

# AAU

AMERICAN ANDRAGOGY  
UNIVERSITY



# INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

# ÍNDICE

Introducción	5
Objetivo de aprendizaje general	7
Mapa conceptual	8
Unidad 1. Introducción a la ingeniería	9
Mapa conceptual	10
Introducción	11
1.1 Concepto de ingeniería	12
1.1.1 Diferencias entre ciencias e ingeniería	14
1.1.2 Innovación tecnológica	15
1.1.3 Los orígenes de la ingeniería moderna	16
1.2 Historia de la ingeniería	17
1.2.1 La ingeniería en las civilizaciones antiguas	19
1.2.2 Los mesopotámicos	20
1.2.3 Los egipcios	21
1.2.4 Las contribuciones de los griegos	21
1.2.5 Contribuciones de los romanos	23
1.2.6 Cultura árabe	24
1.2.7 Cultura maya y azteca	24
1.3 Las revoluciones de la ingeniería	26
1.3.1 La ingeniería en la edad media	26
1.3.2 Los avances de la ingeniería entre 1500 y 1750	27
1.3.3 Avances de la ingeniería entre 1750 y 1900	28
1.3.4 La ingeniería en el siglo XX	30
1.4 Historia de la tecnología y su desarrollo	32
Autoevaluación	36
Unidad 2. La ingeniería como profesión	38
Mapa conceptual	39

Introducción	40
2.1.1 El perfil del ingeniero	41
2.1.2 Los rasgos profesionales del ingeniero	42
2.1.3 La ingeniería como profesión	42
2.1.4 Cualidades	43
2.1.5 Funciones	43
2.1.6 Obligaciones y ética del ingeniero	44
2.1.7 Organizaciones profesionales	45
Autoevaluación	47
Unidad 3. El desarrollo tecnológico. Nuevas oportunidades	48
Mapa conceptual	49
Introducción	50
3.1 Estrategias ante las nuevas tecnologías	51
3.1.1 Desarrollo científico y tecnológico	55
3.2 La biotecnología: una tecnología de punta	57
3.2.1 Historia y características de la biotecnología	59
3.2.2 Tendencias, oportunidades y riesgos	62
3.2.3 La biotecnología en México	66
3.3 La energía: base fundamental de la tecnología	69
3.3.1 Las nuevas fuentes de energías	73
3.4 La informática	77
3.4.1 Aplicaciones en la ingeniería	78
3.4.2 Sistemas y simulación	78
3.4.3 Automatización	83
Autoevaluación	85
Unidad 4. Ingeniería de sistemas	87
Mapa conceptual	88
Introducción	89
4.1 Origen y desarrollo	90

4.2 Definición y clasificaciones	92
4.3 Elementos y características	100
4.4 Análisis de un sistema	103
Autoevaluación	107
Unidad 5. Toma de decisiones (solución de problemas)	109
Mapa conceptual	110
Introducción	111
5.1 Proceso de solución de problemas	112
5.1.1 Formulación del problema	116
5.1.2 Análisis del problema	121
5.2 Búsqueda de soluciones	125
5.3 Decisión y especificaciones	128
Autoevaluación	131
Unidad 6. Toma de decisiones II (proyectos)	132
Mapa conceptual	133
Introducción	134
6.1 Definición de proyecto	135
6.2 Clasificación de proyectos	136
6.3 Etapas para la elaboración de proyectos	142
6.4 Evaluación de proyectos	149
Autoevaluación	152
Unidad 7. Ramas de las ingenierías	154
Mapa conceptual	155
Introducción	156
7.1 Especialización de la ingeniería	157
7.2 Área físico-matemático	159
7.3 Área ciencias de la tierra	160
7.4 Área químico-biológica	161

7.5 Otras áreas	163
Autoevaluación	166
Unidad 8. Oportunidades y retos	168
Mapa conceptual	169
Introducción	170
8.1 Ingeniería y educación	171
8.1.1 Educación científica	174
8.1.2 Educación tecnológica	176
8.1.3 Educación y globalización	179
8.2 Estructura socioeconómica	181
8.2.1 Tipos de industria	183
8.2.2 La ingeniería y el medio ambiente	186
8.2.3 Problemas urbanos.	188
8.2.4 Contaminación ambiental	189
8.2.5 Política y compromisos de desarrollo	191
Autoevaluación	194
<i>Glosario</i>	195
<i>Bibliografía</i>	198

## INTRODUCCIÓN

El material que a continuación se presenta, responde a una de las asignaturas del plan de estudio de la carrera de ingeniería industrial.

Este material pretende introducir al estudiante en el ámbito que le corresponderá ejercer profesionalmente. Se constituirá en una herramienta previa a las distintas ramas específicas que deberá dominar con detalle.

El libro comienza con un recorrido histórico de la ingeniería en nuestro mundo. Se destacan las civilizaciones y antecesores de nuestra región latinoamericana y del ámbito mundial que, con sus obras, dieron origen a este campo de conocimientos. El contenido se enmarca en el camino transcurrido por la ingeniería hasta la actualidad, demostrando su avance paralelo con el desarrollo evolutivo de la humanidad y los diversos conceptos de la disciplina y los beneficios que ofrece a la sociedad.

Es importante que el estudiante conozca la diferencia entre ciencia e ingeniería. La ingeniería es aplicación de conceptos científicos, la ciencia es búsqueda de conocimientos y explicación de fenómenos. La interrelación entre estas áreas es necesaria, pero parte de la labor ingenieril es la capacidad de innovar, en la mayor medida posible, bajo principios demostrados por la ciencia.

En el libro se abordan también los aspectos relativos a la ética del ingeniero. Ética que deberá mantener en su vida profesional así como la importancia de este factor dentro de su labor diaria y en la repercusión que tiene en la sociedad. Un ingeniero con ética resuelve problemas y da beneficios en pos de la humanidad. Un ingeniero sin ética trae consigo consecuencias, en ocasiones irreparables.

Adentrar al estudiante en las distintas ramas y campos de ejercicio profesional del ingeniero es otro de los temas que se aborda. El abanico de conocimientos es tan amplio que le da posibilidades al ingeniero industrial de desplegarse en cualquier rama de la industria. Por ello, se dedica especial atención a nuevas áreas como la tecnología, la biotecnología y la ingeniería en

sistemas, campos que son relativamente nuevos y se corresponden con la capacidad innovadora del hombre frente a nuevos desafíos y retos.

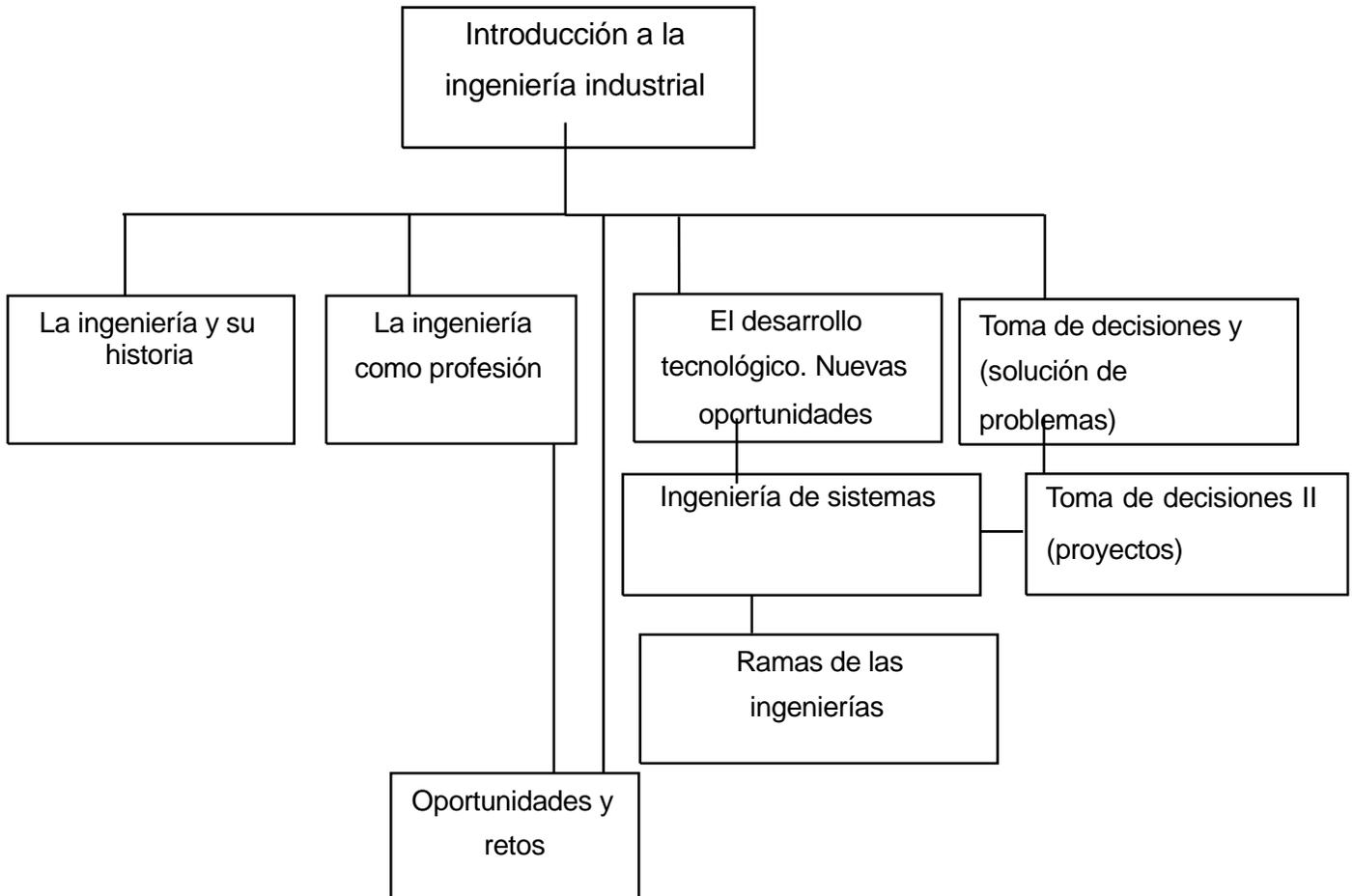
Los siguientes capítulos transmiten una serie de herramientas como son la toma de decisiones y las características de los proyectos que son parte de la labor del ingeniero industrial. En general, los ingenieros son líderes de proyectos, creadores de sistemas, conductores y guías de obras. Es por ello que la sistematización de cada uno de los procesos que llevará a cabo, mediante la toma de decisiones, es necesaria.

Para concluir el material refiere al estudiante los retos y oportunidades a los que se enfrentará. Un mundo regido por la globalización y la sociedad del conocimiento. Se enfatiza en el compromiso del ingeniero con un desarrollo sustentable, con el cuidado del medio ambiente y el bienestar del hombre.

## OBJETIVO DE APRENDIZAJE GENERAL

Al terminar el curso el estudiante: explicará la naturaleza, evolución y prospectiva de la ingeniería, vista bajo un enfoque interdisciplinario, considerando la participación y los objetivos del ingeniero en el contexto de la sociedad

# MAPA CONCEPTUAL



## UNIDAD 1

### INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA

#### OBJETIVO

El estudiante comprenderá el concepto de ingeniería, distinguirá las diferencias entre ciencia, ingeniería e innovación tecnológica y, por último, conocerá la historia del desarrollo de la ingeniería y sus principales avances, desde etapas precedentes hasta la actual.

#### TEMARIO

##### 1.1 CONCEPTO DE INGENIERÍA

*1.1.1 Diferencias entre ciencias e ingeniería*

*1.1.2 Innovación tecnológica*

*1.1.3 Los orígenes de la ingeniería moderna*

##### 1.2 HISTORIA DE LA INGENIERÍA

*1.2.1 La ingeniería en las civilizaciones antiguas*

*1.2.2 Los mesopotámicos*

*1.2.3 Los egipcios*

*1.2.4 Las contribuciones de los griegos*

*1.2.5 Contribuciones de los romanos*

*1.2.6 Cultura árabe*

*1.2.7 Cultura maya y azteca*

##### 1.3 LAS REVOLUCIONES DE LA INGENIERÍA

*1.3.1 La ingeniería en la edad media*

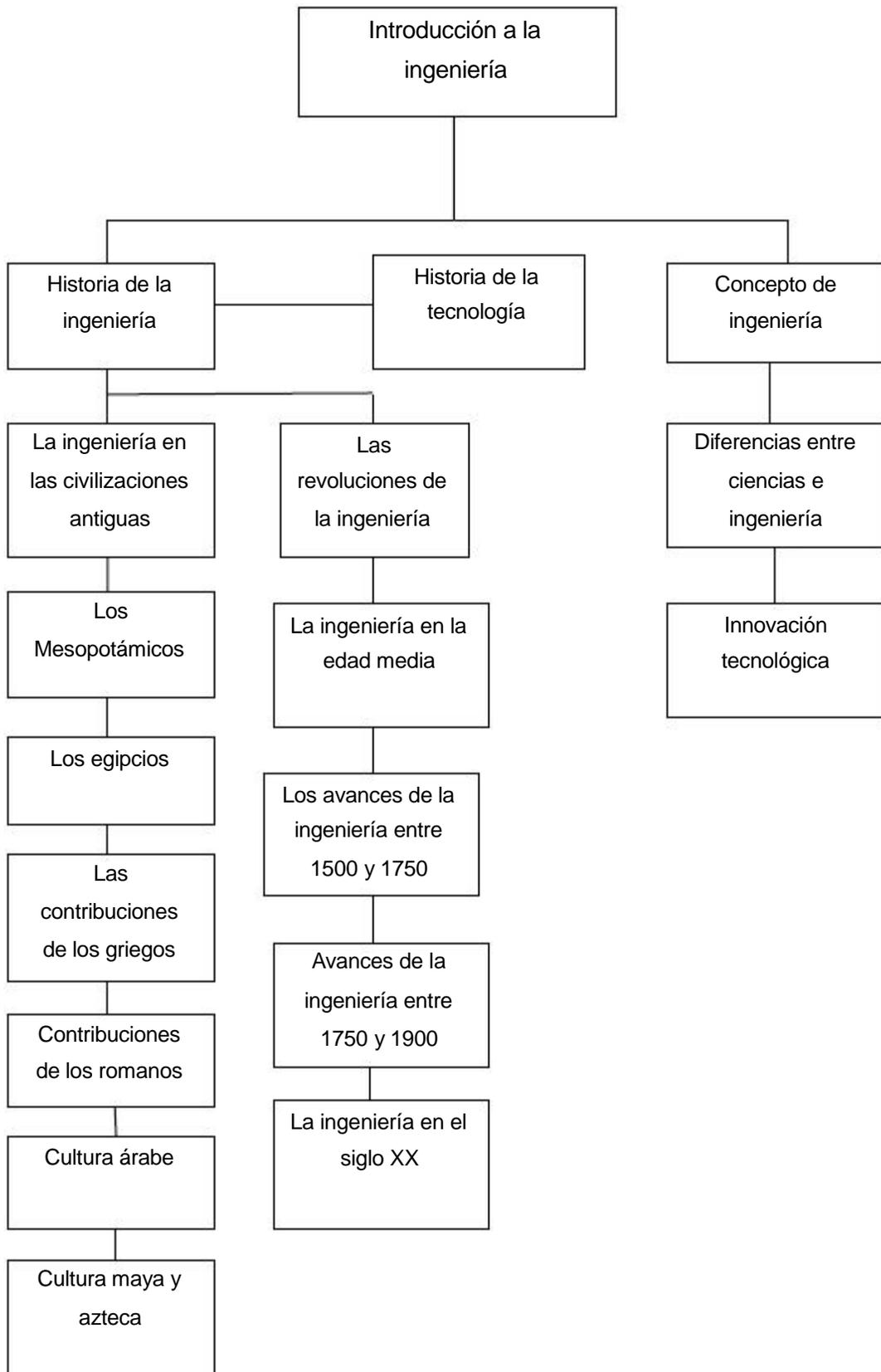
*1.3.2 Los avances de la ingeniería entre 1500 y 1750*

*1.3.3 Avances de la ingeniería entre 1750 y 1900*

*1.3.4 La ingeniería en el siglo XX*

##### 1.4 HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA Y SU DESARROLLO

# MAPA CONCEPTUAL



## 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. En la siguiente Unidad, además de definir el término, se presentará el devenir histórico de esta rama que da muestra de sus cualidades.

Cada región del mundo tuvo avances significativos que demuestran el uso de los recursos naturales y de las leyes de la física, la matemática, la química, la mecánica y la medicina en beneficio de la humanidad.

## 1.1 CONCEPTO DE INGENIERÍA

Sería sencillo definir este concepto basándose solamente en la palabra: ingeniería. Existen diversas definiciones sobre el tema. Para un mejor entendimiento de la ingeniería, se debe comenzar por un breve recuento histórico de la evolución del ser humano.

En la era primitiva, el ser humano sólo cazaba y recolectaba los alimentos de forma manual. Aprovechaba las cuevas como vivienda, y vivía esencialmente de la naturaleza. Desde esta época, el hombre empezó a fabricar de manera manual las primeras herramientas de trabajo. Desarrolló la agricultura, la ganadería, la pesca y así varias ramas de la vivencia misma. Esta organización del trabajo generó la necesidad de facilitar e innovar, para lograr más productividad y disminuir los esfuerzos.

La evolución implicó el origen de las ciencias, las cuales buscaban la comprensión de los fenómenos y sus regularidades, también el desarrollo de las humanidades y hasta del propio idioma para la comunicación. La humanidad fue dándole paso a la ingeniería como manera práctica de aplicar los conocimientos de la ciencia y de mejorar las condiciones de vida.

Después del transcurrir de muchos años ¿cómo se puede ver el desarrollo de esta disciplina creada por el hombre?, muy sencillo. Hoy no vivimos en cuevas sino en grandes edificaciones, nos comunicamos, en un tiempo real, a distancias enormes, nos transportamos por tierra mar y aire, arribamos a la luna, se ubican satélites en el espacio y la esperanza de vida es mayor. Todo esto gracias, en gran medida, al desarrollo de la ingeniería. Así, luego de recordar, brevemente, parte de la historia evolutiva del ser humano, se puede ofrecer un concepto de ingeniería.

### *Concepto de 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 todo el conocimiento humano adquirido durante años de estudio e investigación de manera práctica en función de satisfacer y dar soluciones a las necesidades humanas. En resumen,*

la ingeniería es la disciplina profesional de la aplicación de la ciencia y todo el conocimiento humano para la conversión óptima de los recursos naturales en beneficio del hombre. Es definida también como el arte profesional de la aplicación de la ciencia para la conversión óptima de los recursos naturales.<sup>1</sup>

Se podrían citar una gran cantidad de conceptos pero, en síntesis, todos tienden a una misma definición. Las siguientes imágenes dan prueba de la evolución del ser humano, gracias a su ingenio, o sea a la ingeniería. La ingeniería es una disciplina que cambia el estatus del entorno en beneficio de las personas.

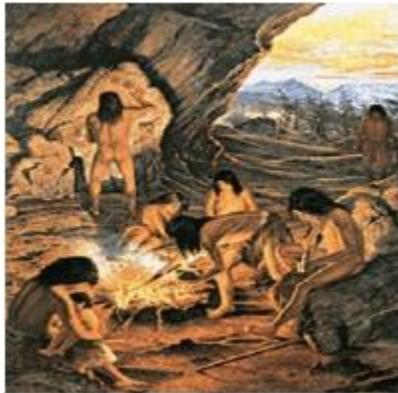
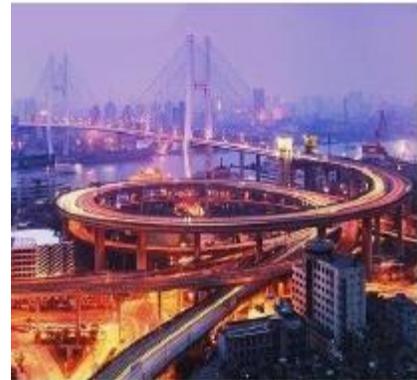


Figura 1.<sup>2</sup>



Estas transformaciones son las que hacen de la ingeniería una disciplina interesante y por la cual muchas personas optan por dedicar su vida a ella. La ingeniería implicará convertir selvas en ciudades (hoy en día de manera controlada y sin llegar a afectar el medio ambiente), cultivar grandes campos y lograr satisfactorias cosechas, llevar la luz a donde antes sólo había oscuridad, comunicarnos de manera remota, entre otros logros que se desprenden de la ingeniería.

<sup>1</sup> Omar Romero Hernández, David Muñoz Negrón y Sergio Romero Hernández, *Introducción a la ingeniería industrial. Un enfoque Industrial*, p. 2.

<sup>2</sup> Imagen 1 tomada de <http://www.google.com.mx/imgres?q=im%C3%A1genes+de+la+prehistoria> e imagen 2 tomada de <http://www.google.com.mx/imgres?q=imagenes+de+desarrollo>

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Defina con sus palabras el concepto de ingeniería.

### *1.1.1 Diferencias entre ciencias e ingeniería*

La ciencia y la ingeniería se retroalimentan una de la otra pero existen, entre ellas, diferencias marcadas. La ciencia estudia los fenómenos mediante la vigilancia constante de los mismos, y deja plasmadas teorías y tesis que pueden ser demostradas de manera práctica. Es el conocimiento sistematizado, elaborado a partir de observaciones y del reconocimiento de patrones regulares, sobre el que se pueden aplicar razonamientos, construir hipótesis y esquemas metódicamente organizados. La ciencia utiliza diferentes métodos y técnicas para obtener y organizar los conocimientos sobre la base de un conjunto de hechos reales y accesibles a todo el que desee comprobarlo, además sus criterios están fundamentados en la verdad y en la constante revisión para su progreso.<sup>3</sup>

En general, el uso de esos métodos genera más conocimientos comprobables. Con regularidad esos logros pueden formularse a través de razonamientos y replantear reglas generales que dan prueba del comportamiento de un sistema y con antelación determinar cómo actúa tal sistema en ciertas circunstancias.

Por lo que se demuestra que la ciencia busca el conocimiento, hace aportaciones al conocimiento verificado y sistematizado del mundo físico. El objetivo de la ciencia es explicar y predecir.

La ingeniería, por su parte, aplica estos conocimientos de manera práctica. Está basada principalmente en la física, la química y las matemáticas, su injerencia se encuentra en la ciencia de los materiales, mecanismos sólidos y fluidos, termodinámicos, procesos de transferencia y sistemas analíticos y de producción.

---

<sup>3</sup> Omar Romero Hernández, David Muñoz Negrón y Sergio Romero Hernández, *Introducción a la ingeniería industrial. Un enfoque Industrial*, p. 2.

En ella, el conocimiento, producto de las ciencias, se utiliza en función de dar mejor uso a los recursos naturales y de las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la sociedad. Los resultados de la ingeniería contribuyen al bienestar del ser humano, proporciona alimentos, refugio y comodidad; hace más fácil y seguro el trabajo, la comunicación; prolonga la vida y la hace más agradable. Por lo que el objetivo de la ingeniería es fundamentalmente utilitario, pragmático.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Explique las diferencias entre ciencias e ingeniería. Ilustre las diferencias con cuatro ejemplos.

### *1.1.2 Innovación tecnológica*

La innovación tecnológica se define como la transformación de una idea en un producto útil para la sociedad. De acuerdo con Pavón e Hidalgo (1997),<sup>4</sup> es definida como el conjunto de etapas técnicas y comerciales e industriales que conduce el lanzamiento al mercado de productos manufacturados con éxito, o la utilización comercial de nuevos procesos tecnológicos. Esto puede ser un equipo, un proceso operativo industrial o el comercio. En general, contempla todas las etapas técnicas, comerciales y financieras necesarias para el desarrollo y comercialización de un producto nuevo o mejorado.

La innovación tecnológica tiene la característica de modificarse y auto-perfeccionarse creando nuevas soluciones a los problemas siempre crecientes de la sociedad. Ejemplos de innovación tecnológica los tenemos en todas las ramas de la economía, el transporte, la construcción, la informática, la comunicación, la biología, la medicina, entre otras.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

La computadora se considera una innovación tecnológica. Explique por qué.

---

<sup>4</sup> J. Pavón y A. Hidalgo, *Gestión e innovación, un enfoque estratégico*, p. 3.

### 1.1.3 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, defenderse (figura 2) o cuando descubrió el fuego como primera fuente de energía. Con el tiempo, la ingeniería continuó evolucionando, el hombre creó la rueda, la palanca, la cerámica, el uso de metales fundidos. La ingeniería no debe su existencia a un decreto real ni fue creada por una legislación, ella se ha desarrollado como prueba de la evolución del ser humano a lo largo de la historia.



Figura 2. Primeras herramientas fabricadas por el hombre.<sup>5</sup>

Sus raíces pueden remontarse al nacimiento de la civilización. La ingeniería tuvo sus orígenes cuando el ser humano dejó de ser nómada y empezó a vivir en lugares fijos para desarrollar cultivos y la cría de animales; en tanto que la ingeniería moderna y científica comenzó posterior a la etapa del Renacimiento. Dentro de sus principales exponentes encontramos a los ingenieros Thomas Newcomen y Tomás Savery, quienes construyeron la primera maquinaria de vapor capaz de hacer un trabajo útil en la rama de 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, ésta fue la primera máquina de vapor funcional. Setenta años después, James Watt mejoró en gran medida la

<sup>5</sup> Tomada de la página <http://www.google.com.mx/imgres?imgurl>

máquina de vapor, que fue la base de la Revolución Industrial y la ingeniería moderna.<sup>6</sup>

## 1.2 HISTORIA DE LA INGENIERÍA

Los primeros ingenieros fueron arquitectos, ingenieros militares y especialistas en irrigación. El primer ingeniero conocido por sus logros fue Imhotep, constructor de la famosa pirámide de en Saggara en las cercanías de Memphis (véase la figura 3).



Figura 3. Pirámide de Saggara.<sup>7</sup>

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 unos 1 500 metros de perímetro, construyó diversas edificaciones, como decorado, y hacia el centro erigió una pirámide de seis gradas con una altura de 60 metros. A su vez, se excavó en la roca del terreno, bajo la pirámide, la que sería la tumba de Dyoser (Zoser) y un conjunto de galerías para almacenar miles de vasijas funerarias, muchas grabadas con los nombres de sus predecesores.

Con base en métodos empíricos auxiliados por la aritmética, la geometría así como por nociones de la ciencia 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 (véase la figuras 4 y 5) en Jerusalén,

<sup>6</sup> Omar Romero Hernández, David Muñoz Negrón y Sergio Romero Hernández, *Introducción a la ingeniería Industrial. Un enfoque Industrial*, p. 4.

<sup>7</sup> Tomada de la página <http://www.panoramio.com/photo/31922681>

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, fundada por los Fenicios y situada en lo que es la actual Túnez, fueron, entre muchas más, muestras de la gran ingenio del ser humano.



Figura 4. Faro de Alejandría.<sup>8</sup>



Figura 5. Templo de Salomón.

