en general, no permite que el estudiante empiece a familiarizarse con lo que realmente es ingeniería, sino hasta cuando comienza a cursar las asignaturas de tipo profesional (hacia el quinto semestre); por tal motivo, no aprecia el alcance de los cursos que recibe iniciando la carrera y, debido a ello, no los aprovecha cabalmente.

Se ha comprobado que gran parte de los fracasos de los estudiantes de ingeniería (aunque también se da en casi todas las profesiones), radica en el hecho de que muchos de los aspirantes a convertirse en ingenieros no tienen un conocimiento claro de lo que es la ingeniería, ni de las habilidades y destrezas necesarias para cursar con éxito una carrera de ingeniero. Aún más, cuántos estudiantes de ingeniería, e incluso profesionales, se dan cuenta de lo que han estudiado solo hasta los últimos semestres o después de haber fracasado en los primeros años de su ejercicio profesional.

Es necesario, entonces, que todo plan de estudios contemple un curso donde el estudiante además de conocer, aunque sea de manera general, en qué consiste la carrera o profesión que escogió como proyecto de vida, se entere también de las exigencias académicas que ella demanda.

En este sentido, este texto también va dirigido a profesores de ingeniería, pero que no son ingenieros, como por ejemplo economistas, contadores, estadísticos, matemáticos, físicos y químicos puros, entre otros, que saben más de las materias que dictan que los mismos ingenieros, pero que no entienden en detalle su aplicación a los problemas de ingeniería.

Toda disciplina, cualquiera que sea, se respalda en teorías y conceptos que le dan soporte y contribuyen a su consolidación como profesión; la ingeniería no es la excepción, y para proceder a la práctica es importante conocer los principios y fundamentos sobre los cuales se sustenta para su aplicación. Esta es la razón fundamental para incluir en el texto los capítulos 3 y 4 que tratan acerca de la fundamentación científica, así como de los componentes y diferentes definiciones de la ingeniería como disciplina y profesión.

Como lo expresan todas las definiciones de ingeniería, se puede afirmar que en esencia la ingeniería como disciplina es básicamente la aplicación de las ciencias matemáticas y las ciencias naturales (física, química y biología) junto con otras disciplinas, conceptos y conocimientos derivados o afines a ellas, para manipular, utilizar y transformar los “recursos y fuerzas” de la naturaleza con el objeto de diseñar y construir soluciones a determinados problemas de la sociedad y de la humanidad en general. El capítulo 5 desarrolla esta temática como complemento de los capítulos 3 y 4.

Una de las mayores confusiones que tienen los aspirantes a cursar una carrera de ingeniería, e incluso muchos ingenieros, profesores y la gente en general, consiste en confundir la ingeniería como disciplina y la ingeniería como profesión; en el capítulo 6 hemos tratado de explicar la diferencia entre los dos conceptos mencionando y analizado brevemente algunas de las ramas o especialidades de la ingeniería.

Para un aspirante a cursar una carrera relacionada con la disciplina de la ingeniería y futuro ingeniero, a quien va dirigido principalmente este texto, es importante conocer aspectos de índole académico acerca del programa que aspira a cursar, lo cual le permitirá tener una visión general del contenido de la carrera y de las competencias con las que saldrá a enfrentar el mercado laboral. En los planes de estudio de las instituciones dedicadas a la formación de ingenieros se incluyen asignaturas que son “integradoras” o “articuladoras”, como los cursos de diseño, pero los profesores no les muestran a sus estudiantes este aspecto en forma taxativa. Los estudiantes normalmente aprenden o cursan las asignaturas de manera paralela y desarticulada. Por lo anterior, en el capítulo 7, se presentan los aspectos curriculares más relevantes de un programa típico de ingeniería, entre los cuales se destacan su estructura general, sus dimensiones y componentes, las competencias a desarrollar, una breve descripción de la organización del currículo de ingeniería en relación con los componentes, áreas y asignaturas que lo conforman, así como una idea general de los conocimientos, habilidades y destrezas, y de las competencias que deberá desarrollar durante su formación como ingeniero.

