

**INTRODUCCIÓN A LA
INGENIERÍA**
UNA VISIÓN DESDE SUS
FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS
Y TECNOLÓGICOS Y DESDE EL
CURRÍCULO EN LA FORMACIÓN DEL
INGENIERO

ÓSCAR GONZÁLEZ ORTIZ
MARTÍN ELÍAS VILLAMIL ROZO

González Ortiz, Oscar, autor

Introducción a la ingeniería : una visión desde sus fundamentos científicos y tecnológicos y desde el currículo en la formación del ingeniero / Óscar González Ortiz, Martín Elías Villamil Rozo -- Segunda edición -- Bogotá : Ecoe Ediciones, 2022.

258 páginas. – (Ingeniería y afines)

Incluye datos curriculares de los autores -- Incluye bibliografía

ISBN 978-958-503-420-4 - 978-958-503-421-1 (e-book)

1. Ingeniería - Formación profesional 2. Ingeniería - Enseñanza - Currículo 3. Ingeniería - Innovaciones tecnológicas 4. Ingeniería como profesión I. Villamil Rozo, Martín Elías, autor

CDD: 620.00711 ed. 23

CO-BoBN- a1096196



Área: Ingeniería y afines

Subárea: Ingeniería y afines

ECOE
EDICIONES



© Óscar González Ortiz
© Martín Elías Villamil Rozo

► Ecoe Ediciones S.A.S.
info@ecoeediciones.com
www.ecoeediciones.com
Carrera 19 # 63C 32, Tel.: 919 80 02
Bogotá, Colombia

Primera edición: Bogotá, agosto del 2022

ISBN: 978-958-503-420-4
e-ISBN: 978-958-503-421-4

Directora editorial: Claudia Garay Castro
Coordinadora editorial: Paula Bermúdez B.
Corrección de estilo: Gonzalo Mora
Diagramación: Denise Rodríguez
Carátula: Wilson Marulanda
Impresión: Carvajal Soluciones de
Comunicación S.A.S.
Carrera 69 #15-24

*Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.*

Impreso y hecho en Colombia - Todos los derechos reservados

CONTENIDO

PRÓLOGO	XXIII
CAPÍTULO 1. PROPÓSITO E IMPORTANCIA DE LA ASIGNATURA	
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA	1
1.1. Generalidades	3
1.2. Consecuencias de confundir disciplina con rama de la ingeniería ...	4
1.3. Cómo escoge el estudiante la profesión de ingeniero	5
1.4. Posibles soluciones a los problemas mencionados	6
1.4.1. Contenido de la asignatura Introducción a la Ingeniería.....	7
1.5. Causas de deserción académica en los programas de ingeniería en Colombia.....	7
1.6. Dificultades en el aprendizaje de las ciencias básicas, en especial de las Matemáticas, en los estudiantes de ingeniería	9
1.6.1. Predomina la memorización y uso de procedimientos y fórmulas	9
1.6.2. Métodos pedagógicos inapropiados.....	9
1.6.3. Se dicta la asignatura como un área independiente.....	9
1.6.4. Se hace ver las Matemáticas como verdades absolutas.....	9
1.6.5. La falta de comprensión de lectura.	9
1.6.6. El mito de que las Matemáticas son difíciles y solo para genios	9
1.6.7. El estudiante no entiende la importancia de las Matemáticas..	10
1.6.8. Paradigmas familiares y sociales	10