Ahora bien, de los muchos tratados escritos por todos esos grandes constructores, uno en particular sobrevive para proveer una imagen de la enseñanza de la ingeniería y su práctica en la época clásica: *Vitruvius de architectura*, publicado en Roma en el siglo I (d.C.). Se trata de una obra de 10 volúmenes, los cuales tratan acerca de materiales de construcción, métodos de construcción, métodos hidráulicos, medidas y urbanismo.

El uso de la piedra también alcanzó gran desarrollo. Se pueden observar en las grandes estructuras de Egipto, Mesopotamia, Grecia, Roma, el lejano Oriente, América central y América del sur. Muchas de estas construcciones hoy en día 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.

<sup>8</sup> Imágenes tomadas de la página <http://elmundoespectacular.blogspot.com>

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, también lo fueron el papel y la pólvora.

En el siglo XVIII se perfecciona 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 más.

En los temas que vienen a continuación, se seguirá abordando la historia de la ingeniería, de manera más detallada, por etapas de la civilización humana.

### *1.2.1 La ingeniería en las civilizaciones antiguas*

En este apartado se profundizará en la historia de la ingeniería en las diferentes civilizaciones antiguas. Las que más se destacan por sus aportes, son las de los mesopotámicos, los egipcios, los griegos, los árabes y los romanos. En América, sobresalen las culturas Maya y Azteca.

Las civilizaciones mesopotámicas y egipcias poseían un rasgo especial a diferencia del resto de las civilizaciones. Tuvieron vida urbana y con ello la necesidad de grandes cantidades de agua para el uso humano, por lo que se construyeron grandes obras de acueductos y alcantarillados. Aquí se realiza, también, el empleo de los primeros metales como el cobre y el bronce, y dependían esencialmente de la agricultura.

En cambio, la economía de Grecia y Roma no dependía de ríos sino de la cercanía a los mares, lo cual les facilitaba el comercio e intercambio. También desarrollaron la agricultura, pero su fuerza de trabajo se basaba en la esclavitud. Las diferencias entre ambas culturas generó obras ingenieriles diferentes.

### 1.2.2 Los mesopotámicos

Este pueblo construyó canales, templos y murallas que se constituyeron en las primeras obras de ingeniería más representativas del mundo antiguo. Entre sus principales aportes están, también, los tejidos, la fundición de metales, la destilación de alcohol, la moneda, la escritura (véase la figura 6), 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 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, así, 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  $\pi$ , 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.

					SAG Cabeza
					NINDA Pan
					GU, Comer
					AB, Vaca
					APIN Arado
					SIBUR Carpa
En torno al 3100 a.C. (Uruk IV)	En torno al 1000 a.C. (Uruk III)	En torno al 2500 a.C. (Fara)	En torno al 1100 a.C. (Ur III)	En torno al 700 a.C. (Época reasirio)	Lectura sonante + significado

Figura 6.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Tomada de la página <http://fotosvideodibujos.blogspot.com>

### 1.2.3 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 (véase la figura 7), debido a los constantes desbordamiento 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, 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.



Figura 7. <sup>10</sup>

### 1.2.4 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 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.

<sup>10</sup> Tomada de la página [www.fotosearch.com](http://www.fotosearch.com)



Figura 8.<sup>11</sup>

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 fueron los primeros en uniformar a sus ejércitos, utilizaron la flauta para marcar el paso de éstos, en el año 305 a.C. Demetrio inventó la máquina de guerra más temible de la época, el castillete, con un peso de 82 toneladas. Arquímedes hizo grandes aportes a las matemáticas y las geometrías. 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 llamado tornillo de Arquímedes. Todos ellos hoy son pilares de la ingeniería moderna. Sin duda alguna, esta civilización fue líder en los orígenes de la ingeniería por todos sus logros y aportes.

---

<sup>11</sup> <http://www.google.com.mx/imgres?q=grecia&um>



Figura 9. La antigua Roma.<sup>12</sup>

### *1.2.5 Contribuciones de los romanos*

La civilización romana compartía más elementos con las sociedades de Egipto y Mesopotamia. Se usaban a los esclavos como mano de obra para producir mejoras en beneficio del imperio. Las contribuciones de los romanos en comparación con los griegos, fueron limitadas, pero sí abundaron soldados, dirigentes, administradores, y notables juristas.

En su mayor parte, la ingeniería romana era civil, se destacaron en la construcción y 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 año 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 en gran medida a la caída del Imperio Romano.

---

<sup>12</sup> Figura tomada de la página <http://www.anmal.uma.es/roma.htm>

### 1.2.6 Cultura árabe

La cultura Árabe, al igual que las anteriores, 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 pérdida, que fue la primera técnica utilizada para la artesanía de oro, plata y bronce. Crearon el número cero, escribieron el primer diccionario bilingüe del mundo, fueron los primeros en confeccionar un mapa, desarrollaron el arte de 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, etcétera.

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

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

### 1.2.7 Culturas maya y azteca

Los mayas fueron la civilización más deslumbrante de América Latina. Por sus aportes a la ciencia y a la cultura, están considerados como los griegos de América Latina. 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.

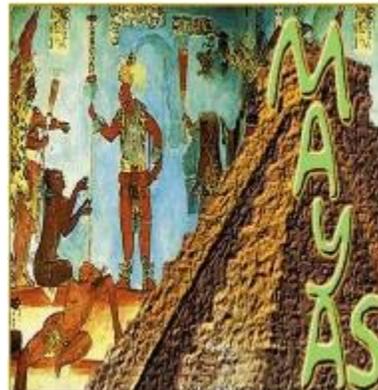


Figura 10. Cultura Maya.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Tomada de la Página <http://fotosdeculturas.blogspot.com>

Su base económica fue la agricultura. Se dedicaban al cultivo del tabaco, del tomate, los tubérculos y otros más. 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 superior a muchas civilizaciones. Usaban el sistema vigesimal en las matemáticas, dando grandes aportes a esta ciencia.

La cultura Azteca también marcó desarrollo en las civilizaciones de América. Obtuvieron logros en la agricultura y en la astronomía. Gracias a sus observaciones, determinaron las revoluciones del Sol, de la Luna, y de Venus, conocieron la frecuencia de los eclipses de luna y del sol, y construyeron, al igual que los mayas, 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 en 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 de la utilización de la cera perdida para combinar diferentes tipos de metales y piedras preciosas. En ambas civilizaciones, al igual que las del viejo continente, se desarrollaron las ciencias y la ingeniería, con igual grandeza.



Figura 11. Cultura Azteca. <sup>14</sup>

<sup>14</sup> <http://www.google.com.mx/imgres?q=imágenes+de+la+civilización+azteca&um>

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Haga un resumen de dos cuartillas con los principales avances de la ingeniería de cada una de las civilizaciones antiguas.

### 1.3 LAS REVOLUCIONES DE LA INGENIERÍA

#### 1.3.1 *La ingeniería en la edad media*

La Edad Media data desde el siglo V hasta la caída del Imperio Romano Occidental, a finales del siglo XV. Esta época “no fue tan oscura” como algunos afirman. Se desarrollaron grandes creaciones arquitectónicas, como las catedrales góticas. Se les considera las más ligeras en construcciones, pues poseen esqueleto de piedra. 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 a la fuerza de gravedad, efectuó profundos estudios acerca de esto.

En 1474 se establece la primera ley que regula la patente de los inventos.

En esta época se perfecciona el uso del arco de medio punto. Se introduce el arco de ojiva, la bóveda nervada y el sistema de arbotantes. Con estos elementos y conocimientos de la estática, se lograron construir grandes catedrales con techos muy altos.

En esta época, se avanza en la ingeniería militar, la cual da paso a diseños y creaciones de armamentos. La producción de relojes, de diferentes tipos, da paso al nacimiento de la mecánica.

Durante este periodo, las principales fuentes de energía fueron los animales, el agua y el viento. En esta época los ingenieros buscaron reforzar y suplir la capacidad productiva del hombre mediante la construcción de máquinas que ahorran fuerza de trabajo. Se desarrolló el molino de viento, se mejoraron los molinos de agua, y otro avance importante fue la rueda aplicada a los timones de barcos.

De esta manera se ha hecho un recuento de esta época histórica, la cual, al igual que las otras, significó un paso de avance en el desarrollo de la ingeniería.

### *1.3.2 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, surge el telescopio de galileo, la bomba neumática, la imprenta comercial y la construcción de instrumentos de medición. Crece la ingeniería naval con los viajes interoceánicos.

La ciencia empieza a ser, aún más, 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, que previo a esta época, estaban apagados por el predominio de la religión.

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 De Vinci, a quien se le conoce, esencialmente, por sus logros artísticos, también fue un 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 patentiza 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 tuvo grandes avances en la astronomía, y mucho de sus descubrimientos dieron paso a la época de la Revolución Industrial, la cual será analizada en el siguiente subtema.

### *1.3.3 Avances de la ingeniería entre 1750 y 1900*

A esta etapa se le llamó “la revolución industrial”. Fue un periodo de cambios fundamentales en todas las ramas de la ingeniería. Se descubrió la manera de transformar la energía calorífica en energía mecánica. Para llegar a este descubrimiento hubo que realizar otros, como el de Evangelista Torricelli, quien inventó el Barómetro. Posteriormente, con la colaboración de Galileo, “descubrieron” la atmósfera, Blaise Pascal descubrió la presión atmosférica. En 1672 Otto Von Guericke desarrolló un cilindro con un pistón móvil, el cual 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 mejoró en gran medida tal máquina, dando paso a la Revolución Industrial.

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, dio lugar a la contaminación del ambiente, que tanto afecta en la actualidad, y aún no se puede superar este problema.

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 del nivel cultural de la masa trabajadora.

En el siglo XIX aparece el primer motor de combustión interna, que patentó Alphonse Beau de Roches en Francia, y Nikolaus August Otto igual lo produjo en Alemania en 1875, aunque no lo patentó.

Michael Faraday formuló un principio fundamental, la capacidad de inducir corriente eléctrica. En 1836 se inventa el telégrafo por Samuel F. B. Morse, lo que dio lugar a la ingeniería de las telecomunicaciones, y surgen en esta época los primeros motores eléctricos. Tomas. A. Edison desarrolla el foco, la creación de este invento dio lugar al alumbrado y disparó la demanda de energía eléctrica. En 1890 ya existían generadores eficientes, los cuales eran capaces de alimentar de energía a la industria. La electricidad pasa a ser la principal fuente de energía de la industria en todas sus ramas.

En esta etapa también se crearon asociaciones de ingenieros, como George Simon, Alejandro Volta, Charles Coulomb y Andre Ampere, todos ellos ingenieros eléctricos destacados.

Como se ha visto durante el desarrollo del tema, los grandes avances de este periodo dieron lugar a los magnos avances del siglo XX, los cuales serán temas de estudio que se analizarán a continuación.

## ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Mencione que invento dio origen a la Revolución Industrial. Argumente.

### *1.3.4 La ingeniería en el siglo XX*

En esta etapa de la historia de la ingeniería, muchos de nosotros hemos sido testigos de los aportes de ésta. Según la mayoría de los historiadores, este siglo ha sido el más activo de la historia de la ingeniería, debido a sus grandes avances. Éstos 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 del ser humano. También graves consecuencias, advertidas por ingenieros y científicos; por ejemplo, el impacto negativo sobre el ambiente, debido a la carencia de previsión de los gobiernos y de los sectores industriales, los cuales utilizan sin control los recursos naturales. Se espera que las nuevas alternativas ecológicas logren evitar más daños.

Para continuar con el tema, se harán mención de los principales logros de la ingeniería en esta etapa. De acuerdo con la Academia Nacional de Ingeniería de los EUA, los logros han sido los siguientes:

1. **Electrificación:** aunque sus inicios datan de la etapa anterior, en esta época se han alcanzado importantes avances. Se han desarrollado las termoeléctricas, hidroeléctricas y termonucleares; además, los avanzados sistemas de distribución, los cuales permiten que la energía se distribuya a miles de kilómetros de distancia.
2. **El automóvil:** esta tecnología ha permitido acortar las distancias en gran medida, tanto para el traslado de personas como para el de mercancías. Hoy es una de las industrias más desarrolladas y con más demanda en el mundo, al igual que una de las más contaminantes por la emisión de gases a la atmosfera.
3. **La aviación:** constituyó otro avance de la rama del transporte. La cual permitió a la humanidad conquistar el aire, y reducir en gran medida el tiempo de traslado entre diferentes puntos del mundo, con este medio se llega a lugares donde antes era imposible. Desafortunadamente, es una rama que se encuentra en constante desarrollo en la industria bélica.

4. Suministro y distribución de agua: éste es un logro fundamental para la humanidad. El crecimiento constante de las ciudades lleva consigo la modernización y desarrollo de los sistemas de distribución de agua potable, al igual que los de alcantarillado y de suministro de agua a la industria y a la agricultura.
5. Electrónica: tecnología considerada como la más revolucionaria de la época, se aplica a todas las ramas de la industria. Sus avances otorgan mayor eficiencia y calidad en todos los productos en los que se usa. Por ejemplo, se puede mencionar al control automático de las maquinarias en la industria, o los productos electrodomésticos, y las comunicaciones.
6. La radio y la televisión: este invento ha sido sensación en la historia, fue y es motivo de entretenimiento para la humanidad, y le dio gran desarrollo a la publicidad y a la comunicación. Actualmente domina la información mundial.
7. Maquinarias agrícolas: con el avance de la tecnología en la agricultura, aparecen máquinas como los tractores, los sistemas de riego, las fumigadoras, o las cosechadoras. Éstas aumentaron considerablemente la producción de alimentos. A principio de siglo, un campesino podía alimentar a 10 personas, hoy en día, gracia a la ingeniería, un campesino puede alimentar a 100 personas.
8. Computadora: éste es un descubrimiento que simboliza al siglo XX, es una herramienta que ha transformado los negocios y la vida del ser humano. Incrementó la productividad, la organización, el control sobre los recursos y la información.
9. Teléfonos: invento líder en las telecomunicaciones, permite la comunicación entre negocios, estados, o familias en los lugares más remotos del mundo, lo hace con rapidez y eficiencia.
10. Aire acondicionado y refrigeración: invento que mejoró considerablemente el nivel de vida de la humanidad, pues adapta el clima en cualquier parte del mundo. También ha servido para la conservación de los alimentos.

11. Autopistas: obras ingenieriles que alcanzaron gran desarrollo en la construcción de carretera y puentes. Las cuales hoy unen ciudades y países, lo cual da mayor facilidad al transporte y a las comunicaciones.
12. Naves espaciales: este invento llevó al hombre a la Luna y al espacio exterior. Ha tenido gran impacto en las investigaciones científicas dedicadas al conocimiento astronómico. Se situaron satélites en el espacio y que hoy son fundamentales en las comunicaciones, y ofrecen datos precisos para los pronósticos meteorológicos.
13. Internet: herramienta esencial en el ámbito social, en la publicidad, en la información, o en las comunicaciones. Se considera la herramienta por excelencia que une a la humanidad.

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

El siglo XX es un ícono para la ingeniería, la cual, como se ha dicho, continúa progresando de manera constante.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Mencione cuatro de los mayores logros de la ingeniería en el siglo XX.

### 1.4 HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA Y SU DESARROLLO

Para una mejor comprensión de este tema, se debe partir de un concepto. La tecnología se define como el sistema ordenado de los instrumentos, conocimientos, procedimientos y métodos aplicados en las distintas ramas industriales. La tecnología puede ayudar a mejorar los sistemas productivos, humanizar el trabajo, abaratar los costos de producción, mejorar la calidad, entre otras ventajas. De igual manera, tiene sus consecuencias, produce

despidos masivos, genera desempleo, contaminación ambiental, y un costo social.

Aunque está ampliamente ligada a la ciencia, en muchas ocasiones, los avances tecnológicos se han adelantado a los principios científicos. Una obra ha tenido sus fundamentos posteriormente a su creación.

Aquiles Gay y Francisco Guerrero plantean en el libro *La educación tecnológica*, que tecnología es el conjunto ordenado de conocimientos, y los correspondientes procesos que tienen como objetivo la producción de bienes y servicios, teniendo en cuenta la técnica, la ciencia y los aspectos sociales, económicos y culturales involucrados. El término se hace extensivo a los productos resultantes de tales procesos, los cuales deben responder a las necesidades de la sociedad.

El desarrollo de la tecnología es paralelo al de la humanidad. Como la ingeniería y la ciencia se interrelacionan mutuamente. Hablar de su historia sería hacer un recuento de las diferentes etapas de la vida del ser humano, al igual que ocurrió con la ingeniería.

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 un adelanto tecnológico. Han existido descubrimientos científicos cuyos productos tecnológicos ha requerido el transcurrir de muchos años. Del mismo modo, han existido avances tecnológicos que se han producido, y muchos años después se ha conocido su principio científico.

Como ejemplo de esto, está la fabricación del queso. Los chinos conservaban alimentos, fabricaban yogur, queso, vinagre y vino mediante la fermentación láctica al utilizar bacterias hace 4000 años. Es hasta el siglo XX, con el desarrollo de la biotecnología, que se conoce este principio científico.

El objetivo en este punto, es conocer y comprender cómo se ha desarrollado la tecnología en las diferentes etapas de la evolución de la humanidad, para esto, se divide la historia en tres etapas, a saber:

- 1) Culturas primitivas: Paleolítico y Neolítico.

- 2) Culturas antiguas: Egipto, Mesopotamia, Grecia, Roma (Edad Media).
- 3) Cultura moderna: El Renacimiento, la Edad Moderna, Revolución Industrial, siglos XIX, XX, XXI.

*Culturas primitivas: Paleolítico y neolítico*

**Paleolítico:** en esta etapa, el ser humano vivía para subsistir. Los problemas a los que se enfrentaba, como la alimentación, la caza, la recolección de alimentos, las inclemencias del clima, o guarecerse de los animales, dio lugar a los primeros pasos en el uso de las técnicas y las herramientas para dominar el medio en que se desarrollaba. Por ejemplo, creó instrumentos cortantes y pulsantes, fabricados de piedra tallada, para la caza y defensa frente a depredadores.

**Neolítico:** en esta etapa, el hombre comenzó a desarrollar las técnicas agrícolas y la ganadería, logrando domesticar animales. Un adelanto significativo fueron las ollas de arcillas y las vasijas. Otro, fue el telar. A finales del Neolítico se empezaron a usar materiales más resistentes, como el oro, el cobre para fabricar cuchillos, flechas y agujas.

*Culturas antiguas: Egipto, Mesopotamia, Grecia, Roma (Edad Media)*

Algunos de los adelantos tecnológicos de los egipcios son, por ejemplo, el vidrio, el papiro, los tejidos, las agujas, y los espejos de cobre.

Los griegos se convirtieron en una gran potencia gracias a sus adelantos en la construcción de astilleros, y en el comercio. Desarrollaron ideas tecnológicas basadas en los principios de la palanca, los sifones y las poleas.

Los romanos, por su parte, fueron grandes tecnólogos en materia de construcción y en la industria militar.

### *Cultura moderna*

El Renacimiento: el hecho más relevante de la época fue la imprenta, ya que permitió que llegara el conocimiento a más personas y a hacer masiva la cultura, condición fundamental para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

*La Edad Moderna:* es uno de los periodos más brillantes de la historia, pues se produjeron innovaciones basadas en la mecánica. Se proyectó la primera máquina de vuelo, se creó la bobinadora de seda, la carretilla de mano, el rodamiento de bolas, el sistema de articulación universal, la transmisión por cuerdas y correas, la cadena de eslabones, los engranajes cónicos. Todos éstos relacionados con una mayor facilidad para la transportación, el movimiento y solución de cargas.

*La Revolución Industrial:* es otro periodo de grandes avances en la mecánica. Se convierte, por primera vez, la energía calorífica en energía mecánica. Comienza la mecanización en varias ramas de la economía. Se creó el ferrocarril y la máquina de vapor. La Revolución Industrial es el pilar de la continuidad acelerada de las innovaciones tecnológicas del presente.

Los siglos XIX, XX, XXI, como se vio en el tema anterior, son los periodos más productivos de la historia. Se descubre la electricidad, el motor de cuatro tiempos, la aviación, los viajes al espacio, el teléfono, la televisión, la electrónica, la computación; crece considerablemente la tecnología en función de la medicina, el internet, el automovilismo; se desarrolla la refrigeración, los equipos electrodomésticos, entre otros.

En los últimos tiempos, los avances más significativos han estado relacionados con la informática, las comunicaciones y la biotecnología.

## AUTOEVALUACIÓN

1. Identifique cuál de los ejemplos corresponde a la ingeniería y cuál a la ciencia. Argumente.

a) Descubrimiento de la fisión nuclear.

b) Construcción de una central nuclear.

2. El teléfono celular es una innovación tecnológica. Argumente esta afirmación.

3. Ubique los siguientes incisos en los avances de la ingeniería según la época histórica a la que aparecen posteriormente.

a) Civilizaciones antiguas.

b) La ingeniería en la edad media.

c) Avances de la ingeniería entre 1500 y 1750.

d) Avances de la ingeniería entre 1750 y 1900.

e) La ingeniería del Siglo XX.

\_\_\_\_\_ Descubrimiento de la computadora.

\_\_\_\_\_ Construcción de templos, pirámides y monasterios de gran dimensión.

\_\_\_\_\_ Revolución Industrial.

\_\_\_\_\_ Descubrimiento de la geometría analítica.

\_\_\_\_\_ Construcciones de catedrales góticas.

### Respuestas

1.

El inciso (a) pertenece a la ciencia, ya que fue el descubrimiento de un fenómeno desconocido por el ser humano y que implicó la experimentación para demostrar la veracidad de esta hipótesis.

El inciso (b) pertenece a la ingeniería, ya que es la aplicación de la fisión nuclear, de manera organizada, para producir energía eléctrica y ponerla al beneficio de la sociedad.

2.

Es una innovación; porque fue un avance en la telefonía tradicional que era inmóvil y alámbrica. El teléfono celular dio lugar a la comunicación inalámbrica y móvil rebasando la tecnología anterior. Además es una tecnología multifuncional pues cumple otras funciones que la simple recepción y emisión de llamadas.

3.

e)

a)

d)

c)

## UNIDAD 2

### LA INGENIERÍA COMO PROFESIÓN

#### OBJETIVO

El estudiante comprenderá la manera en que deberá desempeñarse en su vida profesional, conocerá sus funciones y obligaciones con la sociedad.

#### TEMARIO

*2.1.1 El perfil del ingeniero*

*2.1.2 Los rasgos profesionales del ingeniero*

*2.1.3 La ingeniería como profesión*

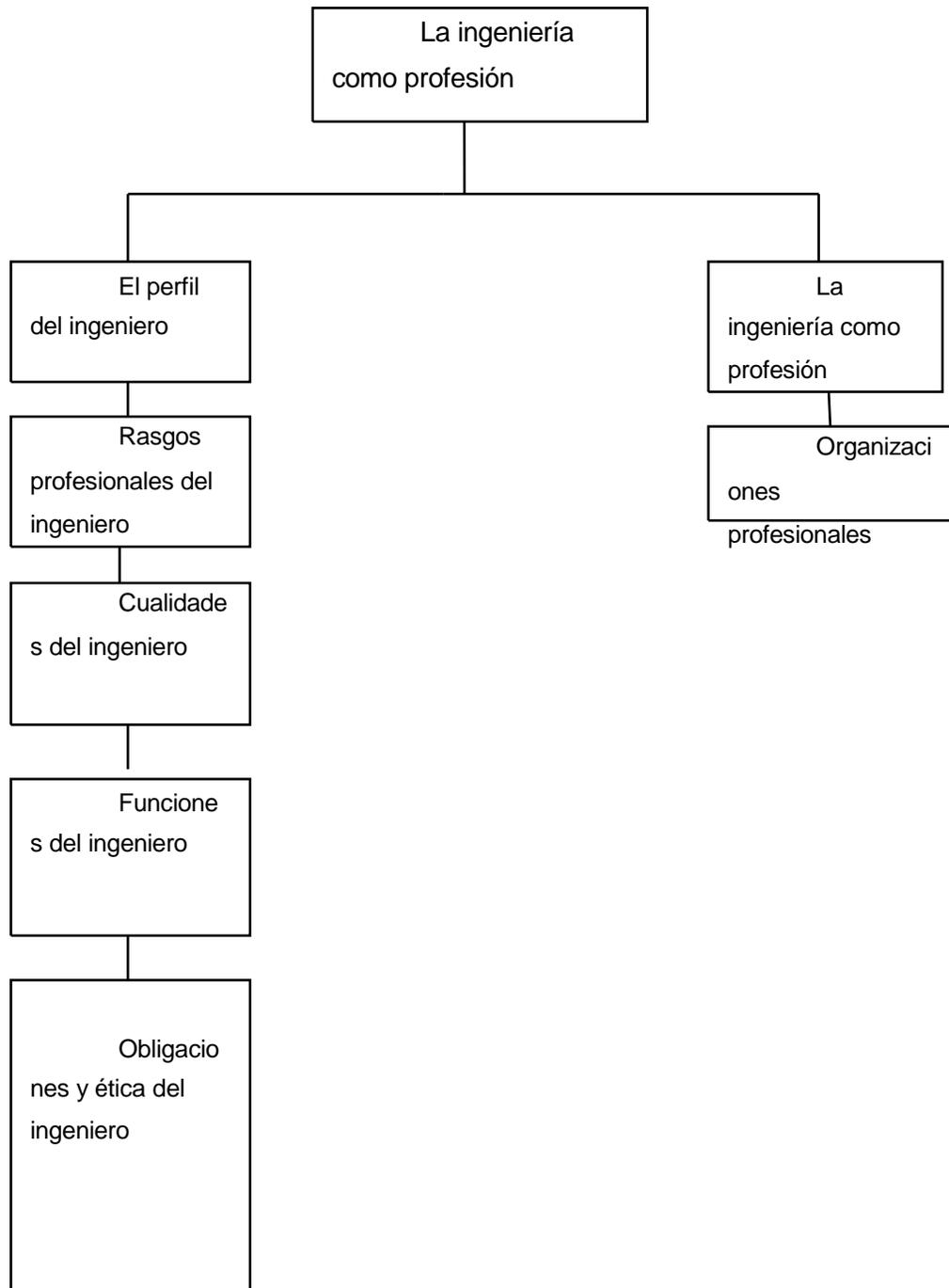
*2.1.4 Cualidades*

*2.1.5 Funciones*

*2.1.6 Obligaciones y ética del ingeniero*

*2.1.7 Organizaciones profesionales*

# MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

En esta Unidad se abordarán temáticas que darán el conocimiento de cómo deberá ser el comportamiento profesional del ingeniero frente a la sociedad. Se hará énfasis en el perfil que debe tener un ingeniero, sus funciones, rasgos, cualidades y obligaciones, dando particular importancia a la ética profesional que debe asumir un ingeniero en su desempeño profesional. También se hará referencia a organizaciones e instituciones que ayudan al buen desempeño y desarrollo de la ingeniería.