El ingeniero es básicamente un solucionador de problemas, para lo cual se vale de una metodología especial denominada el “enfoque ingenieril” y el “diseño en la solución de problemas”. El diseño, por otra parte, es la actividad central y principal del ingeniero, o el medio por el cual este aplica su conocimiento especializado, sus habilidades y destrezas, sus competencias y su punto de vista a la solución de determinados problemas de la sociedad y de la humanidad en general, razón por la cual el último capítulo (8) del texto trata con especial profundidad esta temática.

No obstante lo anterior, consideramos de vital importancia que el futuro estudiante de ingeniería y posteriormente profesional en esta área, conozca los orígenes y el desarrollo de la profesión, temática que se trata y estudia en los dos primeros capítulos.

También es claro que la intención de este texto, no es indicar como debería ser el currículo en la formación de un ingeniero, sino mostrar en forma resumida los aspectos más importantes de este.

En resumen, el objetivo principal y el valor de este texto es servir de guía a los aspirantes a cursar una carrera de ingeniería, y a los estudiantes de ingeniería, especialmente de los primeros niveles, para ayudarles a entender el currículo empleado para la formación del ingeniero como un todo integrado y, finalmente, a los profesores de ingeniería, sean o no ingenieros, para comprender el papel que desempeñan la asignatura o las asignaturas a su cargo en la formación integral del futuro profesional de ingeniería.



## **Agradecimientos**

Son muchas las personas a las cuales debo agradecer por sus aportes a la producción de este libro. Sin embargo, es necesario hacer especial mención a mi señora, María de Piedad Sarmiento, autora de la mayoría de los diseños de las tablas y figuras que aparecen en el libro, los cuales son el producto de su inigualable creatividad; a su hija Rocío Velasco Sarmiento, quien hizo parte de este libro con el diseño de algunas figuras y, ante todo, con el magnífico diseño de la carátula. No puedo dejar de agradecer el aporte de mis estudiantes del curso Introducción a la Ingeniería, quienes con sus inquietudes y cuestionamientos juveniles me mostraron la forma moderna como ellos ven lo que debe ser su formación profesional, sirviendo además de “modelos” en la aplicación de los conceptos y teorías durante el desarrollo de su carrera para optar por un título profesional en una rama de la ingeniería.

**Oscar González Ortiz**

A mi hija Michelle Nicole, quien llegó a este mundo como una tenue brisa y con el pasar de los años se ha convertido en un viento huracanado que hace vibrar mi corazón y mi espíritu. A esta hermosa niña, sinónimo de ternura e inocencia, va este escrito.

**Martín Elías Villamil Rozo**





**Capítulo  
uno**

***Origen e  
historia de la  
ingeniería***



## 1.1 Introducción

Para situarnos en el contexto de la ingeniería es importante comprender su evolución, la cual ha ido a la par con la historia del hombre. Conocer cómo vivieron y se desarrollaron nuestros antepasados sin la ayuda de la tecnología actual nos maravilla e impulsa a descubrir sus secretos. En la actualidad, ingenieros, científicos, antropólogos y arqueólogos, entre otros, se dedican a investigar la manera en que los antiguos pobladores llegaron a tal perfección en la construcción de obras que todavía se conservan, con un mínimo de las facilidades que existen ahora.

Desde que el hombre apareció en la Tierra, este empezó a explorar, a realizar construcciones, a inventar y a descubrir cosas; cada civilización tenía como objetivos la supervivencia y la supremacía. Algunas culturas como la egipcia y la romana lo consiguieron, gracias a un gran número de construcciones, inventos y descubrimientos. Estas civilizaciones se recordarán a lo largo de todos los tiempos.

El ser humano ha sido hasta ahora la única especie viva preocupada por conocer su origen y su pasado, valiéndose para esto de la historia, que estudia al ser humano en el transcurso del tiempo. Para facilitar su estudio la historia se divide en dos periodos: el prehistórico y el histórico.