1.6.9. Estudiar para pasar y por la nota.....	10
1.7. La inteligencia y su papel en el aprendizaje de la ingeniería.....	10
1.7.1. Definición.....	10
1.7.2. Tipos de inteligencia	11
1.8. Lo que se debe preguntar el estudiante de ingeniería al finalizar el primer semestre.....	12
1.9. Otras observaciones y recomendaciones importantes definición y componentes de la ingeniería.....	15
CAPÍTULO 2. DEFINICIÓN Y COMPONENTES DE LA INGENIERÍA	15
2.1. Introducción.....	17
2.1.1. Definición filosófica.....	17
2.1.2. Definición disciplinar	18
2.1.3. Definición como profesión legalmente regulada	20
2.2. Componentes generales de la ingeniería.....	21
2.2.1. Primera trilogía: ciencia pura, ciencia aplicada e ingeniería	24
2.2.2. Segunda trilogía: ciencia económica, finanzas e ingeniería.....	26
2.2.3. Tercera trilogía: relaciones sociales, relaciones industriales e ingeniería	27
2.2.4. Ingeniería, arte y ciencia.....	29
CAPÍTULO 3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DE LA INGENIERÍA.....	33
3.1. Introducción.....	35
3.2. Fundamentación científica.....	35
3.2.1. Principio de la conservación de la energía.....	35
3.2.2. Aplicación del principio de la “conservación de la energía” y las ciencias básicas en el diseño de soluciones ingenieriles.....	36
3.3. Fundamentación tecnológica de la ingeniería.....	48
3.3.1. Introducción	48
3.3.2. Contexto histórico y social de la tecnología	49
3.3.3. La tecnología y la ética.....	50
3.3.4. Impacto de la tecnología en la sociedad.....	50
3.3.5. El concepto de técnica.....	51
3.4. Ingeniería: base científica, disciplina, ramas y especializaciones.....	52
3.5. Innovación.....	55
3.6. Investigación y desarrollo (I+D)	56
3.7. Paradigmas sobre la ingeniería.....	56
CAPÍTULO 4. CIENCIAS BÁSICAS DE LA INGENIERÍA	61
4.1. Introducción.....	63
4.2. El papel de las Matemáticas en la ingeniería.....	63
4.2.1. Ramas de las Matemáticas.....	65

4.3. Las Ciencias Naturales y la ingeniería	70
4.3.2. Utilización de las ciencias en ingeniería.....	72
4.3.3. Conceptos básicos y fundamentales de las ciencias en ingeniería	72
4.3.4. Estados de agregación de la materia (Figura 21).....	72
CAPÍTULO 5. RAMAS O ESPECIALIZACIONES DE LA INGENIERÍA	75
5.1. Introducción.....	77
5.2. Orígenes y propósitos generales de la disciplina de la ingeniería.....	77
5.3. Campos y perfiles de los ingenieros en general.....	78
5.3.1. Perfil disciplinario	78
5.4. Ramas o especializaciones de la ingeniería.....	78
5.4.1. Ramas tradicionales de la ingeniería.....	79
5.4.2. Ramas modernas de la ingeniería	86
5.4.3. Otras ramas de la ingeniería	94
CAPÍTULO 6. EL ENFOQUE INGENIERIL Y EL DISEÑO EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	101
6.1. Introducción.....	103
6.2. El enfoque ingenieril y la metodología de investigación científica....	103
6.3. Concepto de problema en ingeniería.....	106
6.3.1. Definición de problema.....	107
6.3.2. Componentes o partes de un problema.....	107
6.4. El diseño en el enfoque ingenieril	108
6.4.1. Etapas del enfoque ingenieril y del diseño en ingeniería	108
6.4.2. Identificación y formulación del problema.....	109
6.6. Ejemplo de la aplicación del enfoque ingenieril en la solución de un problema de ingeniería.....	143
6.7. Ingeniería concurrente	148
6.7.1. Diseño tradicional contra diseño concurrente.....	151
6.7.2. Tipos de diseño en la ingeniería concurrente.....	152
6.8. Herramientas tecnológicas de última generación utilizadas en la ingeniería	154
6.8.1. Inteligencia artificial.....	155
6.8.2. La realidad virtual	156
6.8.3. La internet de las cosas (IDC).....	157
CAPÍTULO 7. DESARROLLO SOSTENIBLE	159
7.1. Generalidades	161
7.2. Definición	162
7.3. Justificación del desarrollo sostenible.....	162
7.4. Condiciones mínimas para una economía basada en el desarrollo sustentable	162