### *2.1.1 El perfil del ingeniero*

El ingeniero debe ser una persona ampliamente capacitada para dar soluciones prácticas y fundamentadas a los problemas que se puedan presentar dentro de su ámbito. Su habilidad depende de la calidad de las soluciones que pueda ofrecer. Las habilidades que se verán a continuación son rasgos fundamentales de su perfil.

Liderazgo y correcta comprensión de la información: el ingeniero tiene que ser capaz de filtrar, separar, y organizar la información para definir y tomar decisiones. Debe poseer la habilidad de dirigir grupos de personas, capacitar a sus subordinados para, en su momento, delegar, además, debe ser capaz de escuchar y convencer, buscando el bienestar de todo el colectivo de colaboradores. Un colectivo unido y comprometido con el trabajo obtiene mejores resultados.

Capacidad analítica: es la habilidad que le permite encontrar la forma de plantear los problemas de manera sencilla, separando los elementos de importancia y decidiendo en qué debe centrarse para obtener más eficiencia.

Creatividad: es uno de los principales rasgos del ingeniero, éste debe inventar, descubrir y aplicar sus conocimientos de manera práctica. Esta característica es la mejor carta de presentación del ingeniero.

Capacidad de comunicar: el ingeniero no trabaja solo, se apoya de un equipo con el cual debe de tener la capacidad de comunicarse y transmitirle sus ideas. Transmitirlas de manera clara, entendibles para trabajar en equipo de modo organizado. Dominar el lenguaje técnico con el que se trabaja, razón por la cual debe ser un capacitador constante de su equipo.

Capacidad de trabajar en grupo: el ingeniero debe saber escuchar, no menospreciar ningún criterio de su equipo, debe lograr con su actitud comprometer a todos con el trabajo, hacer que los demás se sientan tan responsable como él de la tarea que se está efectuando, debe tener la capacidad de reconocer errores y rectificarlos, aceptar sugerencias del colectivo para que de esta manera se logre un equilibrio satisfactorio en el desempeño del trabajo.

### *2.1.2 Los rasgos profesionales del ingeniero*

La profesión del ingeniero, al igual que el resto de las carreras, llámese ciencias, letras o humanidades, posee características especiales de la persona que la va ejercer, y lo primero que debe tener quien vaya a optar por dedicarse a tan noble tarea es vocación por la misma. Un ingeniero debe tener lo siguiente:

Conciencia y ética profesional: el ingeniero debe, ante todo, respetar su profesión. La ingeniería es una profesión que debe basar sus principios en las regularidades y en la ciencia. Por ningún concepto el ingeniero debe violarlas. En ocasiones, al violar estas normas se originan grandes desastres, derrumbes de edificios, y accidentes fatales. En todo momento debe dar lo mejor de sí en función del trabajo que realiza. Ser responsable y darse a respetar por el personal subordinado, previsor de los problemas y, ante todo, honesto.

Habilidad para resolver los problemas: la preparación académica constituye un elemento esencial, agregado a su capacidad de innovar y ofrecer soluciones revolucionarias y eficientes a los problemas que se presenten en el menor tiempo y con menos costo.

Actitud ante la investigación: cada problema que se le presente, lo debe asumir como un reto de su carrera profesional, debe investigarlo, consultar bibliografía, y a otros colegas en busca de una solución real sin dejarse vencer por difícil que sea el problema.

Superación constante: debe fomentar un constante interés por lo nuevo. El estudio y la actualización son premisas fundamentales de los profesionales de la ingeniería.

### *2.1.3 La ingeniería como profesión*

La ingeniería es una profesión porque utiliza las ciencias en toda su extensión de manera práctica y organizada en función de darle un uso óptimo a los recursos naturales en relación con la sociedad.

Es una profesión que aspira a estándares superiores de disciplina, está comprometida con la sociedad a brindar el mejor servicio. Sus miembros alcanzan su estatus profesional después de haberse preparado y luego de trayectorias bien definidas y aprobadas por la sociedad.

Tanto el ingeniero como el científico son personas altamente preparadas en las ciencias y con un nivel cultural elevado en todos los aspectos. Su gran diferencia es que el científico busca el saber y el ingeniero busca el hacer. Es considerada un arte por su empeño creativo. Es una profesión que se enriquece con la práctica. Las soluciones de ingeniería deben satisfacer el conflicto. Las soluciones no siempre resultan de un principio científico conocido sino de soluciones prácticas que se apoyan en ciertas regularidades del entorno.

#### *2.1.4 Cualidades*

Como todo profesional, debe ser honesto, apegado a las normas éticas que implican su profesión. Debe ejercer su profesión con la mayor calidad posible. Ganarse su reputación con el resultado de su trabajo y su impacto en la sociedad. Actuar con decoro manteniendo en todo momento el respeto hacia sus colegas profesionales. Respetar, en todo momento, para la toma de decisiones, los reglamentos y las leyes vigentes.

### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Ubique a un ingeniero reconocido por sus obras, y describa las cualidades que lo hacen un ingeniero de prestigio. Búsquese en ingenieros de obras reconocidas, que sean de objeto de tu propia admiración.

#### *2.1.5 Funciones*

Las funciones del ingeniero son esencialmente las siguientes:

- a) Planificar, organizar, dirigir y controlar proyectos.
- b) Investigar, diseñar y desarrollar productos.

- c) Analizar y diseñar métodos de trabajos más eficientes y productivos.
- d) Coordinar planes de mantenimiento.
- e) Tomar decisiones basándose en elementos sólidos y debidamente analizados.
- f) Proponer soluciones para el mejoramiento de la calidad.
- g) Elaborar diagnósticos y proponer soluciones a las necesidades detectadas.
- h) Aplicar de manera eficiente y segura sistemas integrados por persona, materiales, tecnología.
- i) Garantizar que se apliquen las normas de seguridad e higiene según la labor que se realice.
- j) Preparar y dirigir los proyectos de inversión.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Mencione las funciones del ingeniero.

### *2.1.6 Obligaciones y ética del ingeniero*

En términos generales, la ética profesional implica, tener juicio y sensibilidad ética. Conocer estándares de conducta y actuar en consecuencia. La mayoría de los países adoptan códigos de ética, los cuales son institucionalizados y de obligatorio cumplimiento. A continuación enumeraremos algunas de las reglas de código de ética del ingeniero en México:<sup>15</sup>

- Es responsabilidad del ingeniero que su trabajo se efectúe con eficiencia y apego a las disposiciones legales.
- El ingeniero reconoce que el mayor mérito es el trabajo, por lo que ejercerá su profesión comprometido con la sociedad. Al transformar la

---

<sup>15</sup> Tomado de <http://www.ingenieria.unam.mx/~guiaindustrial/valores/info/3/1.htm>

naturaleza en beneficio de la humanidad, el ingeniero debe acrecentar su consciencia de que el mundo es morada del ser humano.

- El ingeniero debe rechazar los trabajos que tengan como fin atentar contra el interés general.
- Es un deber del ingeniero sostener el prestigio de la profesión y velar por su cabal ejercicio.
- El ingeniero debe procurar el perfeccionamiento constante de sus conocimientos, en particular de su profesión.
- Cumplirá cabalmente con los compromisos que haya asumido y desempeñar con dedicación y lealtad los trabajos que se le asignan, evitando anteponer intereses personales.
- Mantendrá una conducta decorosa, tratando con respeto, imparcialidad y rectitud a las personas con las que tenga relación.
- Debe salvaguardar los intereses de la institución para la que trabaja.
- El ingeniero tendrá como norma, crear y promover la tecnología nacional.

### *2.1.7 Organizaciones profesionales*

A lo largo del siglo XX, la profesión del ingeniero industrial ha ido tomando fuerza y con esto han surgido instituciones y organizaciones alrededor del mundo, las cuales brindan información necesaria para resolver cualquier duda. Tales organizaciones hacen investigaciones, publican artículos de interés para ingenieros, o se realizan congresos, entre otras actividades a favor del desarrollo de la ingeniería.

A continuación se mencionan algunas de las organizaciones de ingenieros industriales más importantes en el mundo:

- a) Instituto de Ingenieros Industriales, fundado en 1948.
- b) Instituto para la Investigación de Operaciones y las Ciencias Administrativas.
- c) Consejo de Profesionales de la Cadena de Suministro, su objetivo es lograr el desarrollo de la logística.

- d) Instituto Europeo de Ingenieros Industriales, fundado en 1954.
- e) Instituto de Ingenieros Industriales Australia, fundado en 1954.
- f) Instituto de Ingenieros Industriales de Irlanda, fundado en 1955.
- g) Instituto Japonés de Ingenieros Industriales, fundado en 1959.
- h) Instituto Filipino de Ingenieros Industriales, fundado en 1959.
- i) Instituto Chino de Ingenieros Industriales, fundado en 1959.
- j) Instituto para Ingenieros Industriales de Sudáfrica, fundado en 1976.
- k) Sociedad de Ingenieros de Manufactura.
- l) Sociedad Americana para la Producción y Control de Inventarios.
- m) Sociedad Americana de la Calidad.

## ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

En el subtema 2.1.7 se mencionan algunas organizaciones profesionales que tienen como objetivo brindar información, hacer publicaciones e investigaciones a favor del desarrollo de la ingeniería. Investigue dos publicaciones e investigaciones realizadas por alguna de estas organizaciones profesionales.

## AUTOEVALUACIÓN

1. Analice la siguiente situación.

Por crecimiento de la empresa, se necesita comprar maquinaria nueva que representen la seguridad de los trabajadores de una obra. Se le orienta al ingeniero que busque las mejores ofertas. Dos proveedores le hacen las siguientes propuestas:

Proveedor 1: Tenemos en venta tecnología de óptima calidad con tres años de garantía, asesoría en su uso y piezas de repuestos garantizadas por 10 años.

Proveedor 2: Tenemos tecnología de punta a menor precio con 1 año de garantía, no garantizamos piezas de repuesto; pero te bonificamos 10% de la compra a tu cuenta personal.

¿Cuál de los dos proveedores usted seleccionaría? Por qué.

2. De los siguientes párrafos, diga cuál pertenece a las obligaciones del ingeniero:

- a) Capacitar a todo el personal de su equipo, logrando comprometerlos con la calidad de trabajo que se realiza. Crear y dar soluciones económicas y factibles. Definir líneas de investigación conforme a las necesidades de la empresa. Estar actualizado con los últimos avances de la ingeniería en su rama.
- b) Llevar la contabilidad de la empresa alertando al accionista acerca de los estados financieros. Asesorar a los accionistas en materia de derecho.

### Respuestas

1. El proveedor 1: Al tratarse de una obra en la que la seguridad de los trabajadores depende de la maquinaria, por ética el ingeniero debe garantizar la protección de los mismos por encima de sus intereses personales.

2. Inciso a).

## UNIDAD 3

### EL DESARROLLO TECNOLÓGICO. NUEVAS OPORTUNIDADES

#### OBJETIVO

El estudiante comprenderá la influencia del desarrollo tecnológico en un mundo globalizado. Reconocerá el papel de la biotecnología y la informática como ramas de mayor alcance.

#### TEMARIO

##### 3.1 ESTRATEGIAS ANTE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

###### *3.1.1 Desarrollo científico y tecnológico*

##### 3.2 LA BIOTECNOLOGÍA: UNA TECNOLOGÍA DE PUNTA

###### *3.2.1 Historia y características de la biotecnología*

###### *3.2.2 Tendencias, oportunidades y riesgos*

###### *3.2.3 La biotecnología en México*

##### 3.3 LA ENERGÍA: BASE FUNDAMENTAL DE LA TECNOLOGÍA

###### *3.3.1 Las nuevas fuentes de energías*

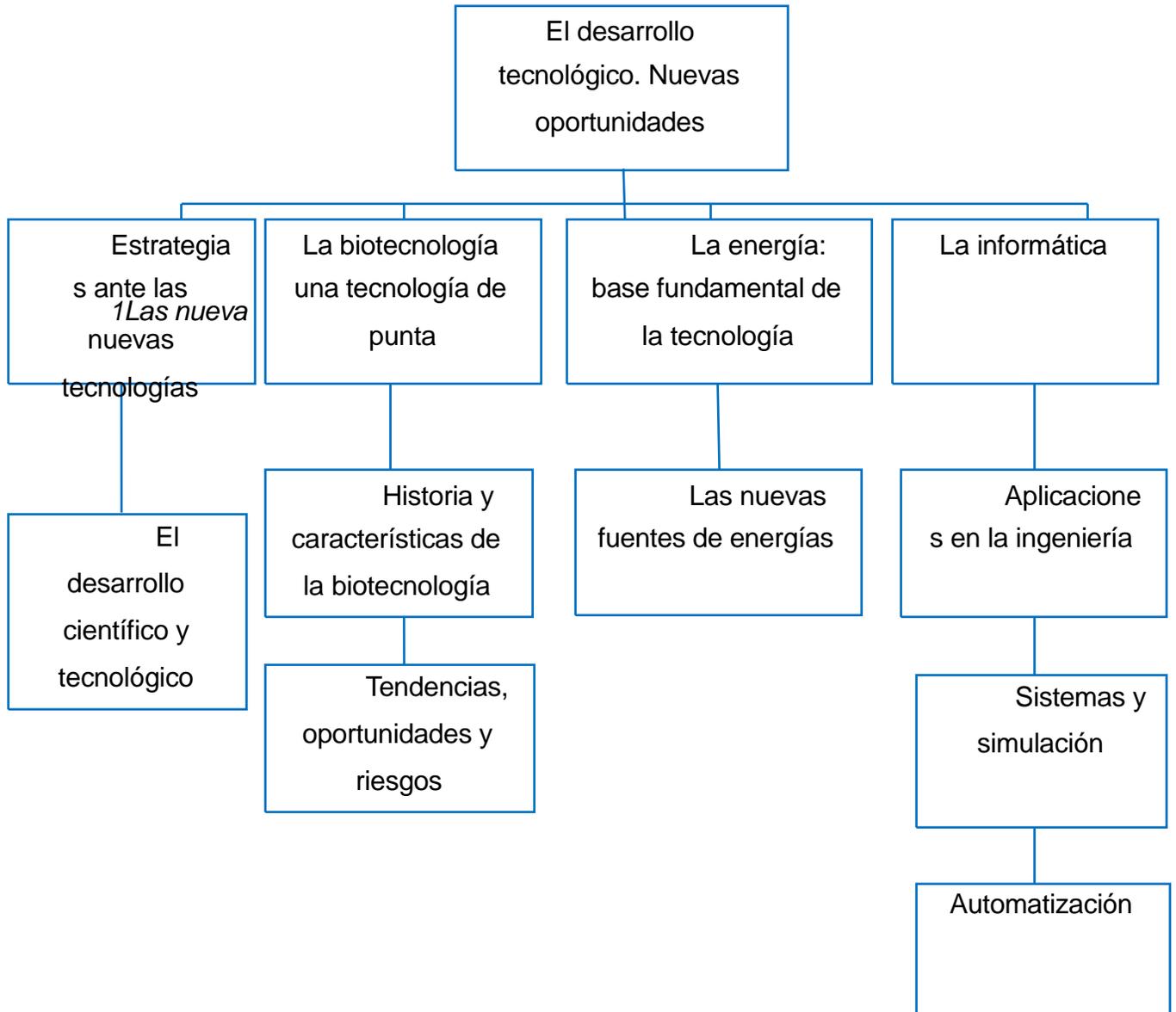
##### 3.4 LA INFORMÁTICA

###### *3.4.1 Aplicaciones en la ingeniería*

###### *3.4.2 Sistemas y simulación*

###### *3.4.3 Automatización*

## MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

En la siguiente Unidad se hará un recuento de los principales avances tecnológicos que han revolucionado el mundo y a la industria moderna, así como su repercusión en la sociedad. Se resaltarán la influencia de los avances tecnológicos sobre las economías y algunas de sus estrategias involucradas en la competencia que rige al comercio mundial. Se abordarán avances como la informática, la biotecnología, las nuevas fuentes de energía y su importancia dentro del proceso industrial.

### 3.1 ESTRATEGIAS ANTE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

El progresivo desarrollo tecnológico que se originó fundamentalmente en el siglo pasado, junto con los tratados de libre comercio y los cambios demográficos, está modificando de manera considerable el medio en el cual compiten las empresas.

En tiempos previos al impulso de la tecnología, las organizaciones competían con otras empresas de la misma región o giro económico. Actualmente, tecnologías como internet y las inherentes a los medios de comunicación masiva, han globalizado la competencia y disminuido las barreras geográficas. Anteriormente, éstas limitaban el número de competidores que participaban en una determinada rama de la industria o de los servicios.

Por otra parte, las fronteras entre determinadas industrias son cada vez más difusas, ya que nuevos servicios o productos pueden volverse sustitutos de otros tradicionalmente existentes. Considérese el ejemplo de la sustitución de las enciclopedias británicas tradicionales por la enciclopedia *Encarta* que fue más atractiva al público por el sólo hecho de poderse ver a través de una computadora.

En la década de 1980, la *Enciclopedia Británica*, de marcado prestigio, se negó a la propuesta que le hiciera Microsoft, el fabricante del sistema operativo Windows y de herramientas para procesamientos de textos, hojas de cálculos y de elaboración de presentaciones gráficas, para instalar su acervo en computadoras personales. Los dueños de esta enciclopedia se negaron, y argumentaron que su producto perdería el prestigio alcanzado durante años; por lo que Microsoft decidió comprar una enciclopedia que no tenía el prestigio, ni la calidad de la enciclopedia citada, pero podía ejecutarse en una computadora personal. Ésta fue adquirida, con gran preferencia sobre la otra, por los usuarios de estos equipos, dando lugar a un nuevo producto.

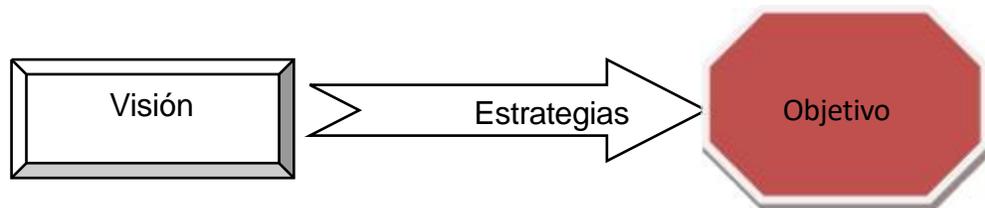
La enciclopedia *Encarta* desplazó a la *Enciclopedia Británica* del mercado, la cual tiempo después tuvo que ser vendida a otra empresa. Los dueños de esta enciclopedia no alcanzaron a visualizar a su producto de modo distinto, es decir, los padres de los estudiantes buscaban un acceso al

conocimiento, de forma práctica, novedosa y divertida. Esto es un ejemplo del impacto que propicia el desarrollo tecnológico sobre una organización.

El ejemplo anterior demuestra que las organizaciones y los ingenieros como guías de estas organizaciones deberán en todo momento trazar estrategias ágiles, flexibles y enfocadas a las necesidades de los consumidores.

En este subtema se dan a conocer las estrategias que, de manera general, es factible aplicar por las organizaciones para competir en la actualidad con las nuevas tecnologías y características del mercado.

Como punto de partida, se debe conocer el concepto de estrategias. De acuerdo con Day y Reibstein y Porter,<sup>16</sup> éstas son el conjunto de decisiones que una organización o individuo toman para alcanzar objetivos particulares. Estos objetivos pueden considerarse como la visión de la organización, y las estrategias como el medio para lograr los objetivos.



Cada organización deberá elegir una ruta a seguir en particular, que dé posibilidades de lograr su visión, atendiendo sus capacidades, fortalezas y oportunidades.

Ahora bien ¿cuáles son las decisiones más importantes que constituyen una estrategia? Estas decisiones pueden agruparse en varias categorías.

*Arena:* una empresa debe elegir en qué “arena” va a competir. Esto implica definir su línea de trabajo, seleccionar el mercado para sus productos y atender a cada uno de los mercados elegidos.

*Ventaja:* de igual modo, una organización debe identificar cuál es la propuesta de valor que brindará a cada segmento de cliente, lo que haga que los consumidores opten por sus productos y no por el de los competidores.

<sup>16</sup> Citado por Romero Muñoz y Romero, *Introducción a la ingeniería. Un enfoque Industrial*, p. 54.

*Actividades:* el tercer tipo de decisiones que debe tomar una empresa se refiere a la selección de actividades que formarán la base de la propuesta de valor de la empresa, junto con la opción de llevarlas a cabo con recursos propios o con apoyo de terceros.

*Acceso:* es el conjunto de decisiones estratégicas que se refieren a los canales por los cuales una empresa hace llegar sus productos y servicios a los clientes.

*Estrategia vs eficacia operativa:* en este caso, una organización opera de manera efectiva si se encuentra cerca de la “frontera de la productividad”, la cual representa el máximo de valor que una organización puede ofertarle a un cliente en producto o servicio. Cuando una organización de la competencia está más cerca de la frontera, significa que va a dar al cliente más valor a menor precio o al mismo precio; pero mayor valor en productos o servicios.

Por lo que es fundamental hacer más eficientes y eficaces los procesos de una organización. Acercarse a la frontera de la productividad es necesario más no suficiente para que una estrategia sea exitosa a largo plazo. Para mejor comprensión, debe hacerse lo mismo que los competidores, pero aun así no se obtiene una ventaja sostenible. Una ventaja sostenible implica efectuar algo diferente ante los ojos de los consumidores, y con esto lograr una posición de ventaja frente a la competencia.

En términos generales, existen tres posiciones de ventaja por las cuales puede optar una empresa al definir su propuesta de valor, a saber:

*Excelencia en la operación:* sus productos y servicios deben orientarse al consumidor que busca un servicio básico, sin dificultades. Para lograr la excelencia en la operación, los procesos de la organización deben estar estandarizados, altamente automatizados e integrados mediante la frontera de la organización. Los sistemas y procesos administrativos se definen y ejecutan de arriba hacia abajo, para garantizar el apego al modelo operativo, y los empleados son más dirigidos que autónomos. Un ejemplo de ello es McDonald's. Todos sus establecimientos cuentan con la misma estructura, servicios y productos. Todos están estandarizados.

*Intimidad con los consumidores:* en esta posición de ventaja, el objetivo de la organización es darle al consumidor lo que necesita. Lograr una capacidad de respuesta hacia su demanda y buscar que no pueda ser superada por la competencia.

*Liderazgo en productos y servicios:* cuando una empresa compite por superioridad en el desempeño, su objetivo es posicionarse en la mente de los consumidores. Para esto, las empresas deben mantener una constante innovación de sus productos o servicios. Caracterizarse por ser las primeras en entrar con sus productos al mercado. Como ejemplo de empresas que usan esta posición de ventaja, se encuentran Sony, Pioneer y Sanyo.

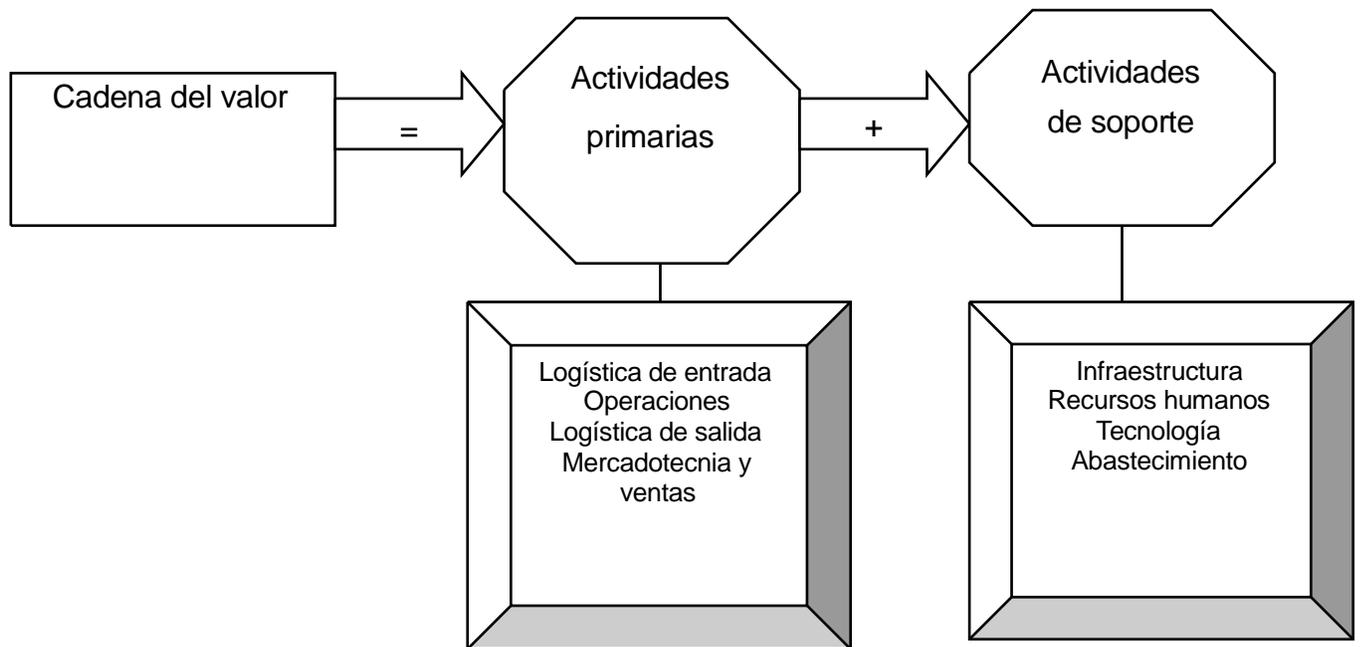
En el siguiente esquema se representan los aspectos relacionados con las posiciones de ventaja de una organización productora de tecnología.



Otras fuentes de ventajas competitivas consisten en tener mejores recursos que los competidores. Poseer habilidades y mejores controles, y la más importante: *sus actividades y la manera como alinean sus estrategias.*

Para entender el impacto de las actividades en la posición de ventaja de una organización productora de tecnología, se debe conocer, además, el concepto de cadena de valor. La cadena del valor consiste en el conjunto de

actividades que actúan sobre el valor de un producto o servicio, y se clasifican en actividades primarias y actividades de soporte.



Como se observa en el diagrama anterior, la cadena es igual a la suma de actividades primaria más las actividades de soporte. Cada una de las actividades tiene otra serie de actividades que inciden sobre las primeras. Si alguna de éstas se dificulta, la cadena del valor se verá afectada. Las organizaciones deben velar constantemente porque ninguna de estas actividades se afecte, y garantizar su funcionamiento coordinado.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Investigue acerca de las estrategias de una organización productora de tecnología que mantenga un liderazgo en el mercado. Proporcione razones por las cuales las estrategias aplicadas le permiten mantener el liderazgo.

### 3.1.1 Desarrollo científico y tecnológico

En un mundo cambiante, en el que la globalización se impone, la apertura económica de los países y el creciente avance científico-técnico, hacen la vida

más dinámica. Estar constantemente actualizado y contar con conocimientos, se considera uno de los principales factores del desarrollo económico y social.