El periodo prehistórico comprende una etapa muy larga de la humanidad, antes de que se conociera la escritura. Debido a que no existen testimonios escritos de esta época, la historia se ha valido de la arqueología, que durante muchos años ha investigado y sometido numerosos objetos y despojos de interés científico a diferentes pruebas cronológicas. Los restos y desechos de huesos y plantas, los vestigios y utensilios en piedra, madera o metal, hallados, lo mismo que los tipos de sedimentos de vivienda encontrados, nos brindan una idea de quienes eran las personas que los usaron, como vivían, que actividades realizaban y sobre todo nos dan información para conocer aspectos tales como su rango social, jerarquía, clase de gobierno y prácticas religiosas, entre otros.

El periodo histórico se inicia con el uso de la escritura por parte de las primeras civilizaciones y su estudio no termina mientras el hombre exista y ejerza una actividad transformadora del entorno.

Asimismo, en el transcurso de estos periodos se presentaron acontecimientos muy importantes que promovieron el desarrollo y condujeron al surgimiento de la actividad de ingeniería, desde los primeros ancestros hasta nuestros días.

## 1.2 Evolución de la ingeniería en la prehistoria y la historia

La etapa prehistórica se desarrolla de manera diferente, de acuerdo con el ámbito geográfico. Los primeros asentamientos humanos se localizaron en cercanía a los ríos, donde se facilitaba la obtención del agua necesaria para la supervivencia

y la tierra ofrecía sus mejores frutos. Los principales avances tecnológicos se dieron primero en sitios donde las condiciones del suelo eran muy favorables, pero en la mayoría de las ocasiones a su alrededor había desiertos y la lucha por poseer la tierra se hacía cada día más fuerte. Los hombres debían no solamente sobrevivir, sino defender su territorio. En América este desarrollo se dio más tarde, con la llegada de colonizadores provenientes de Asia, que cruzaron el Estrecho de Bering.

La prehistoria tiene dos periodos importantes: el Paleolítico y el Neolítico. El periodo Paleolítico es la etapa más larga de la prehistoria, que comprende desde la antigüedad hasta los primeros instrumentos de piedra. Por su parte, el periodo Neolítico se caracteriza por el paso de los instrumentos hechos de piedra tallada a los elaborados con piedra pulida.

Ahora bien, en algún momento el hombre prehistórico encontró la forma de producir fuego. Este fue un gran descubrimiento, ya que con él podía protegerse, calentarse y asar o tostar algunos alimentos. También golpeando rocas aprendió a fabricar instrumentos como cuchillos, hachas de piedra y puntas para lanzas; técnicas que le facilitaron la caza de animales, el aprovechamiento de su carne y de su cuero para abrigo. Con los huesos de animales fabricó las primeras agujas para unir pieles (Tineo I Marquet, 1984).

Debido a que sus recursos los obtenían de la recolección y de la caza, los primeros hombres progresaron lentamente, ya que debían permanecer en grupos pequeños y habitar un solo lugar mientras se agotaban los recursos de subsistencia. Tenían que llevar muy pocas pertenencias, no más de las que se pueden transportar en largas jornadas de camino. Por los cambios en el clima, pasaban tanto por periodos de escasez y hambre como por periodos de abundancia. A esta condición de no tener un lugar fijo de vivienda se le ha denominado "nomadismo".