7.5. Producción más limpia	163
7.5.1. Antecedentes	163
7.5.2. Definición	164
7.5.3. Conceptos básicos	165
7.5.4. Herramientas de PML.....	166
7.6. Las energías renovables	167
7.6.1. Introducción.....	167
7.6.2. Energía eólica.....	167
7.6.3. Energía solar.....	168
7.6.4. Energía geotérmica.....	169
7.6.5. Energía mareomotriz	169
7.6.6. La central nuclear	170
7.7. El papel del ingeniero en la conservación de los recursos naturales no renovables.....	170
CAPÍTULO 8. LA EDUCACIÓN Y FORMACIÓN DEL INGENIERO	171
8.1. Introducción.....	173
8.2. Definición de ingeniero.....	174
8.3. Cualidades de un ingeniero competente	174
8.4. Entrenamiento, instrucción, educación y formación	175
8.4.1. Entrenamiento	175
8.4.2. Instrucción	175
8.4.3. Educación	176
8.3. Paradigmas de la educación del ingeniero	176
8.4. El currículo como estrategia de formación del ingeniero.....	178
8.4.1. Definición y propósitos del currículo.....	178
8.4.2. Conceptualización y construcción del currículo.....	179
8.4.3. Definición de ingeniería como base del currículo y del plan de estudios	180
8.4.4. Perfil profesional y ocupacional	180
8.4.5. Estructuración del currículo y del plan de estudios de ingeniería	181
8.5. Formación por competencias	188
8.5.1. Componentes.....	189
8.6. Formación por competencias y el proyecto Tuning.....	191
8.6.1. Competencias genéricas	191
8.7. Aprender a aprender	196
8.7.1. Introducción.....	196
8.7.2. El ciclo básico.....	196
8.7.3. Características de las materias del ciclo básico.....	197
8.7.4. El ciclo profesional o tecnológico.....	197
8.7.5. Características de las ciencias o tecnologías blandas.....	197

8.7.6. Ejemplos de tecnologías que cambian aceleradamente con el tiempo	198
8.7.7. Conclusiones sobre el nuevo concepto “aprender a aprender”	198
8.8. Formación integral.....	198
8.8.1. Qué es un sistema de créditos académicos.....	200
8.8.2. Objetivos o propósitos del sistema de créditos académicos	201
8.8.3. Determinación del crédito académico.....	201
8.8.4. Tipos de créditos	203
8.9. Momentos de aprendizaje	204
8.10. Los estudios de posgrado en ingeniería.....	205
8.10.1. Reflexiones y paradigmas sobre los estudios de posgrado.....	206
8.10.2. Los trabajos de grado	208
8.11. Dónde trabaja el ingeniero del siglo XXI.....	209
8.12. Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) aplicadas al contexto educativo de la ingeniería.....	210
8.12.1. Introducción.....	210
8.12.2. Definición de las TIC aplicadas a la educación	211
8.13. La nueva aula de clase.....	212
CAPÍTULO 9. HISTORIA Y DESARROLLO DE LA INGENIERIA EN EL TIEMPO.....	213
9.1. Generalidades	215
9.2. Introducción.....	215
9.3. Evolución de la ingeniería en la prehistoria y la historia	215
9.2.1. Región del Cercano Oriente.....	218
9.2.2. Edad Media	227
9.2.3. Renacimiento	230
9.3. Desarrollo de la ingeniería en las épocas moderna y posmoderna ...	232
9.3.1. Primera Revolución Industrial	232
9.3.2. Segunda Revolución Industrial.....	235
9.3.3. Descubrimientos en ciencia y tecnología que dieron origen a las diferentes ramas de la ingeniería.....	238
9.4. Formación de las escuelas de ingeniería.....	244
9.4.1. Francia.....	245
9.4.2. Inglaterra	246
9.4.3. Alemania.....	247
9.4.4. Estados Unidos	247
9.5. La ingeniería moderna.....	248
BIBLIOGRAFÍA	253



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 la importancia y el alcance de los cursos que recibe iniciando la carrera, cursos que precisamente son la base y fundamentación de la Ingeniería como Disciplina.

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 como disciplina, confundiendo esta última con la Rama o aplicación, como se explica en el capítulo 1. Tampoco es consciente, 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, siendo esta la razón e importancia del capítulo 1.

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 sustenta 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 apoya para su aplicación. Esta es la razón principal para incluir en el texto los capítulos 2, 3 y 4, que tratan acerca de la fundamentación científica, así como de los componentes y las diferentes definiciones de la ingeniería como disciplina y profesión.

Como lo expresan todas las definiciones, se podría 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.

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 5 hemos tratado de explicar la diferencia entre estos dos conceptos 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 desea 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 (ver capítulo 1, problemas con el aprendizaje, en especial con las matemáticas.). Por lo anterior, en el capítulo 8, 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 por 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. Por esta razón, el capítulo (6) del texto trata con especial profundidad esta temática.

Además de lo anterior, consideramos conveniente e importante 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 el último capítulo.

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

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 que comprendan el papel que desempeña la asignatura o las asignaturas a su cargo en la formación integral del futuro profesional de ingeniería.