Las aplicaciones de la ciencia y la técnica se deben difundir y las empresas deben estar actualizadas con personal capacitado para enfrentar este constante desarrollo de la tecnología. Debe estimular a sus recursos humanos a superarse. Promover e incentivar la innovación tecnológica.

El desarrollo económico de una organización depende de su grado de competitividad, que no es sino la capacidad de innovar y mejorar la base tecnológica de sus procesos. Por ello, el conocimiento se ha vuelto un factor clave. Vivimos en un mundo donde un nivel cultural más elevado es indispensable, porque la base de la producción es dominada por tecnologías sofisticadas que deben ser ejecutadas por el ser humano, y requieren ciertas competencias que deben provenir de la educación formal.

El bien máspreciado no es la infraestructura, dígase máquinas y equipos, sino las capacidades de los individuos para saber utilizarlos creativa, responsable y críticamente. El veloz ritmo de la innovación científica y tecnológica, hace obsoletos, de modo rápido, a los conocimientos y a los procesos. Por tal razón, el individuo debe estar preparado.

El desarrollo científico tecnológico transforma las actividades de la cadena del valor mediante la innovación de los procesos. Las nuevas tecnologías pueden mejorar la coordinación entre las actividades y evitar dificultades como la fragmentación de los procesos de una organización. Esta fragmentación se puede apreciar, con frecuencia, en la relación de la empresa con los proveedores y los clientes. La creación de los sistemas de intercambio electrónico disminuye tal fragmentación, y mejora considerablemente la coordinación entre la empresa, los proveedores y los clientes.

El desarrollo de la ciencia y la técnica permite romper con reglas obsoletas para concebir negocios.

Las bases de datos permiten tener acceso a una gran cantidad de información. Así, la regla: *la información en un solo lugar en un momento dado*, queda obsoleta. Internet y los productos informáticos permiten el acceso a una

cantidad vasta de información *in situ*, y ahorra tiempo en operaciones costosas, e incrementa el nivel de comunicación.

Los sistemas de transporte avanzados permiten tener un mejor suministro de proveedores y, a la vez, una mejor distribución de los productos.

La automatización es uno de los beneficios más reconocidos de las tecnologías de la información, por su condición de sustituir el trabajo manual humano.

La microelectrónica, por su parte, es considerada la base de la revolución tecnológica de la actualidad.

Y la biotecnología es una técnica que trae grandes beneficios a la agricultura, la ganadería, la industria farmacéutica, el ambiente, y a la medicina; asimismo, acarrea grandes riesgos. Por su importancia, se abordará a la biotecnología en el próximo tema.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Realice un estudio en su comunidad y refiera de qué manera ha influido el desarrollo tecnológico sobre la misma. Elabore, para ello, un ensayo de dos cuartillas.

### 3.2 LA BIOTECNOLOGÍA: UNA TECNOLOGÍA DE PUNTA

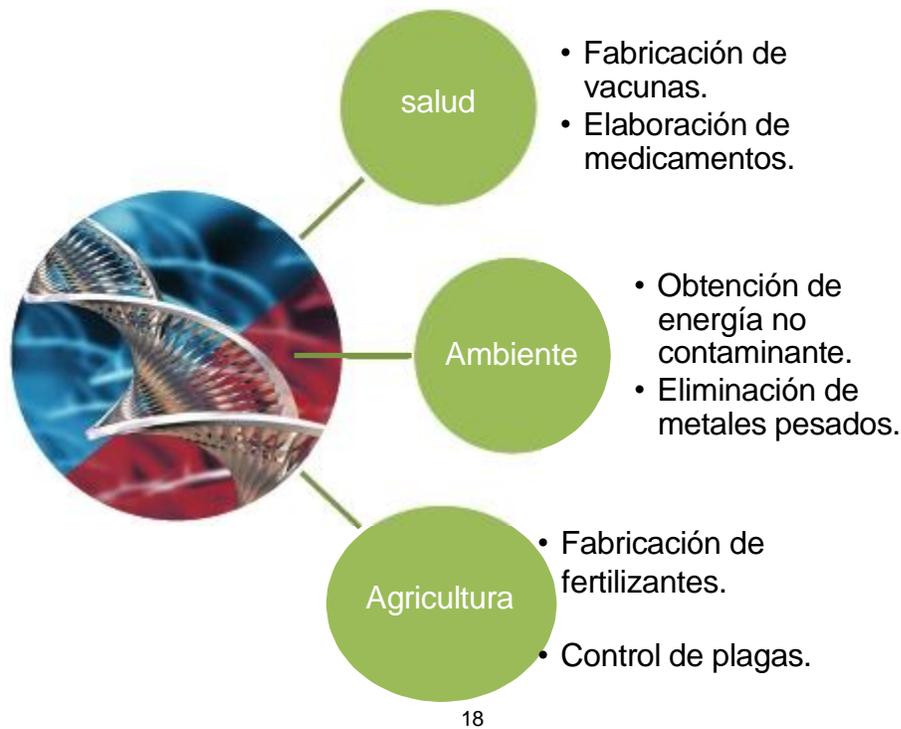
Se comenzará el presente tema definiendo a la biotecnología. La biotecnología es la disciplina tecnológica que se basa en el procesamiento de agentes biológicos para obtener bienes y servicios. La biotecnología es una actividad multidisciplinaria que comprende la aplicación de los principios científicos y de la ingeniería, al procesamiento de materiales por agentes biológicos para proveer bienes y servicios. Los agentes biológicos pueden ser células microbianas, animales, vegetales y enzimas<sup>17</sup>. Se entiende por bienes a cualquier producto industrial relacionado con alimentos, bebidas, productos medicinales, etcétera, y por servicios a los vinculados con la purificación de aguas y tratamiento de efluentes. Esta definición, que es la más conocida y

<sup>17</sup> Tomada de [http://www.biologia.edu.ar/microind/definiciones\\_y\\_areas\\_de\\_aplicacion.htm](http://www.biologia.edu.ar/microind/definiciones_y_areas_de_aplicacion.htm)

aceptada por la mayor parte de los países, fue propuesta por la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD).

Las principales áreas de aplicación de la biotecnología son las siguientes: la salud, el ambiente, la fabricación de alimentos, la agricultura, la ganadería, y la industria, entre otras. En cada una de las ramas mencionadas, la biotecnología ha aportado grandes beneficios, de los cuales se citan algunos por área.

En la fabricación de alimentos se puede citar a la producción de bebidas, enzimas, saborizantes, productos lácteos, entre otros. En el terreno del ambiente, la biotecnología ha tenido importantes aportes, como la descontaminación de las aguas, la eliminación de metales pesados, la obtención de energía no contaminante, la separación selectiva de mezclas de hidrocarburos. En la salud se ha destacado en la fabricación de vacunas y medicamentos. En la agricultura, el control de plagas, la elaboración de fertilizantes, el mejoramiento de los suelos, entre otros. En la ganadería, la creación de nuevas especies resistentes y más productivas. En la industria textil, para la fabricación de lana y seda, y en la industria del papel, la reducción del uso de agentes químicos contaminantes en la etapa de preblanqueo. A continuación se representa, en el siguiente gráfico, una síntesis de las aplicaciones de la biotecnología, la cual, por sus disímiles avances y beneficios, se encuentra como tecnología de punta dentro del mundo actual.



18

### 3.2.1 Historia y características de la biotecnología

La biotecnología es una ciencia antigua, que se ha venido ejerciendo de manera empírica. Es hasta 1919 que el ingeniero húngaro Karl Ereki forjó el término microbiología y con ello se vislumbró una nueva era en la bioquímica. La biotecnología tiene una larga historia que se remonta a la fabricación del yogurt, el vino de uvas, el pan, el queso y la cerveza. El hombre no comprendía por qué ocurrían tales procesos que usaba para su beneficio. Sus procesos de elaboración se constituyen en lo que se conoce como biotecnología tradicional y se caracteriza en la obtención y uso de los productos del metabolismo de ciertos microorganismos.

En los años de 1980 surge la biotecnología moderna, la cual se caracteriza por ocupar técnicas que modifican y transfieren genes de un organismo a otro. Es lo que se conoce como ingeniería genética.

Algunos de los hechos más relevantes de la biotecnología en la historia de la humanidad son, por ejemplo, la aplicación en la agricultura y la ganadería

<sup>18</sup> Imagen tomada de la página <http://www.google.com.mx/search?hl=es&sugexp=kjrmc&cp=4&gs>

desde el Neolítico (7000–3000 a.C.). Se ocupaba el método de rotación de cultivos y la domesticación de animales. La aplicación de la levadura, en Egipto, 4000 (a.C.) para la fabricación del pan. En Sumeria y Babilonia también utilizaron la levadura para fabricar cerveza, 6000 años a.C. En el nuevo continente, las civilizaciones incas podían conservar sus papas mediante la liofilización (1200-1535). Conservaban la carne mediante el salado o charque.

La fabricación de queso, alimentos, bebidas no alcohólicas, o el tratamiento de aguas residuales, fueron otros de los usos empíricos de la biotecnología.

En el siglo XIX, el principio de estos procesos se empezó a conocer. La materia viva podía ser estudiada como materia inanimada. Científicos pioneros de la biotecnología moderna, Leeuwenhoek y Hooke (siglo XVII) describen los “animálculos”, los cuales el hombre no alcanza a divisar, sólo a través de microscopios. Dos siglos después se descubre la importancia de estas minúsculas criaturas en procesos de fermentación y putrefacción. El rol de los microorganismos en tales procesos es demostrado por Louis Pasteur en sus investigaciones realizadas en el siglo XIX.

A finales del siglo XIX comienza la fabricación industrial de productos, como el etanol, el ácido acético, el butanol y la acetona. La “edad de oro de la bacteriología” se desarrolló a finales del siglo XIX con las mejoras en microscopía. La aplicación de las técnicas asépticas, la esterilización y la pasteurización permitieron obtener alimentos con baja o nula presencia microbiana, y la posibilidad de cultivar cada cepa microbiana sin que se mezclaran con otras.

A principios del siglo XX se establecen las bases enzimáticas y metabólicas de la fisiología celular y, por lo tanto, muchos procesos de fermentación. Con el proceso de fermentación continua se logran alcanzar proteínas de células sencillas y vacunas. En 1940 se producen los antibióticos, ácidos orgánicos. En la Segunda Guerra Mundial comienza a producirse la penicilina.

En los años siguientes se continuó avanzando en la producción de antibióticos y en las transformaciones de esteroides y el cultivo de células animales para la producción de vacunas antivirales. En la década de 1960 se perfeccionan los procesos de obtención de metabolitos como nucleósidos, aminoácidos y vitaminas.

Se logró producir, industrialmente, ciertos polímeros microbianos para aplicarse en el campo de la alimentación (como aditivos). En la fabricación de bebidas, almidón, y en los procesos de fermentación.

En la década de 1970 se consolida un conjunto de técnicas de laboratorio que permiten manipular de modo racional el núcleo informativo vital. Estas son técnicas con las que se puede modificar el ADN de acuerdo con objetivos concretos (de ahí el nombre de ingeniería genética).

La llamada tecnología de ADN, la ingeniería genética, se distingue por su capacidad de cortar y empalmar genes o fragmentos de ADN de organismos distintos, creando nuevas combinaciones no existentes en el mundo, las cuales se ponen a trabajar para nuestro provecho.

Los descubrimientos y el constante desarrollo han conducido a esta ciencia a tener una mayor aplicación en el mundo. Las terapias genéticas, la obtención de biocombustibles, biomateriales, fabricación de fertilizantes, o el uso de cultivos genéticamente modificados, son un ejemplo de ello.

Cabe anotar que todas estas aplicaciones, junto con la presión mundial respecto al cuidado del ambiente, han mostrado las limitaciones de la biotecnología tradicional y han dado lugar al nacimiento de una nueva estructura en la biotecnología, la cual se orienta hacia tres áreas tecnológicas fundamentales: biotecnología roja, ésta aborda la aplicación en la medicina; la biotecnología blanca, relacionada con la industria química, y la biotecnología verde, la cual que abarca la agricultura.

Los retos de estas disciplinas son importantes. En un futuro, esta ciencia debe eliminar la dependencia del mundo con el petróleo. Encontrar recursos renovables, y nuevas fuentes de energía y de materias primas para la industria,

y aprovechar las ventajas que ofrece esta tecnología en la calidad de vida de las personas.

### *3.2.2 Tendencias, oportunidades y riesgos*

La biotecnología se alimenta de conocimientos de última generación, los cuales provienen de ramas como la biología molecular, la bioquímica, la bioingeniería, la biología vegetal, la microbiología, entre otras. Su propósito es el uso de éstas para el desarrollo de una tecnología no contaminante.

Su principal tendencia es impulsar la investigación para desarrollar sus aplicaciones en la mejora de nuestras condiciones de vida. Algunas tendencias especiales, según áreas o sectores de la economía o la ciencia, son las siguientes:

En el sector agropecuario se trabaja en la producción de plantas transgénicas. Éstas son más resistentes a las plagas y al cambio climático (sequías, salinidad, metales pesados, etc.) y se adicionan rasgos mejorados, como mayor contenido de proteínas, almidón, aceites y madurez retardada. Se elaboran mapas genómicos de cultivos con el fin de lograr que sean más rápidos y eficientes con respecto a lo tradicional. Se aplican técnicas que controlan el crecimiento y el desarrollo de cultivos, disminuyen los costos de programas de filtro de mejoramiento (por ejemplo, cultivos de tejidos, micro propagación in vitro y filtro mejoramiento dirigido, y no al azar). Se desarrollan los biopesticidas, el control biológico de plagas de insectos, y uso de patógenos generales.

En el sector pecuario se busca aumentar la productividad en la obtención de leche y carnes (utilizando hormonas), en la fabricación de antibióticos, vitaminas y encimas, y en la elaboración de nuevas vacunas.

En el sector de la salud, las tendencias se dirigen hacia la elaboración de insulinas, interferones, fármacos y el desarrollo de vacunas; también hacia la producción de sistemas de diagnósticos. Además, se desarrolla la biología molecular para la comprensión del genoma humano y, con ello, la medicina molecular.

Con respecto a la contaminación ambiental, las tendencias de la biotecnología están dirigidas al tratamiento de aguas residuales, biorremediación, y tratamiento de sólidos y gases, así como la posibilidad de crear una alta diversidad de especies y recursos genéticos.

En este siglo, el mundo moderno enfrenta importantes desafíos. Tendrá que solucionar problemas como la dependencia de los hidrocarburos para producir energía, la contaminación del ambiente (causante del cambio climático), el crecimiento demográfico (que trae como consecuencia la escasez de recursos fundamentales para la vida como son el agua y los alimentos), entre otros. Todos estos problemas demuestran la grave crisis en que se encuentra el planeta. Por lo que la biotecnología es una de las ramas del conocimiento y de la ingeniería, fundamental para dar solución a estos problemas.

El conocimiento alcanzado en estas ciencias biológicas ha permitido comprender aspectos de la medicina y la genética. También ha dado a conocer a los protagonistas o entes principales de procesos biológicos diversos. Se ha comprendido el papel que diferentes organismos realizan para sustentar la vida.

A su vez, en los últimos años de intensa investigación en la biología molecular se han generado propuestas interesantes sobre los orígenes de la vida, sustituyendo a la prevalencia de una visión mística. La complejidad de la biología se convierte, así, en una disciplina rigurosa y predecible, por medio de las ciencias informáticas y el desarrollo de nuevos modelos. Y esta parte le corresponde a la ingeniería, disciplina dedicada a la creación de tecnologías con el apoyo de las ciencias básicas, en este caso, las ciencias biológicas.

Se han acumulado una serie de experiencias fundamentales en las ramas de las ciencias biológicas, las cuales permiten conformar herramientas con las que la ingeniería puede crear una tecnología: la revolución verde o biotecnológica.

Existen varias instituciones que han sido puntal en las revoluciones tecnológicas de los últimos años, como el Massachusetts Institute of Technology (MIT). Varias instituciones han promovido la creación de nuevas

disciplinas biotecnológicas, como las que se representan en la figura 1. Estas instituciones apuestan a logros sin precedentes, como crear seres vivos con funciones específicas al igual que se crea una máquina, o desarrollar edificaciones con características deseadas y controladas. Se proponen la solución de problemas energéticos, médicos, y el desabastecimiento de alimentos y agua.

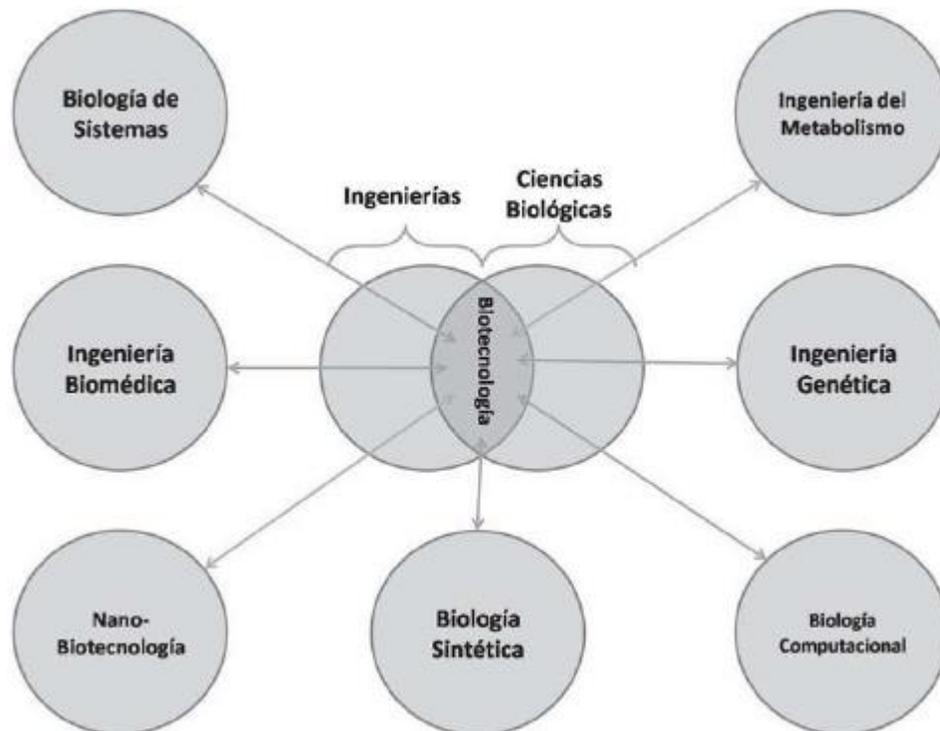


Figura 1.<sup>19</sup>

Se puede apreciar que la biotecnología ofrece a la humanidad significativas oportunidades para solucionar problemas que inciden sobre la calidad de vida. Sin embargo, esta fabulosa tecnología, de no ser administrada y aplicada correctamente, podría causar grandes desastres con peligro para la ecología, el ambiente y la propia vida del ser humano, por lo que a continuación se señalarán una serie de riesgos derivados de la biotecnología.

<sup>19</sup> Figura tomada de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=40215495013>

*Riesgos para el medio:* mecanismos creados por la biotecnología, como la polinización cruzada, pueden dar lugar al desarrollo de malezas que afectan el ecosistema. El uso de cultivos modificados genéticamente, con genes productores de toxinas, los conocidos insecticidas, también afectan al ecosistema, pues otras especies pueden hacerse resistentes transmitiéndolos a otros cultivos y especies. La expansión de los cultivos transgénicos amenaza la diversidad genética por la eliminación de los sistemas de cultivos naturales y la promoción de la erosión genética. Entre los riesgos que afectan al ser humano, se pueden mencionar las transferencias de toxina de una forma de vida a otra, la creación de toxinas o de compuestos alérgicos. Otro riesgo son los laboratorios de investigación, en donde si llegasen a fallar los sistemas de seguridad, los virus y bacterias modificadas pueden salir al medio y causar grandes desastres.

Los efectos en la salud pueden producirse a raíz de alimentos cultivados que han sido modificados genéticamente y que sean suministrados a la persona incorrecta; por ejemplo, los alimentos con un alto contenido de hierro digerible, pueden hacerle bien a un consumidor que tenga deficiencia de hierro, pero a otra persona le puede provocarle alergia.

Para prevenir el correcto uso de esta tecnología, se han creado distintas organizaciones y leyes que rigen esta actividad mundialmente, de las cuales se mencionan dos como ejemplo: la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), y la OMS (Organización Mundial de la Salud). También se ha creado una nueva rama de la biotecnología, la bioseguridad, la cual se encarga de estudiar los riesgos y maneras de prevenirlos.

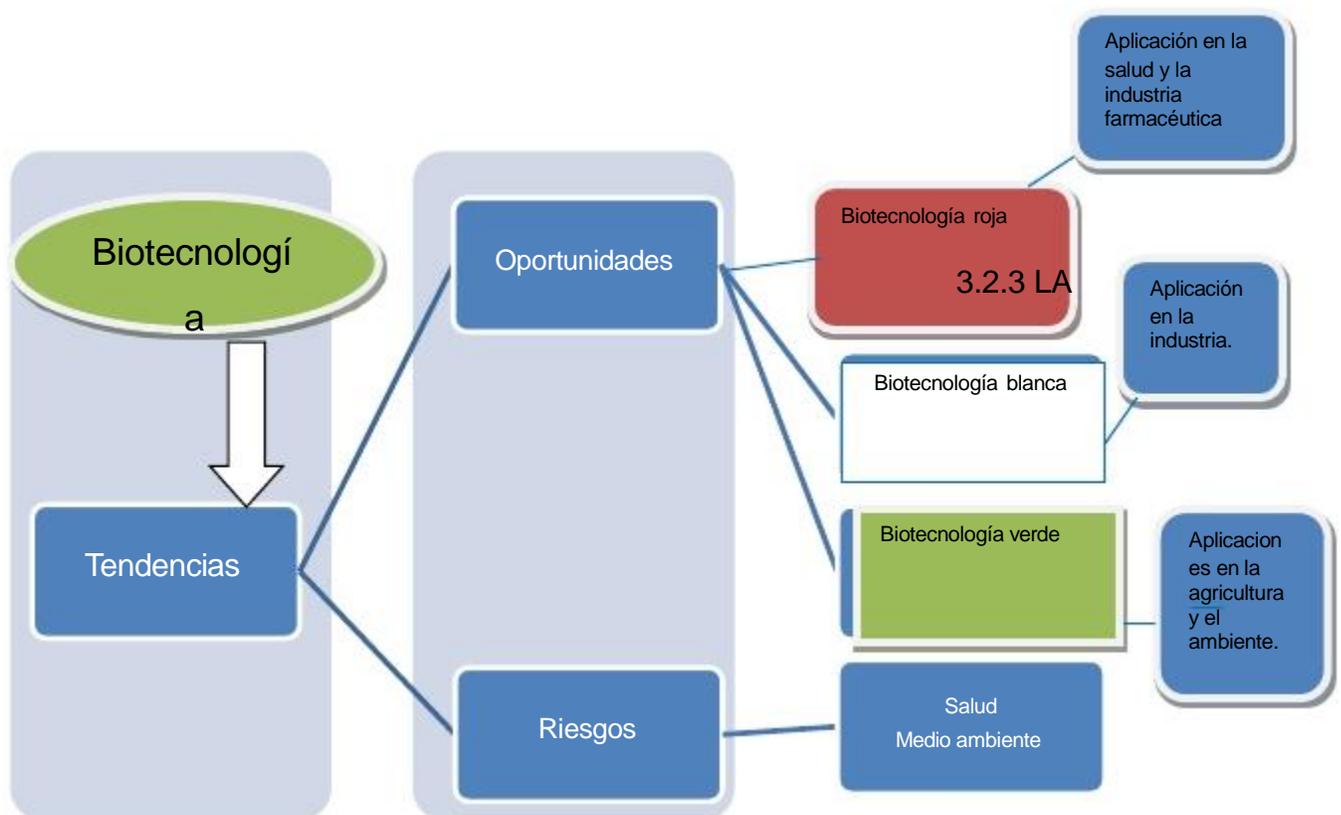
En México se han tomado medidas para prevenir estos riesgos, como la implantación de leyes y la creación de organismos que rigen el comportamiento de la biotecnología y la bioseguridad, a saber:

- Modificación de la Ley de Propiedad Industrial.
- Creación de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados.

Organismo que rigen la biotecnología en México:

- i. La SERMANAT.
- ii. LA SAGARPA.

A continuación, en el siguiente gráfico, se hace un breve resumen de este apartado:



### 3.2.3 Biotecnología en México

México debe y deberá enfrentar grandes retos para atender la creciente demanda de alimentos seguros y nutritivos, medicamentos, servicios de salud modernos y eficientes, debe resolver el gran problema que significa para el país la contaminación ambiental, el cuidado de la biodiversidad, y crear industria con procesos tecnológicos limpios y productos competitivos. El Gobierno y la

sociedad mexicana deberán hacer frente a todo esto, con el uso de la capacidad intelectual y tecnológica con la que cuenta el país, y la biotecnología es una herramienta fundamental para tales fines.

El campo de la biotecnología, México ha acumulado gran experiencia. Esto lo demuestra la participación de dos científicos mexicanos, los doctores Francisco Bolívar Zapata y Luis Herrera Estrella, quienes han diseñado bacterias de plantas transgénicas.

El país ha acumulado gran experiencia en el campo de la biotecnología tradicional y cuenta con importantes centros de investigación y formación de profesionales del más alto nivel. No obstante, la aplicación en la fase industrial y comercial ha sido muy limitada en comparación con países como Dinamarca, Holanda, Corea del Sur, o Brasil, entre otros.

Atendiendo a lo anterior, la Secretaría de Economía y la Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología, en la pequeña y mediana empresa (FUNTEC), han considerado llevar a cabo un estudio que proporcione un diagnóstico sobre la situación actual de la biotecnología.

El estudio incluye datos históricos y el estado de la biotecnología en México, tanto en el sector académico y de investigación, como en los sectores productivos, de servicios y comercialización. Con el resultado se trazarán estrategias para fomentar el crecimiento, generar oportunidades de negocio y definir políticas públicas para la creación y desarrollo de la industria biotecnológica en México, así como mejorar los procesos, productos y servicios existentes en biotecnología.

Este estudio abordará, además, la creación de servicios tecnológicos para el desarrollo de la biotecnología, así como programas gubernamentales de apoyo al desarrollo científico.

A continuación se muestran algunos datos extraídos del informe publicado por la Secretaría de Economía<sup>20</sup> en el resumen ejecutivo titulado “Situación de la Biotecnología en México y su Factibilidad de Desarrollo”:

---

<sup>20</sup> Tomado de  
<http://www.economia.gob.mx/swb/work/models/economia/Resource/2278/1/images/RESUMENEJECUTIVOPARTE2.pdf>

1. El Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología fue de 0.74 por ciento del PIB para 2004, nivel que se ha mantenido en años recientes.
2. En el año 2007, México reportó un porcentaje de 0.46% del PIB correspondiente al Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE).
3. En el caso del número de investigadores como porcentaje de la Población Económica activa, México ocupa uno de los últimos lugares de los países en vías de desarrollo, con 2.2%.
4. La producción mexicana de artículos científicos ha mostrado un crecimiento consistente en los últimos años. En 2006 (0.75%), México supera solamente a Argentina (0.58%) y Chile (0.34%), pero aún está muy por debajo del líder, Estados Unidos (32.3%), y de países como España (3.45%), Corea del Sur (2.64) y Brasil 1.92%.