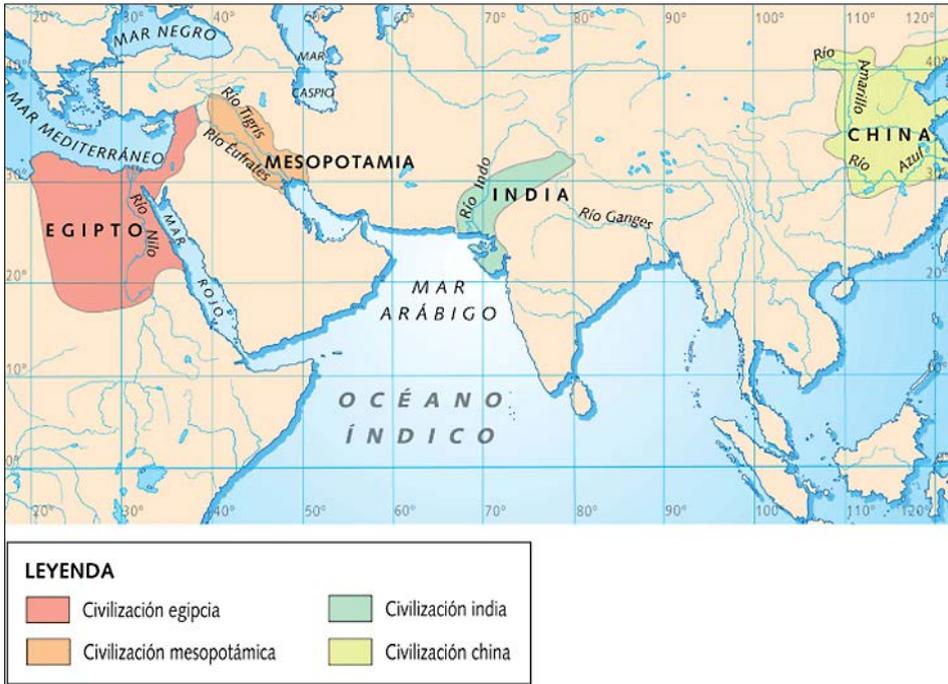
Al permanecer agrupados los primeros humanos crearon una cultura que les permitió comunicarse usando un lenguaje propio que podía, además, representarse mediante dibujos, nudos, etc. Gracias a la comunicación entre ellos, pudieron predominar sobre especies más rápidas y fuertes (Silíceo, Casares y González, 199).

Los vestigios de primeros albergues que han hallado los arqueólogos son las cavernas naturales, utilizadas para protegerse de las inclemencias del tiempo y de los peligrosos animales. Debieron existir, además de los refugios en cuevas, formas de protección contra la intemperie y la acción de los depredadores; es posible que fueran "construcciones" efímeras de las que no han quedado vestigios.

En ese orden de ideas, el desarrollo de la ingeniería como tal comenzó en Asia Menor o África con la revolución agrícola o periodo Neolítico, hace unos 8000 años, cuando los hombres motivados, tal vez por la creciente población o por la disminución de animales de caza, dejaron de ser nómadas y vivieron en un lugar fijo para cultivar plantas y criar animales domesticados. Estos cambios revolucionaron la cultura, ya que implicaron modificaciones en su forma de vida:

se desarrolló la cerámica, la cestería, los tejidos manuales y el conocimiento de los metales. Hacia el año 4000 a. C. se constituyeron los primeros asentamientos permanentes alrededor de los ríos Nilo, Éufrates e Indo, confirmados por la aparición de los primeros recipientes de barro para cocinar y almacenar alimentos, cuya ubicación se puede observar en la figura 1.1.

**Figura 1. 1. Las primeras civilizaciones se desarrollaron en cercanías a los ríos Nilo, Éufrates e indo**



Fuente: <http://www.kalipedia.com/historia-universal/tema/edad-antigua/graficos-civilizaciones-fluviales.html>

La agricultura facilitó varios adelantos y descubrimientos, iniciándose con ello la construcción de viviendas permanentes fabricadas con madera, barro secado al sol y posteriormente, ladrillo. En este periodo se perfeccionó el uso de herramientas de trabajo y se dio paso a la utilización de metales para elaborar adornos, ollas y armas de guerra, entre otros. Por la calidad de los instrumentos y objetos elaborados, los historiadores han denominado a esta época Neolítica.

Los asentamientos permanentes instituyeron el sentido de la propiedad y originaron las ciudades, donde se inició el primer influjo de la ingeniería, ya que se requería satisfacer nuevas necesidades con la construcción de acueductos, alcantarillados, vías, etc., lo cual provocó modificaciones en las relaciones interpersonales y en la distribución de la producción, dando paso a civilizaciones que comenzaron a utilizar la escritura y establecer sistemas de gobierno.