En México se desempeñan aproximadamente 3 100 investigadores en las áreas de biotecnología y biociencias aplicadas, agrupados en 185 programas. Existen siete posgrados de investigación en los que se desarrolla investigación científica y formación de maestros o doctores en ciencias. Sólo 1000 de ellos se dedican de tiempo completo a la biotecnología como actividad principal.

De acuerdo con el informe de la Secretaría de Economía (de Carlos Casas, 1960, creador de la patente),<sup>21</sup> en México se han desarrollado patentes que comprenden desde procesos de biotransformación; hasta procesos de estabilización microbiológica y depuración de alimentos de uso animal.

---

<sup>21</sup> Tomado de la pagina  
<http://www.economia.gob.mx/swb/work/models/economia/Resource/2278/1/images/RESUMENEJECUTIVOPARTE2.pdf>

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Analice la siguiente noticia:<sup>22</sup>

El gusano telarañero que vive en los cultivos de aguacate tiene la capacidad de enrollar sus hojas atrapando al fruto para formar una telaraña a su alrededor, lo que seca el producto y ya no se le puede consumir o exportar. Además esa plaga perfora la fruta y se alimenta de ella.

‘Propusimos el desarrollo de un insecticida biológico, biodegradable en el ambiente, no causa ningún daño, aunado a que el fruto pueda ser exportado sin ningún pretexto. Por ello, nos dimos a la tarea de buscar bacterias endémicas de la región de Michoacán y Nayarit, zonas productoras de aguacate para ver si encontrábamos alguna que fuera eficiente y controlar al gusano telarañero’, explicó.

Como en México no se encontraron bacterias tóxicas para el gusano, la investigadora del CBG recurrió a una cepa de colección (que fue aislada por otra persona y en otro país), llamada *Bacillus thuringiensis* que tiene un alto grado de toxicidad contra este insecto, y con este principio activo se desarrolló una formulación cuyo resultado es un insecticida biológico completamente biodegradable con el que —a nivel experimental en cultivos de este fruto— pudo controlarse la plaga.

Mencione qué área de aplicación de la biotecnología se pone de manifiesto en esta noticia y qué riesgos podrían desprenderse de un mal uso de esta técnica. Argumente en una cuartilla.

### 3.3 LA ENERGÍA: BASE FUNDAMENTAL DE LA TECNOLOGÍA

El sector energético se considera estratégico en la economía globalizada. La energía, al igual que el agua, los alimentos o la vivienda, se ha convertido en un

---

<sup>22</sup> Tomada de: <http://www.informador.com.mx/tecnologia/2011/267580/6/desarrollan-control-biologico-para-plaga-de-aguacate.htm>

elemento de primera necesidad debido a que los avances tecnológicos generalmente funcionan con ella.

Por el crecimiento demográfico de la población, se hace necesario el uso racional de la energía y la búsqueda de nuevas formas de la misma y que no sean las tradicionales energías no renovables, las cuales ya se están agotando.

En este apartado se abordará la importancia de la energía y su estrecha relación con la tecnología. Como punto de partida se mencionarán las distintas fuentes de energía, las cuales, de acuerdo con su naturaleza, se dividen en renovables y no renovables. A continuación, en la siguiente tabla 1, se ubican las diferentes fuentes de energía:

**Tabla 1.**

Fuentes de energía no renovable	Fuentes de energía renovable
Carbón	Energía eólica
Centrales nucleares	Energía geotérmica
Gas natural	Energía hidráulica
Petróleo	Energía mareomotriz
	Energía cinética
	Biomasa
	Gradiente térmico oceánico
	Energía azul
	Energía termoeléctrica generada por termopares
	Energía nuclear de fusión

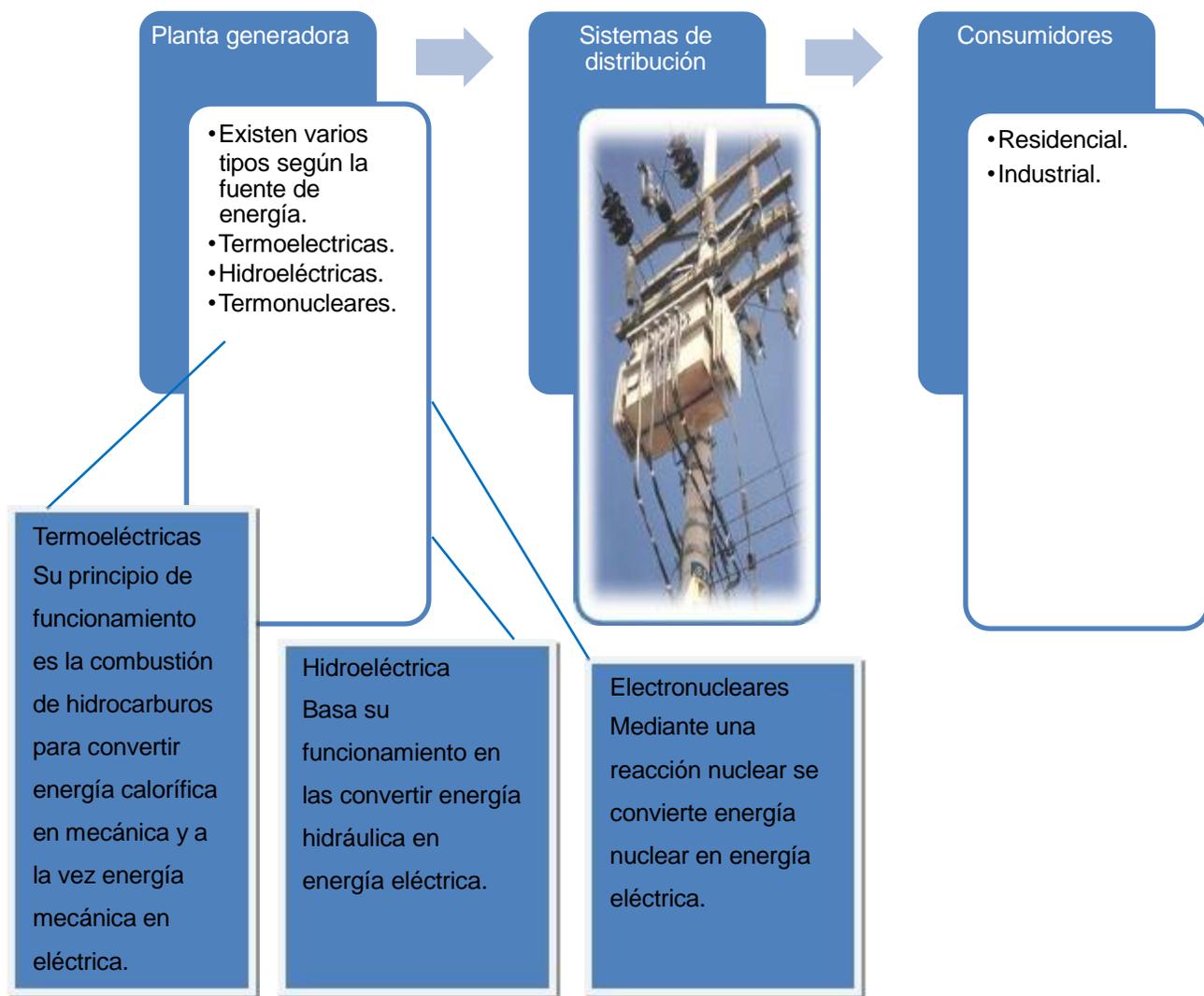
Para una mejor comprensión, se verá cómo se convierte la energía en trabajo útil mediante el uso de la tecnología. Véase la imagen que se muestra a continuación.

Figura 2.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> Imagen tonada de la página <http://www.google.com.mx/imgres?q=trapiches+para+moler+caña>



En esa época, el ser humano, de manera rústica, convertía energía animal en energía mecánica con el propósito de moler caña. Esto fue uno de los principios de la utilización de la energía en función del beneficio del hombre. Esta técnica evolucionó y el desarrollo tecnológico creó nuevas maneras de convertir energía, como la conversión de energía térmica en mecánica, energía mecánica en energía eléctrica y viceversa, energía solar en energía eléctrica, energía nuclear en energía mecánica. Con sus avanzados sistemas de generación y distribución, en el siguiente gráfico se muestra el ciclo de la energía eléctrica desde que se produce hasta que se consume.



Con este esquema se representa el ciclo de la energía, desde que se produce hasta que se consume, y los factores que intervienen en el proceso por lo que se analizarán los factores que ponen en peligro este ciclo. Se puede decir categóricamente que el ciclo se pone en peligro con el aumento de la demanda y el consumo de fuentes de energías no renovables que tienden a terminarse. En la siguiente grafica<sup>24</sup> se observa el aumento progresivo del consumo de fuentes de energía no renovable, por lo que se debe priorizar la producción de nuevas tecnologías capaces de satisfacer las crecientes demandas, con energías renovables.

<sup>24</sup> Tomada de la pagina <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/143.htm>

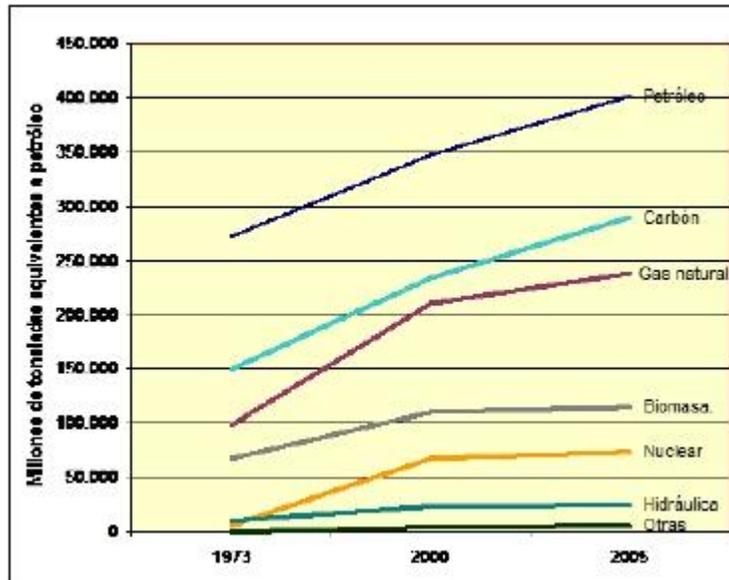


Figura 3. Evolución del consumo de energía a escala mundial.

### 3.3.1 Nuevas fuentes de energía

Como se pudo apreciar en la tabla No. 1, existen diversas fuentes energéticas. Algunas son conocidas desde la antigüedad y retomadas en la actualidad. La energía hidráulica (desarrollada en el siglo pasado), resurge y produce electricidad a gran escala. También está la energía geotérmica y la energía de las mareas, la cuales no son explotadas industrialmente a gran escala, al igual que la eólica, la solar y la “verde”; aún no cuentan con grandes avances, pero desde hace 10 años empezaron a aplicarse de manera experimental con importantes logros.

En la actualidad, se reconoce que el uso de las energías renovables representa 13% del total de la energía consumida en el mundo, de lo que 2,2% corresponde a la energía hidráulica, 10% a la biomasa y 0,5% al resto, y que incluye a la energía eólica, la solar y la geotérmica.<sup>25</sup> No obstante, esto no cumple aún las expectativas para la sustitución del uso de energía no renovable.

<sup>25</sup> Cfr. <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/143.htm>

En tanto que la energía hidráulica se usa por medio de centrales hidroeléctricas, las cuales se dividen en tres: centrales de agua fluyente, centrales de embalses, y centrales de bombeo.

En la década de 1980, nuevas técnicas permitieron el uso de la energía eólica para la generación de electricidad. Se crearon parques eólicos, éstos se encuentran, por citar algunos, en extensas zonas del oeste de los Estados Unidos de América y en países de Europa, como Alemania y España. A continuación se muestra, en la siguiente imagen,<sup>26</sup> la representación de un parque eólico.

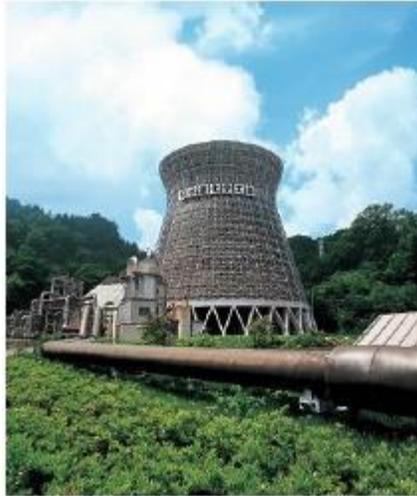


La energía geotérmica se produce a partir de los depósitos de vapor existentes en zonas volcánicas. La temperatura que está entre los 150 grados produce vapor, éste puede ser enviado directamente a una turbina acoplada a un alternador para producir energía eléctrica. En la imagen siguiente<sup>27</sup> se muestra una planta productora de energía eléctrica, la cual usa energía geotérmica.

---

<sup>26</sup> Figura tomada de la página: <http://www.google.com.mx/imgres?q=parques+eólicos>

<sup>27</sup> Figura tomada de la página: <http://www.google.com.mx/imgres?q=la+energía+geotérmica&um>



Por otro lado, la energía solar es limpia y abundante; pero desigualmente repartida en la superficie de la tierra. En general se divide en dos tipos de usos: para la obtención de agua caliente y, mediante intercambio iónico, de manera similar al sistema utilizado en los frigoríficos de agua fría. Por otra parte, la luz solar se puede transformar directamente en corriente eléctrica. La imagen siguiente<sup>28</sup> muestra un panel solar.



La biomasa y el biogás, llamada energía verde, se distinguen por dos líneas de obtención de combustibles bien conocidas, las que provienen de los

---

<sup>28</sup> Imagen tomada de la página <http://www.motordehidrogeno.net/cursos-de-tecnico-en-instalaciones-de-energia-solar-fotovoltaica>.

azúcares y las procedentes de los aceites. Éstas son usadas con gran éxito como combustible automotor en la generación de gas para uso doméstico.

Se ha hecho un resumen de todas las fuentes de energía renovable y sus variantes de uso en la generación de energías. A continuación, como ejemplo, se muestra en la tabla 2<sup>29</sup> el uso de los recursos renovables en Europa.

Países	Total renovables*	Hidráulica		Eólica	Biomasa	Solar	Geotérmica
		sin bombeo	por bombeo				
Bélgica	2.630	288	1.316	227	2.114	1	
Bulgaria	4.339	4.337	393	2			
Chequia	3.141	2.380	657	22	739		
Dinamarca	10.619	23		6.614	3.982		
Alemania	64.662	19.581	7.136	27.229	16.570	1.282	
Estonia	97	22		54	21		
Irlanda	1.873	631	344	1.112	130		
Grecia	6.406	5.017	593	1.266	122	1	
España	43.963	19.553	3.470	21.219	3.114	78	
Francia	58.288	52.285	4.705	963	5.181	15	
Italia	49.751	36.067	6.860	2.344	5.985	31	5.324
Chipre	1						1
Letonia	3.414	3.325		47	42		
Lituania	458	451	369		7		
Luxemburgo	239	93	783	53	75	18	
Hungría	1.929	203		10	1.716		
Malta							
Holanda	8.918	88		2.067	6.729	34	
Austria	39.578	35.874	2.738	1.328	2.034	14	
Polonia	4.166	2.201	1.577	135	1.830		
Portugal	8.555	4.731	387	1.773	1.977	3	71
Rumania	20.213	20.207			6		

<sup>29</sup> Tabla tomada de la página: <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/143.htm>

Eslovenia	3.575	3.461			114	
Eslovaquia	4.645	4.638	103	7		
Finlandia	23.564	13.784		170	9.607	3
Suecia	82.045	72.808	2.930	936	8.301	
Reino Unido	17.497	4.922	2.930	2.904	9.646	8
Croacia	6.347	6.333	105		14	
Macedonia						
Turquía	39.748	39.561		59	34	94
Islandia	8.681	7.019			4	1.658
Noruega	136.681	135.796	775	506	379	
Suiza	33.351	31.226	1.860	8		

**Tabla 2.**

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Mencione cuatro tipos de fuentes de energía renovable, y explique sus principios.

### 3.4 LA INFORMÁTICA

La informática es la tecnología que abarca el tratamiento automático de la información e utiliza elementos electrónicos y sistemas computacionales. Es considerada como el procesamiento de la información de manera automática.

El programa almacenado en una computadora es una serie de órdenes, traducidas en un lenguaje lógico, que indican qué debe realizar para obtener un resultado. Aunque la palabra computadora hace pensar en cálculos matemáticos, en realidad sólo una pequeña parte de las instrucciones es capaz de interpretar y ejecutar todas las operaciones aritméticas básicas. Las computadoras no son simples máquinas de cálculos, sino máquinas lógicas que procesan información, que organizan, y establecen un orden. Por tal motivo, en Francia se les dio el nombre de ordenadores, y a la computación se le conoce como informática.

Para que este proceso pueda realizarse los sistemas informáticos deben realizar res tareas básicas: Entrada: captación de información digital, proceso: tratamiento de la información, salida: trasmisión de resultados binarios.

#### *3.4.1 Aplicaciones en la ingeniería*

La informática puede aplicarse en diferentes sectores de la sociedad, y hoy en día tiene aplicación universal. Por ejemplo, en la gestión de negocios, almacenamiento y consulta de información, monitorización y control de procesos, robots industriales en las comunicaciones, control de transporte entre otros.

En la ingeniería, las aplicaciones son numerosas. Se puede apreciar desde la posibilidad de realizar un plano arquitectónico (tecnologías de diseño), control automático de la maquinaria industrial (procesos productivos), análisis financieros (contabilidad), la toma de decisiones, e incluso las propias ventas de los productos terminados. La informática también juega un papel importante en las investigaciones científicas, sobre todo en la bioinformática. Por lo que no cabe duda que en la ingeniería del presente, la informática se ha convertido en una herramienta fundamental.

### **ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE**

Mencione dos aplicaciones de la informática en la industria, y qué beneficios ofrece. Exponga el tema en dos cuartillas.

#### *3.4.2 Sistemas y simulación*

La terminología sistema se utiliza en bastantes ocasiones en diversas tecnologías, reiteradamente para identificar las partes y la dinámica de un fenómeno que se pretende entender, analizar o diseñar, desde el punto de vista de una o varias disciplinas. Un sistema es una agrupación de factores que se relacionan para lograr un objetivo; por ejemplo, en ingeniería industrial con frecuencia se estudian sistemas industriales, como la cadena de suministro, la

cual consiste en considerar a la materia prima, los recursos humanos y el capital, organizados para producir y distribuir mercancías o servicios.

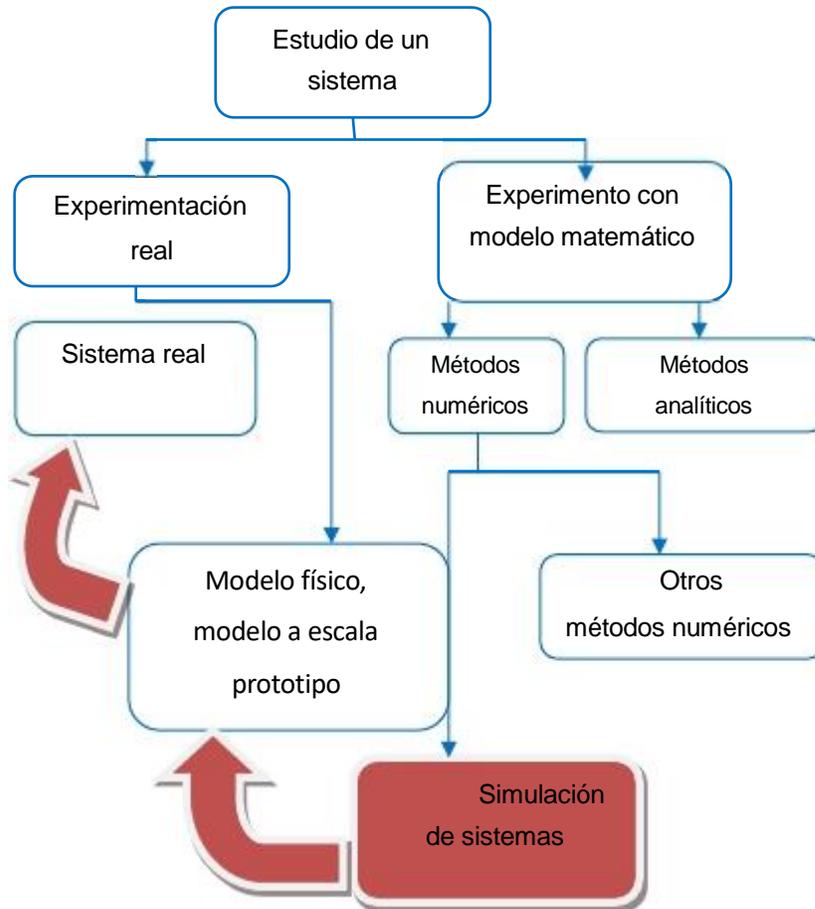
Desde edades muy tempranas, el ser humano intenta comprender los sistemas naturales mediante la experimentación con sistemas reales. La búsqueda de conocimientos condujo a desarrollar, primero, modelos físicos de sistemas que permitieran llevar a cabo experimentos controlados y, en seguida, establecer teorías y modelos matemáticos que pudieran explicar y predecir el comportamiento de los sistemas, tanto los ya existente, como de los que no se han desarrollado.

Sin embargo, cuando se desea estudiar un sistema con detalle, a menudo se deben considerar variables cuyas relaciones no son fáciles de resolver, como encontrar una situación analítica del modelo matemático, en tal caso, todavía el modelo puede ser útil para estudiar un sistema, pues para este propósito se han desarrollado métodos numéricos que permiten calcular, por medio de una computadora, el valor de las variables de desempeño, dando valores particulares de las variables de control. Esto conllevó el uso de sistemas simulados, aquéllos en los que se tratan de representar las condiciones de los sistemas reales.

Dentro de los métodos numéricos que se usan para estudiar un sistema, la simulación tiene una característica especial de que el modelo que se ocupa, trata de imitar el comportamiento del sistema en estudio. Con el objetivo de calcular, con ayuda de la computadora, el valor de las variables a las respuestas del sistema, véase el siguiente diagrama<sup>30</sup> en el que se muestra el método numérico para estudiar un sistema aplicando la simulación.

---

<sup>30</sup> Tomado de Omar Romero Hernández, David Muñoz Negrón, y Sergio Romero Hernández, *Introducción a la ingeniería Industrial. Un enfoque Industrial*, p. 276.



De acuerdo con Omar Romero Hernández,<sup>31</sup> David Muñoz Negrón y Sergio Romero Hernández, un experimento por simulación es un experimento virtual con muchas ventajas sobre el experimento real, entre las que se pueden mencionar:

- Se puede simular el comportamiento de un sistema, por lo que es menos costoso que el experimento real.
- El costo relevante en la experimentación por simulación es el desarrollo y validación del modelo, y se pueden simular muchos experimentos con costos adicionales relativamente bajos.

<sup>31</sup> Omar Romero Hernández, David Muñoz Negrón y Sergio Romero Hernández, *Introducción a la ingeniería Industrial. Un enfoque Industrial*, p. 278.

- Se puede simular el comportamiento de sistemas que no existen, por lo que la simulación es una herramienta muy útil para el diseño de prototipos y nuevos sistemas.
- La experimentación real puede entorpecer la operación normal del sistema, pues la realizan seres humanos y cabe la posibilidad de la equivocación

Los modelos de simulación se pueden clasificar en modelos estáticos y modelos dinámicos. Un modelo estático se utiliza para estudiar un sistema en un instante particular, en tanto que en el modelo dinámico se estudia la evolución de un sistema en el tiempo.

Entre los modelos estáticos más importantes se encuentran los que aplican el método del elemento finito para evaluar numéricamente sistemas cuyas variables obedecen a ecuaciones diferenciales parciales; entre las aplicaciones del método del elemento finito se representa el análisis estructural. Entre los lenguajes más conocidos para aplicar este método están los siguientes: ALGOR, ANSYS, IMAGES-3D, MSC/NASTRAN y STARDINE.

Los modelos dinámicos más usados en simulación son el de dinámica de sistemas y el de evento discreto. En la simulación de dinámica de sistema, se modela el cambio de variable en el tiempo por medio de ecuaciones diferenciales ordinarias; es por tal razón que los métodos numéricos que se aplican son de integración numérica. Sus lenguajes más conocidos son DYNAMO y CSSL, esta simulación se conoce también con el nombre de simulación continua.

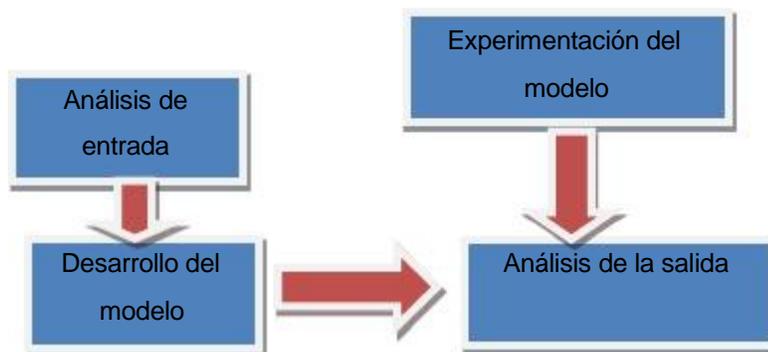
En la simulación de evento discreto se modelan sistemas cuyas variables de estado no cambian continuamente en el tiempo; para más precisión, el estado del sistema sólo cambia en instantes espaciados del tiempo, y debido a la ocurrencia de algún evento. Por ejemplo: el inventario de un almacén solo varía cuando el envío de mercancía aumenta o disminuye. La simulación en un almacén corresponde a un evento discreto. Este tipo de simulación ha encontrado diversas aplicaciones en administración de operaciones de las

empresas, pues se ocupan para analizar políticas de inventarios, programación de tareas, desempeño de cadenas de suministros, política para la programación de vehículos, entre otras. Dentro de los lenguajes de simulación más usados en el evento discreto se encuentra SIMAN, GPSS, SINSRIPT y SLAM.

Los lenguajes de simulación facilitaron la aplicación de herramientas de diseño, pero tienen el inconveniente de que su uso requiere un alto nivel cultural. Por lo que se tiene que invertir en la capacitación. En los años de 1990 con las ventajas de las computadoras personales y de los sistemas operativos con base en ventanas, los lenguajes de simulación se almacenan en paquetes con ambientes de graficación e interactivos que facilitan el desarrollo de modelos de simulación y que permiten la animación de los mismos.

Su desarrollo ha sido tal que la conocida simulación estocástica permite modelar la incertidumbre que existe en alguna de las fases de un sistema que se investiga. Esto es de gran utilidad para modelar sistemas, ya que la incertidumbre está presente en bastantes situaciones de la vida. La incertidumbre puede cuantificarse utilizando el concepto *probabilidad*. Los elementos de un modelo de simulación que se generan por medio de alguna distribución de probabilidades, son llamados componentes aleatorios del modelo. Es por ello que se denomina estocástico.

Pasos para estudiar un sistema por medio de simulación estocástica:



- **Análisis de entrada:** consiste en seleccionar las partes del modelo y los parámetros del mismo.
- **Desarrollo de modelo:** consiste en instalar en computadora el modelo básico de simulación, el cual refleja el sistema que se desea analizar.
- **Experimento con el modelo:** diseñar y producir acciones experimentales que logren recopilar las conclusiones relacionadas con la investigación.
- **Análisis de salida:** consiste en analizar la información obtenida de la experimentación, con el modelo para establecer conclusiones estadísticas.

Simulación con Excel y VBA: hoy en día se pueden desarrollar modelos de simulación estocásticas en hojas de cálculo de Excel, este sistema permite al usuario utilizar generadores eficientes de variables aleatorias, así como automatizar fácilmente la experimentación por simulación.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Investigue en el área de la aeronáutica, y describa uno de sus experimentos simulados. Mencione las ventajas de la simulación en la realización de tal experimento. Desarrolle este tema en tres cuartillas.

### *3.4.3 Automatización*

La automatización hoy en día es la aplicación de la tecnología en los procesos de producción de la industria con el objetivo de hacer más eficiente el trabajo en la industria, sustituyendo con tecnología lo que antes hacía la persona.

Automatización es el control automático acompañado de la informática. Un enfoque industrial plantea que la automatización es un paso que trasciende la mecanización. Sus principales aportes al desarrollo industrial son los siguientes:

- Sustitución del trabajo humano en tareas peligrosas.
- Humanización del trabajo.
- Incremento de la producción.
- Reducción de los costos.
- Mayor calidad en productos y servicios.
- Elevación del nivel cultural de la masa trabajadora.
- Elevación de la seguridad industrial.
- Mejores resultados económicos.

Un pensamiento usual es que la automatización viene acompañada del desempleo; pero en realidad son empresas que no toman en cuenta el hecho de que el mayor valor de éstas, son sus recursos humanos.

La automatización como toda disciplina se vale de una serie de herramientas para su desempeño, a saber:

- La tecnología informática.
- Instrumentación.
- Control de movimiento.
- Sistemas de simulación.
- Sistemas de comunicación
- Dispositivos electrónicos.
- Robótica.

### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Seleccione una organización y describa en dos cuartillas de qué manera incide la automatización sobre el producto o el servicio final que ofrece.

## AUTOEVALUACIÓN

1. Enlace los siguientes conceptos con el proceso correspondiente.

1) Biotecnología

a) Una industria va a lanzar un nuevo producto y requiere conocer de antemano si tendrá demanda. Así como las posibles pérdidas o ganancias.

2) Informática

b) En las costas del pacífico mexicano se ha detectado una zona donde predominan fuertes vientos. Se decide instalar un parque eólico.

3) Automatización

c) Se decide en una industria de fundición de metales la compra de pirómetros para controlar las temperaturas de los hornos según los metales a fundir.

4) Simulación

d) Una cadena de tiendas de autoservicio decide montar un sistema que sea capaz de informar la situación de las ventas y entrada de mercancía en bodegas. El objetivo es la disponibilidad inmediata de esta información.

5) Energías renovables

e) En el estado de Chiapas se ha detectado en los campos de maíz una

plaga que está afectando el cultivo, se decide utilizar un inserto para contrarrestar la plaga.

2. Las reservas de hidrocarburos se están agotando por el uso indiscriminado de los mismos. De las siguientes acciones a ejecutar, marque la correcta.

Argumente.

a) Instalar sistemas automáticos para saber la cantidad de hidrocarburos que se extrae diario.

b) Realizar una simulación para conocer cómo se comportará la demanda en tres años.

c) Construir sistemas que generen energía renovable como paneles solares, uso de biocombustibles y parque eólicos.

## Repuestas

1.

a) 1e

b) 2d

c) 3c

d) 4a

e) 5b

2.

Inciso C, porque la producción de energía renovable es energía que no se agota ni contamina.

## UNIDAD 4

### INGENIERÍA DE SISTEMAS

#### OBJETIVO

El estudiante conocerá los principios de la teoría de sistemas para lograr una comprensión de su uso como herramienta de los ingenieros industriales en la toma de decisiones sobre proyectos ingenieriles.

#### TEMARIO

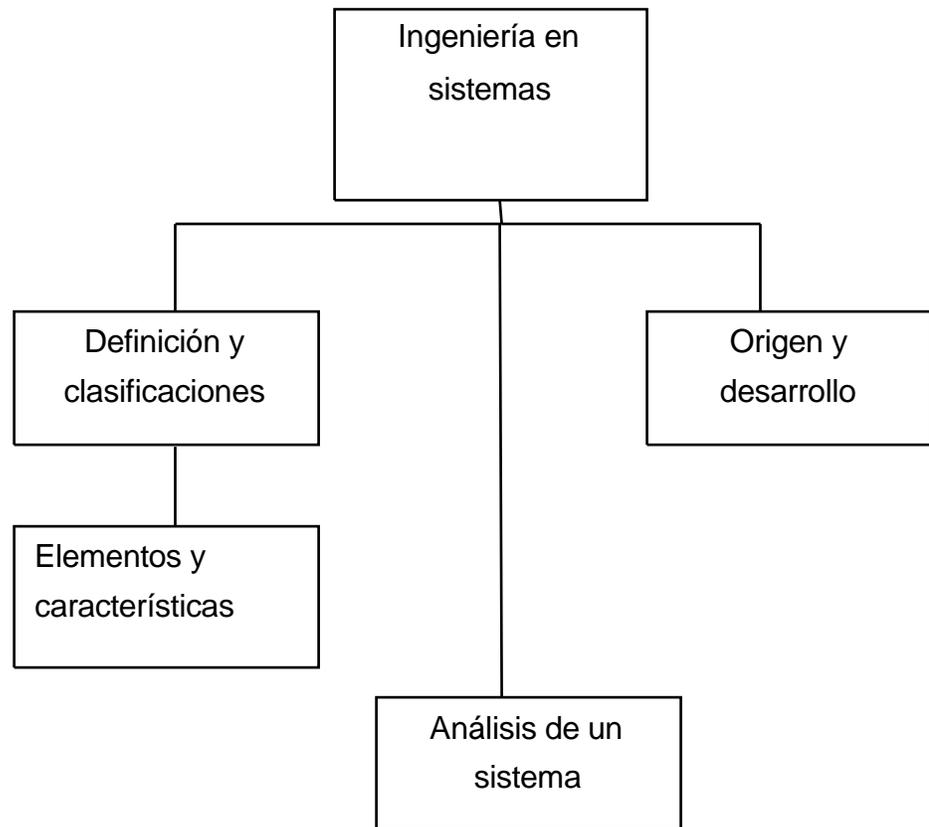
4.1 ORIGEN Y DESARROLLO

4.2 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIONES

4.3 ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS

4.4 ANÁLISIS DE UN SISTEMA

## MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

En esta Unidad se aborda una de las ramas de la ingeniería que se constituirá en una de las herramientas más útil para el ingeniero industrial, en su quehacer profesional.

La ingeniería de sistemas ha retomado los principios básicos de la teoría de sistemas. Ésta consiste en la búsqueda de reglas de valor general que pueden utilizarse en cualquier sistema. Se destaca que los sistemas son módulos ordenados de partes, las cuales se encuentran interrelacionadas y actúan entre sí.

Entre los principios de la teoría de sistemas, se utilizarán los mismos conceptos, para describir los rasgos principales de sistemas desiguales. Se busca en todo momento, leyes generales que permitan explicar la dinámica de cualquier sistema y describan la realidad. La teoría de sistemas tiene un objetivo dinámico, multifuncional y disciplinario.

#### 4.1 Origen y desarrollo

La teoría general de sistemas parece tener sus orígenes en Alemania con los trabajos del biólogo alemán Ludwig von Bertalanffy.

La primera publicación, sobre teoría de sistemas, fue hecha en 1950 por Melvinj Kelly. En aquel entonces, Kelly era director de los laboratorios de la Bell telephone, suplente de investigación y desarrollo de la compañía AT&T. Ésta jugó un papel determinante en el nacimiento de la ingeniería de sistemas debido a la imperiosa necesidad de desarrollar redes telefónicas. La gran complejidad de la formación de redes fueron los pilares para la aplicación, por primera vez, de esta disciplina. Así, en 1943, se unieron los departamentos de ingeniería de conmutación e ingeniería de transmisión con un nuevo nombre: Departamento de Ingeniería de Sistemas. De acuerdo con Arthur D. Hall,<sup>32</sup> la fusión de la ingeniería de sistemas se había estado ejecutando desde muchos años atrás, pero su reconocimiento formal, como entidad organizativa, generó mayor interés en la organización.

En 1950 se realizaba el primer curso de posgrado sobre esta disciplina en el Massachusset Institute Technology (MIT) y sería el propio Hall el primer autor de un tratado completo sobre la especialidad. Para Hall, la ingeniería de sistemas es una tecnología en la que el conocimiento de la investigación se traslada a aplicaciones que satisfacen necesidades humanas por medio de una secuencia de planes y programas de proyectos.

Hall definiría esta nueva tecnología como una matriz tridimensional de actividades, en la cual sus ejes representan las siguientes tareas:

- La dimensión temporal: es la parte característica del trabajo del sistema, desde la idea inicial hasta su retirada.
- La dimensión lógica: se compone de los pasos a seguir desde la definición hasta la planificación de acciones del problema.
- La dimensión del conocimiento: consiste en el conocimiento especializado de las diversas profesiones y disciplinas.

---

<sup>32</sup> Rodrigo D López G y Luis C. Torres S., *Teoría de los sistemas*, p. 14.

A finales de los años 1960 se comienza a usar el término de ingeniería en sistemas. Desde el momento en que compañías como IBM lo designaron como un cargo laboral, se seleccionó personal de diversas formaciones profesionales. Estos profesionales fueron capacitados en el conocimiento de los equipos y tecnología de la empresa. Posteriormente este personal asesoraba respecto a cómo estos productos podían satisfacer las necesidades de procesamiento de información en grandes y pequeñas empresas, lanzando un producto novedoso al mercado, el cual tuvo gran éxito.

En el año 1969 se crea en la Universidad Internacional de Ingeniería (UIN de Colombia), la primera carrera de ingeniería en sistemas. Esta disciplina ha alcanzado un gran desarrollo, y son innumerables los adelantos que ha conseguido esta disciplina. Ésta crea nuevos sistemas que permiten a los consumidores realizar con éxito sus actividades.

El primer campo de aplicación de la ingeniería de sistemas, fue en áreas técnicas. Posteriormente, pasó a lo económico y a lo social.

En su primera fase, desarrolló la estructura conceptual en métodos de la ingeniería electrónica, de comunicaciones y aeroespacial. Tales campos exigían un nuevo tipo de métodos, en los cuales se utilizan variados instrumentos para la reducción de problemas de alta complejidad, característicos de éstos. Casi esta nueva tecnología desarrolló su aparato conceptual y metodológico, de manera paralela, con los nuevos adelantos de la tecnología y la ingeniería. Así se generó la llamada ingeniería en sistemas de creación de valor. La cual ha continuado ganando terreno no sólo en lo técnico sino en lo social. Sus sofisticados sistemas cumplen las expectativas de disímiles clientes dando solución a los más diversos problemas. Las principales funciones de esta ingeniería son las de evaluar, optimizar y desarrollar software, diseñar recursos computacionales, crear modelos matemáticos, estadísticos y de simulación, organizar y definir la arquitectura de equipos de cómputo, dirigir grupos de trabajo e interdisciplinarios de investigación científica y de desarrollo tecnológico.

Para resumir, es importante precisar que la ingeniería en sistemas planea, diseña, evalúa y construye sistemas en función de éstos. Logra visualizar relaciones entre elementos aparentemente dispersos y predice de qué manera podrían actuar unas partes sobre otras. Sistematiza las relaciones entre las partes de un sistema, y se apoya en leyes probabilísticas que permiten predecir un funcionamiento futuro.

Arthur Hall (1984)<sup>33</sup> hacer referencia a la ingeniería de sistemas “como la planeación, diseño, evaluación y construcción de sistemas hombre/máquina”. Este campo encuentra heterogeneidad entre entidades, por ejemplo, entre seres humanos, máquinas, edificios, flujo de dinero, producción. Lo cual puede ser examinado como sistemas o aplicarles un análisis de sistemas.

Hall (1962) considera la ingeniería de sistemas como una técnica creativa organizada que se ha desarrollado como una manera de estudiar sistemas complejos (especialmente industriales).

El aumento de esa complejidad se pone de manifiesto con el creciente número de interacciones entre los miembros de una población en evolución, la acelerada división del trabajo, la especialización de las funciones, el empleo creciente de las máquinas que reemplazan a la mano de obra, con el consiguiente aumento de la productividad y la creciente velocidad y volumen en las comunicaciones y el transporte.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Investigue acerca del desarrollo y las primeras aplicaciones de la ingeniería de sistemas en México.

### *4.2 Definición y clasificaciones*

El concepto de sistema ha sido motivo de controversia por distintos motivos. Una de ellas se refiere a la carencia de elementos formales que den la posibilidad de validar los análisis que se ejecutan en un sistema. Otra es la posibilidad que ofrece de realizar un sinnúmero de análisis en un sistema. La

---

<sup>33</sup> Rodrigo D. López G y Luis C. Torres S., *Teoría de los sistemas*, pp. 13- 14.

razón de esta controversia, es que los análisis dependen de un proceso subjetivo. Otra de ellas, corresponde a las diferencias entre la teoría absolutista de considerar lo existente en un sistema en toda su magnitud y lo relativo a la aplicación del concepto mismo.

Tomando como base lo anterior, uno de los aspectos a revisar como elemento de la aplicación del concepto de sistema, es lo referente a la perspectiva, el enfoque, el punto de vista y la cosmovisión del análisis. En este caso serán definidos cada uno de los términos para un mejor entendimiento.

*La perspectiva:* está relacionada con la manera en que se aprecie un objeto. Sí son vistos a distancia o considerados como un todo.

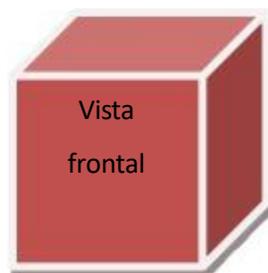
*El enfoque:* consiste en estudiar, analizar un objetivo para tener información clara y precisa de él.

*El punto de vista:* es el criterio que se forma, o la manera de evaluar algo.

*La cosmovisión:* son las concepciones de una persona acerca del universo.

Para una mejor comprensión de los términos anteriores véanse los siguientes ejemplos:

*Perspectivas:* según la posición en la que se vea la figura, será la visión geométrica que se obtendrá de ella.



*Punto de vista:* analice la siguiente frase: En México hay un médico por cada 10 habitantes. Una persona puede pensar que el nivel de salud en México es alto ya que tiene un médico para 10 habitantes. Otra persona puede pensar, que el pueblo mexicano está enfermo pues necesita un médico para 10

habitantes. Esto depende del punto de vista que se analice o más bien de la persona que lo analice.

*Enfoque:* ahora véase esta frase: En México, según estadísticas, tenemos 1 234 enfermos de hipertensión, 1 937 enfermos de diabetes y 4 950 con otras enfermedades, aquí se pone de manifiesto el enfoque.

Entendiendo estos tres términos, se puede llegar a la conclusión que un sistema debe ser analizado desde una perspectiva tridimensional. Deben estudiarse todas sus formas, desde un punto de vista universal y lógico, con un enfoque real y basado en su correspondencia con la realidad. Con esto se asegura que el sistema opere de acuerdo con expectativas reales, creando una configuración óptima. Con esta información se proporcionará una definición de sistemas.

*Un sistema es una serie de partes dinámicamente relacionadas entre sí, que ejecutan una actividad para lograr un objetivo que opera sobre entradas y provee salidas procesadas. Se encuentran en un ambiente y constituyen una totalidad diferente de otra.*

A continuación se exponen conceptos escritos por diversos autores.

La teoría general de sistemas busca producir teorías y formulaciones conceptuales que puedan crear condiciones de aplicación en la realidad empírica.<sup>34</sup>

La teoría general de los sistemas afirma que las propiedades de los sistemas no pueden ser descritas significativamente en términos de sus elementos separados. La comprensión de los sistemas solamente se presenta cuando se estudian los sistemas globalmente, involucrando todas las interdependencias de sus subsistemas.

La teoría general de los sistemas se fundamenta en tres premisas básicas, a saber:<sup>35</sup>

- 1) Los sistemas existen dentro de sistemas. Las moléculas existen dentro de células, las células dentro de tejidos, los tejidos dentro de los órganos,

---

<sup>34</sup> Lon Bertalanffy, "The Theory of Open Systems in Physics and Biology", *Science, cit.*, vol III, pp. 23 a 29, 1950.

<sup>35</sup> F. K. Berrien, *General and Social Systems*, New Brunswick, N. J., Rutgers University Press, 1968.

los órganos dentro de los organismos, los organismos dentro de colonias, las colonias dentro de culturas, dentro de conjuntos mayores de culturas, y así sucesivamente.

- 2) Los sistemas son abiertos. Es una consecuencia de la premisa anterior. Cada sistema que se examine, excepto el menor o mayor, recibe y descarga algo en los otros sistemas, generalmente en aquellos que le son contiguos. Los sistemas abiertos se caracterizan por un proceso de intercambio infinito con su ambiente, que son los otros sistemas. Cuando el intercambio cesa, el sistema se desintegra, esto es, pierde sus fuentes de energía.
- 3) Las funciones de un sistema dependen de su estructura. Para los sistemas biológicos y mecánicos esta afirmación es intuitiva. Los tejidos musculares, por ejemplo, se contraen porque están constituidos por una estructura celular que permite contracciones.

La palabra “sistema” tiene muchas connotaciones.<sup>36</sup>

Es un conjunto de elementos interdependientes e interactuantes; un grupo de unidades combinadas que forman un todo organizado y cuyo resultado (output) es mayor que el resultado que las unidades podrían tener si funcionaran independientemente.

La clasificación de los sistemas depende, como se vio al principio, del punto de vista de quien lo analice, lo ejecute, el objetivo que se persiga y el medio en el cual se desarrolla. Ahora bien, se clasifican del siguiente modo:

1- Según su relación con el medio ambiente en:

- Sistemas abiertos: son los que realizan cambios de materia, energía o información con la naturaleza. Véanse las siguientes imágenes representativas de sistemas abiertos:<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> Pradip N. Khandwalla, *The Design of Organization*, p. 224.

<sup>37</sup> Imágenes tomadas de la página :<https://www.google.com/search?hl>



Célula

Hombre

Ciudad

- Sistemas cerrados: éstos no realizan cambios de materia, energía o información con la naturaleza. Por ejemplo, la llanta de automóvil.

## 2- Según su naturaleza.

- Sistemas de carácter físico y tangible (una corneta).
- Sistemas abstractos: tiene carácter simbólico y conceptual (idiomas).

## 3- Según su origen:

- Sistemas naturales: éstos se desprenden de la naturaleza. Véanse los siguientes ejemplos.<sup>38</sup>



Ríos

Bosques

- Sistemas artificiales: los creados por el hombre.

---

<sup>38</sup> Imágenes tomadas: <http://www.google.com.mx/search?hl=es&sugexp>



Aviones

Edificios

4- Según sus relaciones:

- Sistemas simples: Sistemas con escasos elementos y relaciones. Véase el ejemplo en la siguiente figura.<sup>39</sup>

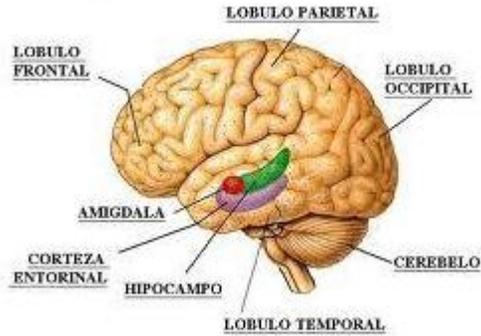


Juego de billar

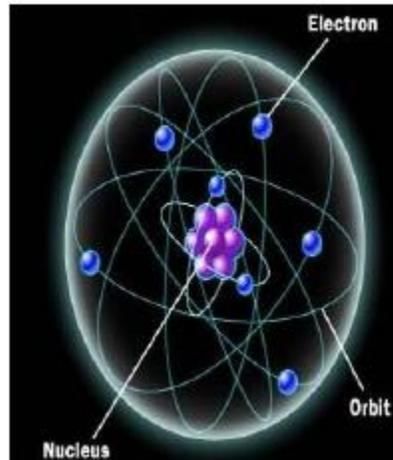
- Sistemas complejos: éstos poseen una gran cantidad de componentes que se relacionan mutuamente. Véase el ejemplo de la siguiente figura.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> Imagen tomada de <http://www.google.com.mx/search?hl=es&sugexp=kjrmc&cp=>

<sup>40</sup> Imagen tomada de <http://www.google.com.mx/search?hl=es&sugexp=kjrnkxjs+n>



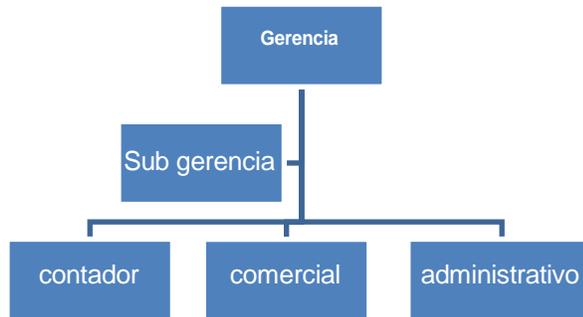
- Sistemas estáticos: en este caso el sistema no cambia en el tiempo. Por ejemplo (una montaña).
- Sistemas dinámicos: éstos cambian en el tiempo. La siguiente figura muestra un ejemplo de un sistema dinámico:<sup>41</sup>



Átomo

- Sistema discreto: definidos por variables discretas. Por ejemplo, el alfabeto.
- Sistemas continuos: definidos por variables continuas. Por ejemplo, un alternador.
- Sistemas jerárquicos: los elementos de éstos se relacionan mediante la dependencia o la subordinación. Por ejemplo, la estructura de una compañía. Véase el siguiente ejemplo:

<sup>41</sup> Tomado de la página: <http://www.google.com.mx/imgres?q=atomo&um=1&hl=es&biw=1024&bih>



- Sistemas de control: aquí los elementos son controlados por otros. Por ejemplo, el circuito sencillo del apagador de una lámpara.
- Sistema de control por retroalimentación: es un sistema de control, en el cual las partes controladas mandan información a las que controlan. Por ejemplo, un sensor de luz.
- Sistemas *determinanticos* predeterminados: éstos tienen un comportamiento que se puede prever. Por ejemplo, el programa de una computadora.
- Sistemas probabilísticos: son sistemas con un comportamiento que no se puede prevenir. Por ejemplo, el clima.

Existen categorías básicas que clasifican al sistema de manera más general, a saber:

- Sistemas naturales.
- Sistemas hechos por el hombre.

Los naturales a su vez se subdividen en dos categorías:

- Sistemas físicos.
- Sistemas vivientes.

Los sistemas físicos se componen en de:

- Sistemas estelares: sistema lunar, el espacio, el sistema solar. Las constelaciones, los sistemas geológicos, océanos, desiertos, selvas.
- Sistemas moleculares: átomos y células.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

De los sistemas que se observan en las siguientes figuras, señale a que clasificación pertenecen y argumente:<sup>42</sup>



### 4.3 ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS

Según James Grier Miller, existen 19 elementos o subsistemas. Éstos se denominan de la manera siguiente:<sup>43</sup>

- El reproductor: tiene la capacidad de originar otros sistemas similares en el que éste se encuentra.
- La frontera: mantiene la unión de las partes del sistema, las protege de tensiones ambientales y limita o permite la entrada de variados tipos de materia, energía e información.
- El inyector: traslada la materia y la energía por la frontera del sistema desde el exterior.
- El distribuidor: traslada elementos desde el exterior del sistema y lo reparte desde los subsistemas a cada parte del sistema.
- El convertidor: transforma ciertos materiales que entran al sistema a formas más útiles para procesos especiales de tal sistema.
- El productor: forma grupos con una gran estabilidad y durabilidad por temporadas significativas con la materia y la energía que ingresan al

<sup>42</sup> Figura tomada de <http://www.google.com.mx/search?tbm=isch&hl=es&source=hp&biw=>

<sup>43</sup> James Grier Miller, *Living System*, p. 323.

sistema, o egresan de su convertidor. Estos materiales pueden ser usados para la reconstrucción de daños producidos al sistema, crecimiento y reposición de componentes del sistema.

- Almacenamiento de materia y energía: se encarga de guardar durante diferentes etapas, depósitos de diversos tipos de materia y energía.
- El expulsor: se encarga de sacar al exterior del sistema la materia y la energía que el sistema desecha.
- Motor: éste mueve al sistema o a sus componentes con respecto del ambiente.
- El soporte: mantiene un equilibrio especial entre los componentes del sistema de manera que puedan relacionarse sin dificultad.
- El transductor de entrada: transportan señales de información al sistema, convirtiéndolas en otras formas de materia y energías adecuadas para la transmisión en su interior.
- El transductor interno: recibe de otros subsistemas señales que portan información acerca de cambios significativos en tales subsistemas o componentes, convirtiéndolos en otras formas de materia y energías transmisibles en su interior.
- El canal y la red: se componen por una sola ruta en espacio físico o por varias rutas interconectadas, las cuales usan las señales portadoras de información para transmitir a todas partes del sistema.
- El decodificador: transforma las claves de información que le llegan a través del transductor de entrada o del transductor interno. Asegura al sistema que tenga una clave única.
- El asociador: su función es introducir la primera etapa de aprendizaje formando grupos entre los elementos de información en el interior del sistema.
- La memoria: interviene en la segunda parte del aprendizaje guardando toda la información en el sistema durante diferentes periodos.
- El que decide: capta información del resto de los subsistemas y les transmite información que es útil para dominar el sistema completo.

- El codificador: cambia la clave de información que recibe de otros subsistemas procesadores de información, modificándola, de una clave privada usada internamente por el sistema, y permitiendo con el cambio que el resto de los subsistemas tengan acceso.
- El transductor de salida: entrega señales contenedoras de información desde el sistema, cambia los marcadores en el interior del sistema en otro tipo de materia y energía que pueden ser transmitidas mediante canales en el ambiente del sistema.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Mencione tres elementos de los sistemas, y argumente.

Analice la siguiente noticia:<sup>44</sup>

**Pasadas las 20:35 horas de este sábado, un apagón total afectó a gran parte de la zona centro norte del país, comprendiendo un área desde la ciudad de La Serena hasta Talca, y además de forma parcial algunos sectores de Copiapó.**

Según las primeras informaciones emanadas desde la Onemi y desde el ministro de energía vía twitter, Rodrigo Álvarez, podría deberse a una falla en el sistema interconectado central (SIC), que recordemos ya ha sufrido problemas que han causado cortes de luz generalizados a lo largo de Chile.



Diga que característica de los sistemas, pudo haber sido descuidado, lo cual provocó la falla del sistema. Argumente su respuesta.

---

<sup>44</sup> Tomada de la página: <http://www.biobiochile.cl/2011/09/24/apagon-afecta-a-gran-parte-de-la-zona-centro-norte-del-pais.shtml>

#### 4.4 ANÁLISIS DE UN SISTEMA

El análisis de un sistema es la aplicación de los diferentes conocimientos que nos ha brindado la teoría de los sistemas ante una situación real, la cual exige desarrollar nuevos esquemas de trabajo. Para enfocar un sistema deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Crear una metodología de diseño. Esto permite enfocar el problema tomando en cuenta la mayor cantidad de los aspectos involucrados. Junto a ello, el impacto de las decisiones que sean necesarias tomar.
- Un ámbito de trabajo conceptual común o compartido. Esto significa aprovechar las características comunes de campos divergentes, las propiedades y estructura, los métodos de solución y modelos, los posibles dilemas y paradojas.
- Aplicar la teoría de la organización, considerar al sistema como un todo integrado, y buscar eficacia y armonía entre sus partes

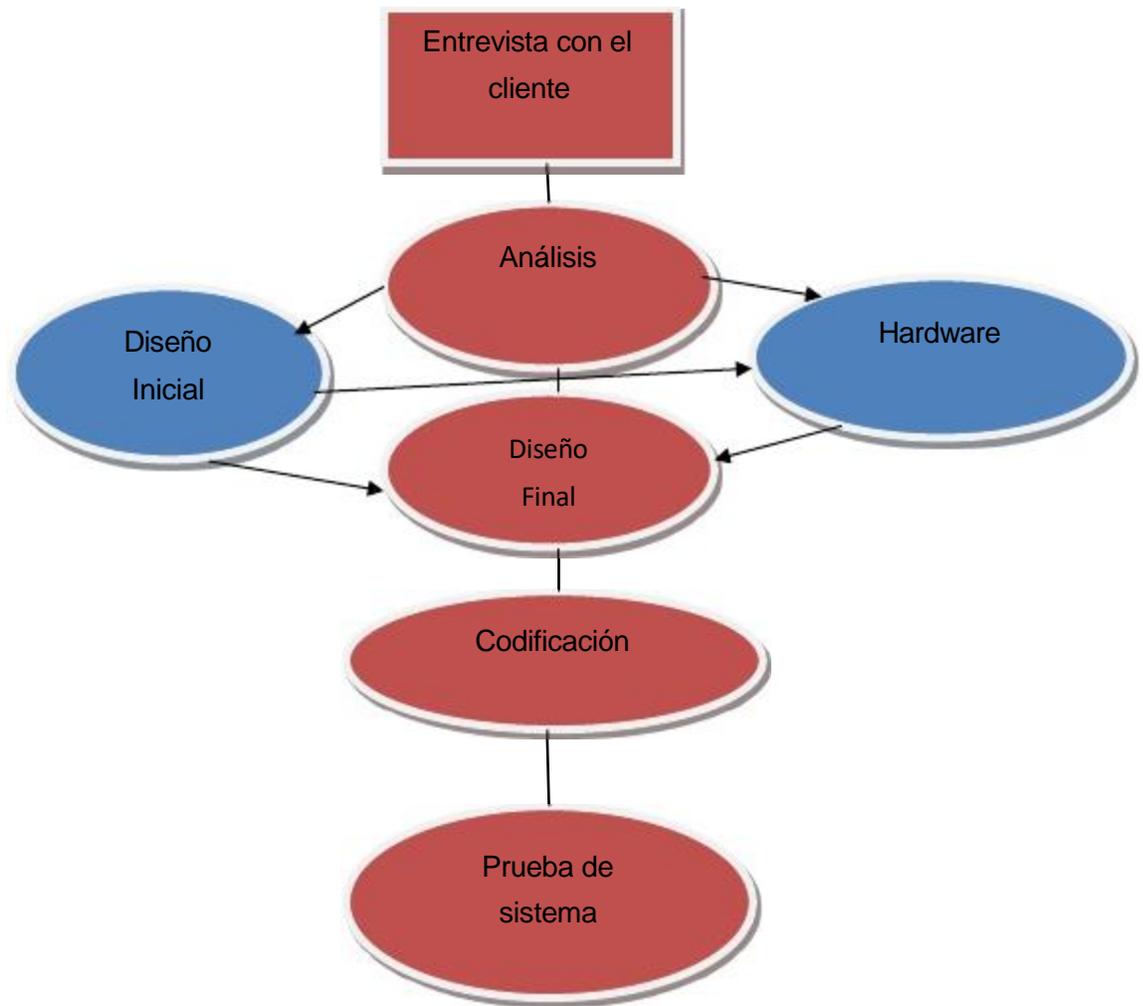
Por ejemplo, en sistemas informáticos se tienen que tener en cuenta ciertos principios:

- Debe conocerse el problema a fondo. Conocerlo desde todos los puntos de vistas existentes y sus dimensiones. Tener un alto dominio de la información.
- Se deben definir las funciones del software.
- Analizar el comportamiento del software debido a las consecuencias de acontecimientos externos.
- Ubicar, según la importancia en un modelo jerárquico, la información de funciones y comportamientos.

El proceso se iniciará desde la información esencial hasta su implantación. Un análisis de sistema se ejecutará teniendo presente los siguientes objetivos:

1. Conocer a fondo las necesidades del cliente.
2. Conocer la opinión del cliente acerca del sistema para establecer su viabilidad.
3. Hacer un análisis técnico económico.
4. Asignar funciones al personal del equipo.
5. Analizar presupuesto y planificación temporal.
6. Crear la definición del sistema.

Véase un modelo de análisis de sistemas:



Ahora bien, en el siguiente diagrama se definen los elementos del modelo de análisis de sistemas:

<b>Entrevista con el cliente</b>	<b>En esta fase se escuchan e interiorizan las necesidades del cliente. Se recopila la mayor información posible según la clasificación del sistema. Se toman en cuenta los sistemas que puedan influir. De esta manera se llega a una definición del sistema.</b>
<b>Análisis</b>	Se analizan las posibles fallas y sus soluciones, determinándose el tipo de proyecto y hardware que se empleará de acuerdo con las necesidades del cliente.
<b>Diseño estudio inicial</b>	Se hará a modo de simulación para detectar posibles fallas o sistemas que incidan negativamente sobre el sistema.
<b>Diseño final</b>	Se obtiene después de las simulaciones y de que se hayan detectado todos los posibles fallos y amenazas, así como tomado las medidas pertinentes.
<b>Hardware</b>	Tecnología aplicada a partir de toda la información que deberá cumplir las expectativas. Recibe datos de todas las fuentes, los procesa y les da salida al sistema.
<b>Codificación</b>	Se codifican todas las órdenes y operaciones del sistema.
<b>Prueba</b>	Se realiza la prueba para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Explique qué se debe tener en cuenta en la entrevista con el cliente para elaborar el sistema.



## AUTOEVALUACIÓN

Observe los siguientes hechos y relaciónelos con los pasos a seguir en la elaboración de un sistema.

1. Se realiza una junta con el accionista de la compañía Gómez A.C donde informan a los ingenieros en sistemas, sobre su línea de producción. Dan los nombres de suministradores, clientes, acreedores y competencia existente.

a) Entrevista con el cliente

2. Se le pide a la compañía datos acerca de: cantidad de empleados consumos de agua, gas, luz y teléfono.

b) Diseño inicial

3. Se hace con autorización de la compañía, un estudio de mercado. Posteriormente se le informa a la compañía los resultados. Éstos proporcionan más elementos.

c) Prueba del sistema

4. Con los elementos e información que se tiene, se procede al análisis de los sistemas que pueden incidir directamente sobre el resultado final. En atención a las necesidades del cliente y del propio sistema, se pasa a los departamentos de proyecto y simulación y a los de programación para que lo examinen. Con todos los criterios se llega a una conclusión final.

d) Análisis

5. El sistema queda terminado y se pone en operación.

e) Proyecto

## Respuestas

1=a.

2=a.

3=a.

4=d.

5=c.

## UNIDAD 5

### TOMA DE DECISIONES (SOLUCIÓN DE PROBLEMAS)

#### OBJETIVO

El estudiante reconocerá la importancia de las herramientas que usualmente se utilizan para enfrentar la solución de problemas de diversos tipos así como, de procesos que lo llevaran a tomar decisiones aceptadas.

#### TEMARIO

##### 5.1 PROCESO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

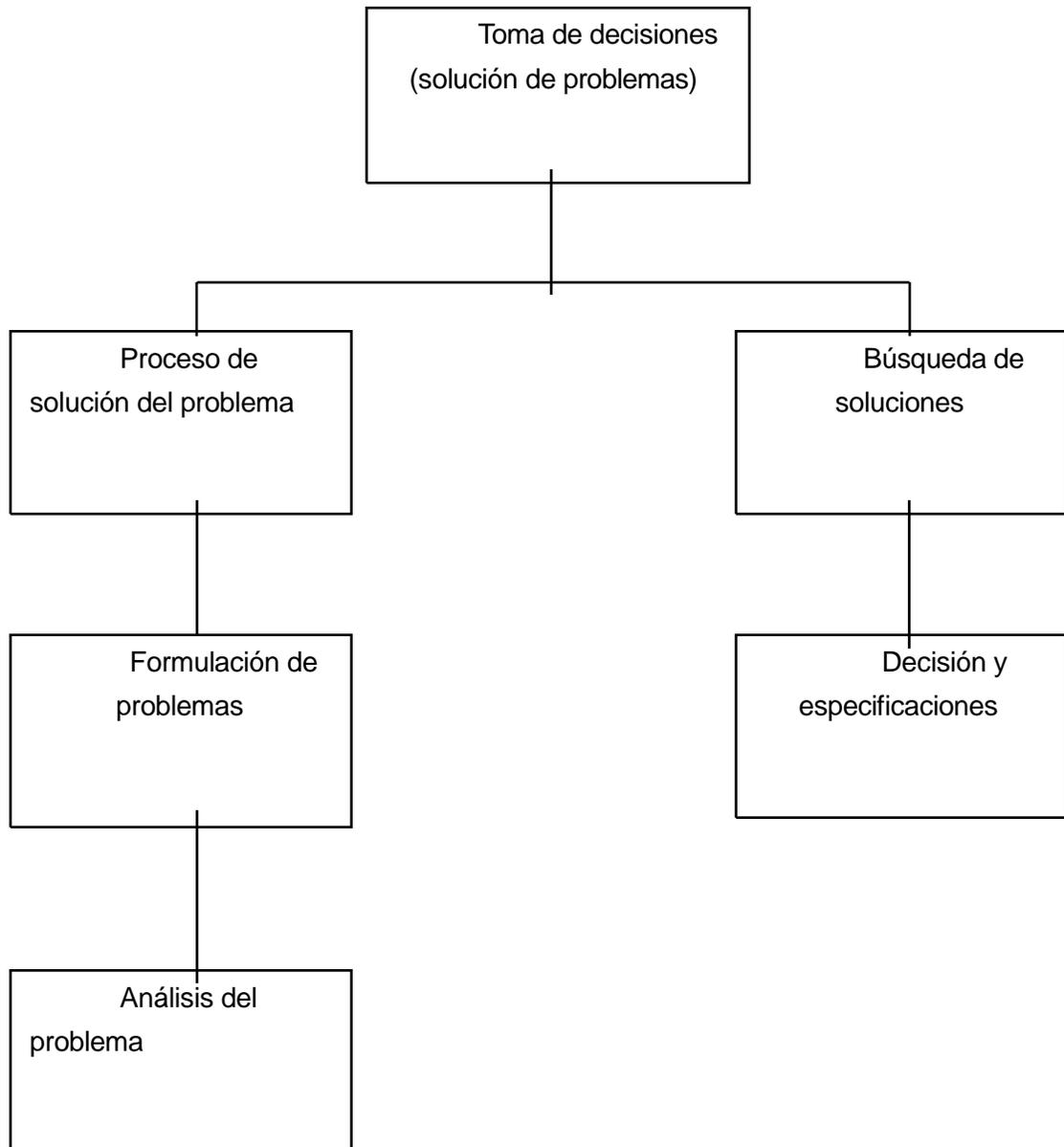
##### *5.1.1 Formulación del problema*

##### *5.1.2 Análisis del problema*

##### 5.2 BÚSQUEDA DE SOLUCIONES

##### 5.3 DECISIÓN Y ESPECIFICACIONES

# MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

Sí en la vida cotidiana los problemas son una condición de existencia, en la vida profesional también lo es. El problema es un evento o situación cuya solución no está explícita. Definirlo, organizar sus elementos, determinar sus posibles causas, delimitar posibles soluciones y tomar la decisión adecuada, son pasos que han adquirido gran relevancia en el tratamiento de un problema.

En la presente Unidad se abordará esta secuencia de pasos. Se describirá cada uno de ellos. Se explicará un conjunto de técnicas que diversos autores han considerado necesarias para que el resultado de los pasos mencionados, sean efectivos. Entre estas técnicas se describen el análisis Pareto, la “tormenta de ideas”, la votación ponderada, la reducción de listado, las encuestas, etcétera. Todas encaminadas a la toma de una decisión racional.

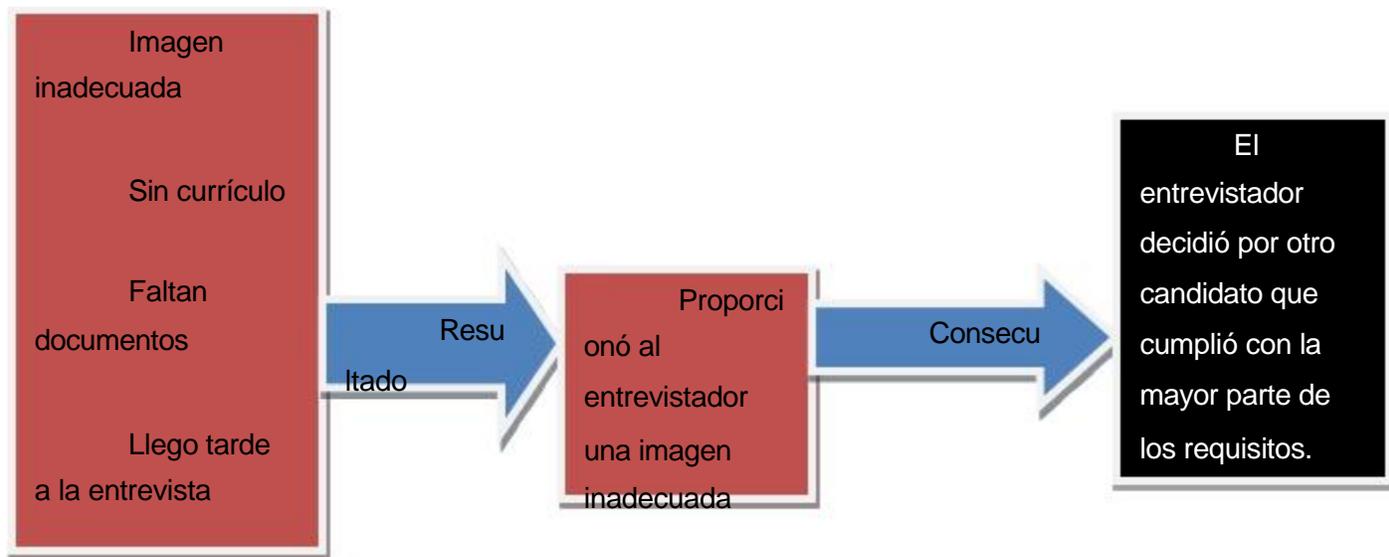
Durante el desarrollo de este libro, se ha referido acerca de la capacidad de liderazgo que debe tener el ingeniero industrial en su desempeño laboral. Por lo que la toma de decisiones se convierte en un aspecto de suma importancia dentro del desarrollo de su profesión. De las decisiones que tomen, ya sea en la vida cotidiana como en la profesional, depende en gran medida los resultados que obtengan en ellas, y en el caso de los ingenieros depende el futuro de la organización para la cual trabajan. La toma de decisiones se convierte en una tarea de suma importancia, en la cual deberán centrarse todos los esfuerzos y las capacidades.

## 5.1 PROCESO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En el siguiente tema se analizarán las características esenciales a tomar en cuenta en un proceso de solución de problemas. Existen elementos que proporcionan posibilidades para tomar dediciones ante una situación o problema de manera sistemática. En general, los problemas son una situación cotidiana, tanto en la vida laboral como en la personal, y de manera intuitiva le damos solución sin darnos cuenta de los procesos que le subyacen. No obstante, un problema puede ser mayor si no se cuenta con algunas herramientas.

Un ejemplo de la vida cotidiana puede ilustrar su importancia, estar desempleado. Para ello, una primera solución puede ser: buscar empleo. Obsérvense cuantos factores deben tenerse en cuenta para resolver y dar solución a tal problema. Entre ellos, confeccionar un currículum que contenga la información precisa, garantizar una buena presencia, prepararse para afrontar la entrevista con seguridad y demostrar que se tiene conocimiento de la vacante que se está ofertando, contar con todos los documentos que se solicitan, asegurar la llegada a la entrevista en tiempo, etcétera. Como puede observarse, son diversos factores los que hay que tener en cuenta para resolver un problema.

Resolver un problema depende de tomar decisiones adecuadas. Analizar cada uno de los factores que influyen sobre éste, y trazar una estrategia en la cual no se descuide ninguno de los aspectos que inciden sobre el problema, y si así lo requiere, se deberá consultar la opinión de otras personas. En el siguiente esquema se representa la posible consecuencia de descuidar los elementos.



El ejemplo anterior muestra que tomar una decisión antes de analizar todos los aspectos del problema, tratar de resolver problemas que están más allá de nuestras posibilidades reales, no involucrar al colectivo en la toma de decisiones, ser incapaz para trazar una estrategia, poder evaluar de antemano el posible resultado, o no emplear un método sistemático, induce a errores y resultados no deseados.

El proceso de solución de problemas es el camino a seguir para lograr cambios de situaciones alrededor de un problema. Un problema es una situación con la que no se está conforme y se desea y puede cambiar. El proceso de solución de problemas son los pasos necesarios y técnicas para llegar a tomar una solución aceptada.

El proceso de solución de problemas es tan aplicable a lo individual como a lo colectivo, pues en ambos modos se van a efectuar los mismos pasos o fases.

A continuación se muestran los pasos para la solución de un problema:<sup>45</sup>

1. Identificación del problema.
2. Análisis del problema.

<sup>45</sup> Maier, Norman, R. F., *Toma de decisiones en grupo: técnicas de conducción de juntas para solución de problemas en las organizaciones*, p. 34.

3. Generación de soluciones.
4. Toma de decisiones y planes de acción.
5. Implementación.
6. Evaluación de soluciones.

En el proceso de solución de problemas se deben aplicar diferentes técnicas y usar herramientas que faciliten trabajar en cada uno de los siguientes pasos:

- Tomar acciones que generen ideas y recopilen información.
- Buscar el consenso entre la mayoría.
- Analizar y presentar datos.
- Planificar acciones.
- Implicar a todo el que tenga relación con el problema, y de aquí se desprenden cuatro grupos clave, a saber:

1. Los que deciden.
2. Los que pueden entorpecer el proceso.
3. Los conocedores del problema o expertos.
4. Los que ejecutan las acciones para resolver el problema.

El proceso de solución de problemas se desarrolla por interacciones sucesivas y en cada fase influyen las tomas de decisiones que se llevan a cabo. Las cuales son clave en el resultado final.

La toma de decisiones es una de las acciones más comunes en nuestra vida diaria. Cualquier acción que se ejecute sea por un grupo de personas o de manera individual requiere de una decisión previa con independencia del grado de conciencia que se tenga del problema. La toma de decisión es inherente a seres racionales y se producen generalmente ante una problemática. Por lo que se puede definir que decidir es seleccionar qué hacer ante una situación, teniendo en cuenta determinados factores.

Las decisiones son fundamentales tanto en el plano personal como en el profesional, pues no podemos vernos como un ser independiente al mundo. Menos aún dentro de organizaciones que cada día son más interdependientes y complejas.

Decidir implica evaluar opciones o soluciones. No se pueden obviar requisitos que puedan ser premisas de una buena decisión. Por ejemplo:

- Contar con la información necesaria.
- Involucrar personas que conozcan acerca del problema.
- Tener el deseo y la necesidad de cambiar.

En término de dirección, las decisiones se dividen en dos grupos:

1. Estandarizadas.
2. No estandarizadas.

Las del primer grupo son las decisiones que están establecidas, aquéllas que de antemano se sabe qué hacer. Por ejemplo, cuando un empleado incumple alguna norma laboral, la sanción está establecida en el reglamento laboral de la empresa, sólo es aplicarlo.

Las del segundo grupo corresponden a problemas nuevos, de diferentes características que no permiten la sistematización de las soluciones. Este tipo de decisiones se verán a continuación.

En las decisiones no estandarizadas, se pueden analizar dos dimensiones: la calidad y la aceptación. La prioridad de estas dimensiones puede derivarse de las características del problema que se presenta. Existen personas que priorizan una u otra, o ambas conjuntamente. Existen personas que:

- Desean decisiones con gran calidad aunque sean poco aceptadas.
- Decisiones con poca calidad y gran aceptación.

- Desean calidad y aceptación.

Otros grupos de problemas requieren de un proceso participativo para alcanzar soluciones.

### Pasos para el proceso de solución de problemas<sup>46</sup>



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Identifique un problema propio y cotidiano, y aplique los pasos del proceso de solución de problemas. Desarrolle en tres cuartillas.

### 5.1.1 Formulación del problema

En la formulación del problema, en primer lugar, se debe caracterizar la situación que se quiere cambiar, describirlo con el mayor realismo posible. No se deben obviar causas ni soluciones, y luego, describir la situación a la que se desea llegar mediante la solución del problema. La especificación del objetivo

<sup>46</sup> Maier, Norman, R. F., *Toma de decisiones en grupo: técnicas de conducción de juntas para solución de problemas en las organizaciones*, p. 37

ayuda a proporcionar un enfoque y una dirección. Las técnicas más utilizadas son las descritas a continuación:



*Generación de ideas.* Consiste en dar la posibilidad a grupos de personas para que expongan sus ideas, las cuales se van perfeccionando a medida que avanzan las intervenciones, esta herramienta se sostiene debido a cuatro reglas básicas; sin embargo, la informalidad del proceso genera una atmósfera de libertad. Las reglas son las siguientes:

- Estimulación de ideas atrevidas.
- Análisis de las ideas de otros.
- Lograr la mayor cantidad de ideas.



El análisis Pareto consiste en separar lo mucho de lo poco mediante diagramas que obedecen a datos reales, los cuales se ordenan de manera descendente. Este diagrama se emplea para llamar la atención sobre algo que permite establecer las prioridades.



Consiste en sintetizar las ideas extraídas de la tormenta de ideas y el objetivo es la reducción del listado, esclareciendo las ideas de manera que sean entendidas por todos.

---

Con esta operación se cuantifican las

---

---

posiciones y preferencias de los miembros del grupo, se contabilizan los votos y no se realiza discusión sobre la votación, ni se llega a acuerdos respecto a la puntuación.

La votación ponderada es muy útil para conocer la opinión generalizada de un grupo, y de esta manera lograr un consenso; donde se identifiquen los intereses de la mayoría y sus prioridades.

### Entrevista<sup>47</sup>



Es una técnica diseñada para recopilar información, a partir de personas o grupos de ellas, las cual proporcionan la facilidad de ser entrevistadas y tener algún dato que ofrecer.

¿Cómo realizar una entrevista?

1. Elabore una lista de preguntas.
2. Reciba la respuesta.
3. Comprenda lo mejor posible la respuesta



Esta herramienta es parecida a la entrevista, pero se hace de manera escrita, con respuestas cerradas.

---

Una adecuada aplicación de estas herramientas puede traer consigo el éxito de la solución de un problema determinado. Ello requiere la definición de éste, pues su desconocimiento conlleva a estrategias que no logran la solución.

En síntesis, ante un problema o grupo de problemas, se debe considerar lo siguiente:

<sup>47</sup> Imagen tomada de <http://www.google.com.mx/search?hl=es&sugexp=kjrmc&cp=4&gs>

1. Tener conocimiento del problema.
2. Hacer una subdivisión del problema, en función de sus dimensiones y grados de dificultad. Tiende a dividirse en partes más pequeñas o subproblemas.
3. Reducir el listado de información respecto a los aspectos más concretos.
4. Seleccionar la problemática utilizando opiniones y filtros que describan la condición final deseada.
5. Conocer la magnitud del problema y las capacidades para resolverlo.

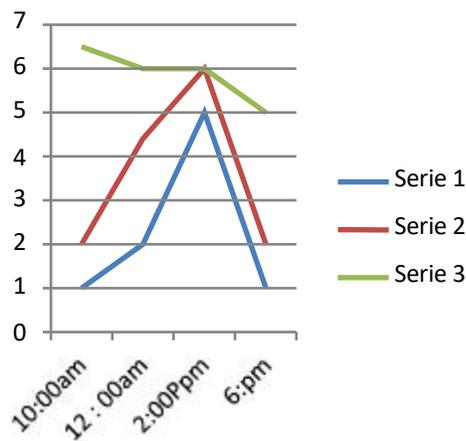
Un ejemplo permitirá una mejor comprensión:

*En una industria que se dedica a la fundición de metales han aumentado considerablemente los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.*

1. Definición del problema: la fundición provoca un aumento de los accidentes y de las enfermedades de trabajo.
2. Objetivos: debe disminuir el índice de accidentes de trabajo y eliminar las enfermedades profesionales.
3. Exploración de forma individual: se realiza un recorrido por la industria y se detectan los siguientes problemas:
  - Faltan medios de protección en diferentes maquinarias, existen varios escapes de vapor en las tuberías, los dispositivos eléctricos no se encuentran protegidos y faltan medios de protección personales.
4. En un encuentro entre los responsables y los trabajadores, se propone el análisis de la protección e higiene del trabajo. Se hace uso de la técnica de tormenta de ideas.
5. La mayoría de los trabajadores reconocen que esa área de trabajo no estaba funcionando correctamente. Hubo 20 intervenciones, 2 plantearon que las

jornadas eran muy largas y pagaban poco, 8 que la falta de medios de protección era la causa del problema, 9 plantearon que la causa era el fuerte calor que producían los escapes de vapor, y 1 planteó que el problema era la carencia de capacitación del personal.

6. El centro contrata a una empresa especializada en salud del trabajo para que haga un estudio en la fábrica. Este estudio arroja los siguientes resultados mediante un gráfico e informe:



- Serie 1 niveles de plomo en el ambiente a diferentes horas del día.
- Serie 2 niveles de temperatura a diferentes horas del día.
- Serie 3 contaminación ambiental a diferentes horas del día.

La empresa contratada informa que los niveles de plomo aumentan a medida que avanza el día y que esto se debe a los diversos escapes de gas y vapor que existe en la maquinaria. Lo mismo ocurre con la temperatura, al iniciar la jornada, la maquinaria se encuentra apagada y los niveles son bajos, a medida que avanza el día, la maquinaria permanece prendida y los escapes generan gas y vapor al medio día, aumentan los niveles hasta que se apaga la maquinaria y bajan los niveles de plomo y temperatura.

Lo que resulta difícil de explicar es que los niveles de contaminación, al iniciar la jornada, estén tan altos. Se hace un estudio y se concluye que es un

material tóxico mal almacenado, el cual al cerrarse la fábrica, no encuentra escape al exterior, y provoca un aumento de los niveles de contaminación.

En el estudio se refiere la necesidad de suministrar medios de protección personal, pues los niveles de contaminación se encontraban en 34% por encima del rango establecido.

Después de haber hecho uso de algunas herramientas, se puede llegar a una definición más precisa del problema, para tomar las decisiones adecuadas. El aumento de los accidentes de trabajo y de enfermedades de tipo profesional se deben al escape de gas en la maquinaria y a la falta de medios de protección y seguridad en los trabajadores. El objetivo consiste entonces en el mantenimiento de la maquinaria, dar salidas a los posibles escapes y proveer a los trabajadores de los medios adecuados. En resumen, garantizar un ambiente saludable y seguro en la fábrica. Un análisis superficial arroja consecuencias indeseables.

Se puede observar que para la solución de este problema, se aplicaron herramientas y técnicas profesionales. En este caso, la intervención de una instancia especializada en salud laboral era necesaria.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Organízate en equipos con tus compañeros e identifiquen un problema propio de la ingeniería, mediante las técnicas estudiadas en la Unidad.

### *5.1.2 Análisis del problema*

El análisis de problemas consiste, esencialmente, en delimitar las partes de éste, identificar los factores causales que están determinando la aparición del problema. Tomar conciencia de qué existe y qué es ocasionado por un fenómeno, el cual podría ser cambiado.

El paso de obtención de datos que dan lugar al problema, es primordial. Deben recopilarse datos verídicos, confrontar opiniones como opciones que sustentan el proceso de comprensión del problema existente.

Entre más información se posea, se tendrá una base sólida para las acciones subsecuentes.

El proceso de recolectar datos debe ser sistemático y objetivo, sólo así puede determinarse la importancia del dato al que se tiene acceso en el problema. De esta manera se podrá efectuar un análisis concreto y real.

El éxito de este paso depende mucho de la persona que lo realiza y de su capacidad para obtener la mayor cantidad de información posible, con la calidad requerida.

Las técnicas para el análisis de problemas más utilizadas son las mencionas a continuación:

- Análisis Pareto
- Votación ponderada.<sup>48</sup>
- Campo de fuerza. Esta consiste en detectar las fuerzas que ayudan o impiden cerrar la brecha que existe entre en el momento en el que nos encontramos y aquel a donde queremos llegar.
- Análisis causa y efecto. Es la manera sistemática de enfocar las causas que crean o contribuyen a crear efectos. Estos pueden ser la definición del problema o cómo es la situación que usted desea corregir.
- Escritura de ideas. Tiene la intención de generar, precisamente, ideas en combinación de características de diferentes métodos. A diferencia de la técnica de tormenta de idea, en el caso presente, los participantes plasman sus ideas.
- Grupos nominales. Son los que se crean para analizar el problema. En general, se involucra a personas que determinan o inciden en la solución.
- Gráfico de sectores. En estos gráficos se refleja el consenso de grupo de personas.

Luego de tener toda la información posible, se debe efectuar esta pregunta: ¿Qué impide penetrar el problema? La respuesta conduce a trazar las

---

<sup>48</sup> Tanto el análisis de Pareto como la votación ponderada, fueron explicadas en el esquema del subapartado 5.1.1.

siguientes estrategias: buscar información, recopilar datos para estar seguro de que el problema existe. Tales datos ofrecen información de cuándo y dónde el problema es más grave. Luego, se identifican causas potenciales y se seleccionan las más importantes para su verificación. Hay que evitar pasar por alto aspectos positivos que estén contenidos en el problema y revisar, nuevamente, la definición del problema.

Para una mejor comprensión, sígase acudiendo al ejemplo del problema desarrollado en el subtema 5.1.1. En él las técnicas utilizadas habían arrojado que la principal causa del problema, era la falta de medios de protección personal, y los escapes de gas y vapor existente en la fábrica.

Con estos datos, se decide entrevistar al gerente de la fábrica. Se hace uso de la técnica de la entrevista y se formulan las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la causa de que no existan los medios de protección en la fábrica?
2. ¿Por qué no se reparan los salideros de vapor y gas?

Ambas repuestas tuvieron un factor común. Falta de presupuesto para financiar la compra de los medios de protección y para la reparación de los salideros.

Se entrevista al jefe de mantenimiento de la fábrica y se le formulan las mismas preguntas. La respuesta para ambas preguntas fue: existe presupuesto pero se está usando en otras cosas. Se entrevista al contador y coincide con el jefe de mantenimiento en las respuestas.

Se decide entrevistar al dueño de la fábrica. Se le proporciona una información detallada del problema y los datos que se habían obtenido al respecto. El dueño muestra los presupuestos liberados, incluyendo el de la reparación de los salideros y el de la compra de medios de protección personales. Por lo que se decide hacer una junta en la que participará el accionista principal de la fábrica, el gerente, el jefe de mantenimiento y el

contador, se ocupa la técnica (grupos nominales), donde el principal tema a tratar es el uso del presupuesto asignado.

En la reunión, al accionista principal no le queda clara la explicación que dio el gerente; por lo que se decide contratar a un grupo de auditores que revisen y supervisen los movimientos financieros de la fábrica. El resultado de la auditoría arrojó malos manejos financieros por parte del gerente.

Después de analizada toda la información los resultados son los siguientes:

Definición del problema	Causas que provocan	Decisiones a tomar	Objetivos	Resultado
Aumento de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.	1. Falta de medios de protección personal. 2. Escapes de gas y vapor en las tuberías de la maquinaria. 3. Malos manejos de los fondos asignados por parte del gerente	49 	¿Qué se quiere cambiar?  Reducir los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, con la creación de un ambiente saludable en la fábrica.	50 

<sup>49</sup> <http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://gloriaom.files.wordpress.com>

<sup>50</sup> <http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://om.files.wordpress.com>

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Identifica un problema en tu ámbito escolar o laboral, y aplica la técnica de análisis causa–efecto. Define el problema y plantea posibles soluciones a partir del análisis realizado.

### 5.2 BÚSQUEDA DE SOLUCIONES

Un buen análisis del problema arroja las posibles soluciones a éste, y vías objetivas para tomar una decisión fundamentada. La calidad de la decisión depende mucho de los criterios utilizados para evaluar las diversas soluciones potenciales identificadas.

Estos criterios se determinan y aplican cuidadosamente a las posibles soluciones para evaluar y determinar las más apropiadas de acuerdo con el problema. Se utilizan, además, instrumentos para acercarse al consenso y llegar a la selección de la mejor solución o conjunto de soluciones.

Para llevar a cabo la toma de decisiones y resolver el problema, los participantes no deben detenerse en insignificantes diferencias entre las posibles soluciones. Cuando llega el momento de poner en práctica la decisión, es necesario desarrollar planes de contingencia y reducir los riesgos al mínimo. Para ello, las técnicas más utilizadas son las siguientes:

- Campo de fuerza.
- Votación ponderada.
- Valoración de criterio. Consiste en establecer criterios relacionados con opciones de la situación analizada, y determinar una valoración de los éstos con el fin de obtener, por cada uno de éstos, una puntuación que permita identificar la jerarquización de las opciones.
- Hoja de balance. Ésta permiten descifrar el pro y el contra de una variedad de opciones. Ofrece la posibilidad de agrupar información y facilitar la discusión de los miembros del grupo en la búsqueda de soluciones.

- Análisis costo–beneficio. Permite conocer el costo y utilidades para una solución bajo consideración. En esta herramienta se usa mucho la simulación de sistemas estudiada en la Unidad anterior.
- Diagrama gant: registra, programa sucesos, actividades y responsables de ejecutarlas.
- Comparaciones apareadas. Ayuda a cuantificar las preferencias del grupo.
- Diagrama de pert: Es aplicable a proyectos en cualquier campo, particularmente a los complejos y novedosos. Éstos persiguen el objetivo de controlar tiempos y costos. Un ejemplo es el método de la ruta crítica. Para elaborar un diagrama de pert, se deben identificar las actividades necesarias, determinar las interrelaciones, y orden de prioridad, calcular el tiempo requerido para la actividad.

Para trazar las estrategias a seguir en la toma de decisiones, se debe formular la siguiente pregunta: ¿Cuál es la mejor manera de implantar el cambio? Para ello es recomendable tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Establecer criterios y hacer comparaciones entre ellos, teniendo en cuenta las soluciones que ofrece cada criterio.
- Tomar decisiones teniendo en consideración los resultados de los pasos anteriores.
- Confeccionar planes de acción.
- Verificar que todas las partes tengan conocimiento de lo que se debe hacer.
- Desarrollar estrategias de compromiso. Lograr sentido de pertenencia en el grupo.
- Establecer un sistema de control eficiente y práctico.
- Determinar los planes de contingencia a partir de:
  1. ¿Qué problemas pueden surgir a consecuencia de la solución?

2. ¿Qué probabilidades pueden tener?
3. De suceder: ¿Qué repercusión tendrían?
4. ¿Cómo prever que ocurran estos problemas?
5. ¿Qué medida de contingencia dará la posibilidad de disminuir los efectos perjudiciales, o incrementar los efectos beneficiosos si se produce el problema?

Después de conocer las herramientas que proporcionó el tema se continuará desarrollando el ejercicio iniciado en el subtema 5.1.2.

Se analizan nuevamente los resultados de los pasos anteriores y se llega a la conclusión que tanto el problema, como las causas y los objetivos están bien definidos. Se requiere entonces tomar una decisión, la cual por las características existentes, se enmarca dentro de las decisiones de dirección y dentro de éstas las llamadas decisiones estandarizadas, las cuáles están predeterminadas. Recuérdese que las causas del problema son las siguientes:

1. El gerente hizo mal uso del presupuesto y se detectó en la auditoría malos manejos en las finanzas. La decisión por reglamento es el despido del gerente de la organización y ponerlo a disposición de las autoridades para que responda por sus malos manejos. Pues aquí se tiene la primera medida a tomar para la solución del problema.
2. Por resolución de las instituciones del trabajo, hay una disposición acerca de la seguridad del trabajo, donde se plantea la obligación de los patrones en garantizar la salud y seguridad de sus empleados por lo que el patrón “sin ningún tipo de duda”, tendrá que proporcionar presupuesto para la reparación de los salideros en la maquinaria y la compra de los medios de protección personales de los obreros, de lo contrario, los organismos raptos pueden cerrar o clausurar la fábrica.

Como puede observarse, las soluciones al problema expuesto, generó un problema nuevo, quizás menor, pero igualmente un hecho a solucionar: la fábrica queda sin gerente.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Identifica un problema propio de un ingeniero industrial en el que sus causas estén delimitadas y claras. Plantea las posibles soluciones de este problema.

### 5.3 DECISIÓN Y ESPECIFICACIONES

Después de haber concluido los cuatro pasos del proceso de solución de problemas, la implantación de la solución escogida debe constituir un acto relativamente directo. Sin embargo, es durante el proceso entre el planteamiento y la puesta en práctica, donde fracasan algunas aparentes buenas soluciones, si no se toman todas las medidas necesarias, pues:

- El planeamiento se confunde con el pronóstico.
- Las conjeturas sobre el tiempo son optimista.
- No se hicieron planes de contingencia.
- El plan no se discute ni se actualiza.
- No se logra compromiso ni sentido de pertenencia.

La característica principal de la implantación de la solución, es el estricto control para que se cumpla lo planeado. Para ello, se deberá dividir el plan de acciones en etapas para un mejor control, deberá de comprometerse a los responsables de cumplir con las medidas en las fechas establecidas. Las técnicas más utilizadas en este paso son las enlistadas a continuación:

- Diagrama de gant.
- Diagrama de pert.
- Planes de contingencia.

En la implantación, la pregunta que en generalmente se debe plantear es: ¿Se está siguiendo el plan?

Para dar respuesta a esta pregunta, obsérvese lo siguiente:

- Aplique sistemas de control para que se dé cuenta del avance.
- Ponga en práctica planes de contingencia, según se necesite.
- Recopile datos para verificar la eficacia.

En el sexto paso cierra el círculo del proceso de solución de problemas. Éste es la evaluación de las soluciones tomadas. Solamente se podrá cerrar el círculo al evaluar el resultado. En esta fase, hágase la siguiente pregunta: ¿Qué diferencia existe entre lo que es y lo que debe ser? Se recuerda la definición del problema y en qué estado se halla de acuerdo con el objetivo deseado. Si existe una correspondencia entre el objetivo deseado y los resultados obtenidos, se cierra el ciclo.

La aplicación de círculo cerrado incluye en sus pasos el proceso de evaluación, esto significa, cerciorarse de que el problema ha desaparecido. La importancia del método de círculo cerrado para la solución de problema se concreta al momento de reconocer una transformación sustancial de la situación, cuando se cumplió el objetivo deseado.

La etapa de evaluación del resultado termina, precisamente, donde se da lugar a un nuevo ciclo de solución de problemas. En la evaluación, las técnicas más usadas son las siguientes:

- Hoja de balance.
- Planes de contingencia.

Las preguntas clave son: ¿Qué resultados se obtuvieron?, y ¿Se resolvió el problema?

## ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Expón tus argumentos a favor o en contra de la decisión de construir segundos pisos en las avenidas principales como solución del problema del tránsito o congestiónamiento de vehículos en las grandes ciudades.

## AUTOEVALUACIÓN

1. Mencione los pasos para la resolución de problemas.
2. Explique en qué consiste la tormenta de ideas.

Respuestas pregunta 1:

1. Identificación del problema.
2. Análisis del problema.
3. Generación de soluciones.
4. Toma de decisiones y plan de acción.
5. Implementación de la solución
6. Evaluación de la solución.

Respuesta pregunta 2:

Se generan ideas. Consiste en dar la posibilidad a grupos de personas para que expongan sus ideas, las cuales se van perfeccionando a medida que avanzan las intervenciones. Esta herramienta se mantiene debido a cuatro reglas básicas; sin embargo, la informalidad del proceso genera una atmósfera de libertad. Las reglas son las siguientes:

- Estimule ideas atrevidas.
- Analice las ideas de otros y contribuya.
- Trate de lograr la mayor cantidad de ideas.

## UNIDAD 6

### TOMA DE DECISIONES II (PROYECTOS)

#### OBJETIVO

El estudiante obtendrá algunas de las herramientas fundamentales para el desarrollo de proyectos, así como para examinar su factibilidad.

#### TEMARIO

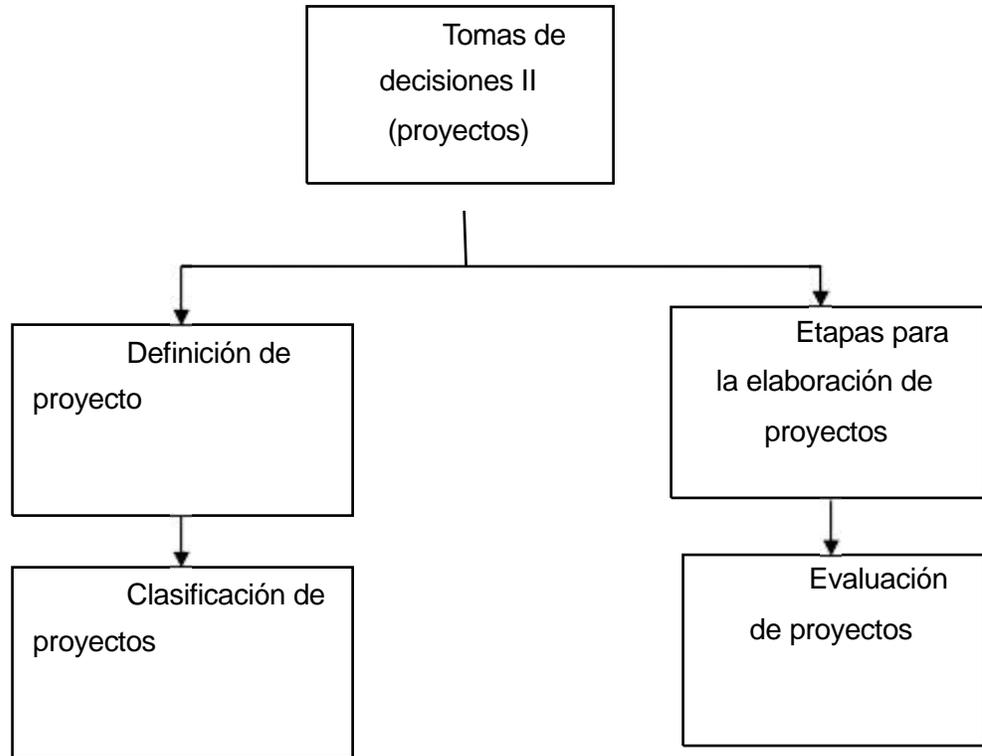
6.1 DEFINICIÓN DE PROYECTO

6.2 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS

6.3 ETAPAS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS

6.4 EVALUACIÓN DE PROYECTOS

## MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

Debido a la gran importancia dentro del desempeño del ingeniero industrial y su condición de liderazgo, en esta Unidad se continúa haciendo énfasis en una de sus responsabilidades: la creación de proyectos y la toma de decisiones.

Un proyecto constituye la manera organizada de llevar a cabo una labor, en la cual influyen recursos económicos, humanos, y materiales, cuyo fin es lograr un objetivo conscientemente planeado.

La creación de un proyecto conlleva una serie de pasos, los cuales conducen a una ejecución correcta del mismo desde que se piensa, se ejecuta hasta que se convierte en un hecho, y se cumple el objetivo pensado.

En este trayecto la influencia del ingeniero industrial es fundamental al igual que la toma de decisiones. De ello dependerá en gran medida un resultado satisfactorio del proyecto.

## 6.1 DEFINICIÓN DE PROYECTO

En general, la palabra proyecto se relaciona con la creación de algo, que en un inicio es intangible, y se convierte en algo real.

Los proyectos se pueden pensar de varias maneras, pero lo importante es seguir una secuencia de pasos que llevan a lograr un objetivo.

Entre las diferentes teorías acerca del proyecto, existe aquella que lo considera como un ordenamiento de antecedentes y datos, cuyo propósito es premeditar la posibilidad de llevar a cabo una acción. Este ordenamiento tendrá como objetivo dar solución a un problema, corriendo los menores riesgos y fracasos posibles, permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

A continuación se proporcionan diversas definiciones del término “proyectos”, ofrecidas por diferentes autores:<sup>51</sup>

- Un proyecto es un modelo de emprendimiento a ser realizado con las precisiones de recursos, de tiempo de ejecución y de resultados esperados (Ibarrolla, 1972).
- Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, tendiente a resolver una necesidad humana (Sapag y Sapag, 1987).
- Un proyecto es un conjunto de medios ejecutados de forma coordinada, con el propósito de alcanzar un objetivo fijado de antemano (Chervel y Le Gall, 1991).
- Un proyecto es la compilación de antecedentes y elementos de diagnóstico que permiten planear, concluir y recomendar las acciones que se deben llevar a cabo para materializar una idea.
- Un proyecto es una propuesta ordenada de acciones que pretenden la solución o reducción de la magnitud de un problema que afecta a un individuo o grupo de individuos y en la cual se plantea la magnitud, características, tipos y periodos de los recursos requeridos para completar

---

<sup>51</sup> Tomado de la pagina [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo\\_2/cap2lecc3\\_1.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo_2/cap2lecc3_1.htm)

la solución propuesta dentro de las limitaciones técnicas, sociales, económicas y políticas en las cuales el proyecto se desenvolverá.

Otras definiciones apuntan a lo siguiente: “Elaboración de un proyecto consiste esencialmente en organizar un conjunto de acciones y actividades a realizar, que implican el uso y aplicación de recursos humanos, ambientales, financieros y técnicos en una determinada área o sector, con el fin de lograr ciertas metas u objetivos.”<sup>52</sup>

Como proyecto industrial, otra terminología asociada con el tema, se entiende el proyecto como una serie de pasos a seguir y el uso de los recursos necesarios para llevar a cabo una idea industrial. Estos pasos se llevan a cabo de manera organizada, se consideran los cálculos tanto en lo que respecta a la idea que se tiene como a los costos económicos y demás factores, en lo cual deberán respetarse reglas y normas según el tipo de proyecto y lugar donde se realice un proyecto industrial.

Un proyecto puede ser desde la pieza que se elabora en un torno hasta la construcción de una electronuclear, o una textilera. Existen otros tipos de proyectos, como los de naturaleza cultural, educacional, científica, gubernamental, o de ley, entre otros. Todos persiguen el mismo fin o basan su concepto en la acción de actividades de manera organizada que se efectúan para lograr un objetivo.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Elabore un escrito de una cuartilla en el que resuma en viñetas las cualidades esenciales que definen a un proyecto.

### 6.2 CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS

La clasificación de los proyectos es rica y diversa. A continuación se mencionan algunas clasificaciones:

---

<sup>52</sup> [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo\\_2/cap2lecc3\\_1.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo_2/cap2lecc3_1.htm)

1. Por el tipo de producción o servicio que presta.
  - Proyectos que producen mercancías de consumo (leche, conservas, etc.).
  - Proyectos que producen capital (bancarios, bolsa de valores).
  - Proyectos que producen bienes intermedios (maquinaria industrial, hilos para textilera).
2. Según la rama de la economía.
  - Proyectos agrícolas.
  - Proyectos industriales.
  - Proyectos de infraestructura social.
  - Proyectos económicos.
  - Proyectos de servicios.
- 3 Proyecto según la visión de evolución.
  - Proyectos que producen bienes o servicios.
  - Proyectos tributarios.
  - Proyectos de educación.
  - Proyectos gubernamentales.
  - Proyectos culturales.

Dentro de estos tipos de proyectos, están los industriales, los cuales se dividen en cuatro grupos, a saber:

1. Grandes proyectos de inversión industrial.
2. Instalaciones y plantas industriales.
3. Líneas y procesos de producción industrial.
4. Máquinas, equipos y sus elementos. Prototipos.

*Grandes proyectos de inversión industrial.* Estos son de gran magnitud y llevan consigo una gran inversión de recursos. Generalmente traen cambios en

las localidades donde se ejecutan y, generalmente, se componen de muchos subproyectos.

*Instalaciones y plantas industriales.* Estos son de los llamados auxiliares y son complemento de otros. Ejemplos de ellos son los siguientes:

- Refinerías.
- Acueductos.
- Plantas eléctricas.

*Líneas y procesos de producción industrial.* La mayoría de las industrias están compuestas por un grupo de construcciones auxiliares necesarias para el desarrollo de estas industrias, y albergan diferentes procesos y líneas de producción. Estas son necesarias para el funcionamiento. Por ejemplo:

- Líneas de transporte de energía eléctrica.
- Redes de distribución de energía eléctrica.
- Almacenamiento, líneas y redes de transporte y distribución de combustibles.
- Calefacción y climatización.
- Generación de calor y frío industrial.
- Máquinas, equipos y sus elementos. Prototipos. Este tipo de proyecto abarca la maquinaria industrial en su totalidad.

A continuación se ofrece otra visión o criterios para determinar tipos de proyectos:<sup>53</sup>

**Criterio de producto:** proyectos económicos, directamente productivos y proyectos sociales o de servicios no directamente productivos.

**Criterio de método:** proyectos pedagógicos, de investigación, de acción, y proyectos de investigación-acción.

---

<sup>53</sup> Tomado de la página [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo\\_2/cap2lecc3\\_4.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo_2/cap2lecc3_4.htm)

**Criterio de instrumentación:** proyectos de desarrollo, experimentales y piloto.

**Criterio sectorial:** proyectos para industria, comunicaciones, agricultura, salud, educación.

**Criterio de cobertura:** nacionales, regionales, sectoriales, institucionales, empresariales, corporativos o individuales.

Otra clasificación es la siguiente:<sup>54</sup>

#### 1. Según el énfasis.

- Proyecto para la creación.
- Proyecto para modificar una situación existente. **Según el interés del proyecto (propuesta).**
- Proyectos tecnológicos.
- Proyectos de cooperación económica.
- Proyectos de nueva economía.
- Proyectos públicos.

#### 3. Clasificación de acuerdo con el carácter del plan de negocios.

- Proyectos financieros: cuando la factibilidad del proyecto depende de una demanda real.
- Proyectos sociales: cuando no depende de que los usuarios tengan capacidad de pago.

#### 4. Clasificación de acuerdo con el sector de la economía al cual están dirigidos.

- Proyectos agropecuarios.
- Proyectos de infraestructura social (atiende necesidades básicas).
- Proyectos industriales (proyectos soporte de la actividad económica).
- Proyectos de servicios.

#### 5. Clasificación de acuerdo con el objetivo del plan de negocios.

- Proyectos de producción de bienes o servicios (bienes primarios o secundarios).

- Proyectos de prestación de servicios: servicios de infraestructura física, de infraestructura social, otros servicios como distribución, financiamiento, esparcimiento.
- Proyectos de investigación.

#### **6. Clasificación de acuerdo con el ejecutor.**

- Proyectos públicos.
- Proyectos privados.
- Proyectos mixtos.

#### **7. Clasificación de acuerdo con el área de influencia.**

- Proyectos locales.
- Proyectos regionales.
- Proyectos nacionales.
- Proyectos multinacionales.

#### **8. Clasificación de acuerdo con el tamaño.**

- Proyectos pequeños.
- Proyectos medianos.
- Proyectos grandes (macro proyectos).

##### **Proyectos de acuerdo con la naturaleza.**

- **Proyectos** de crecimiento: son proyectos que buscan hacer crecer una empresa en un mismo sector de negocios.
- De diversificación: son proyecto de inversión que buscan crecer en distintos sectores económicos.
- De mantenimiento: destinados a sustituir el equipo existente.
- De inversión regulatoria: de regulación gubernamental.
- De inversión social: ofrecen bienestar a la comunidad.
- Independientes.
- Mutuamente excluyentes.

Como se ha podido apreciar, los ejemplos son variados. Los enfoques están muy relacionados con la visión y el enfoque del proyectista mismo.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Analice la siguiente noticia y diga a qué tipo de proyecto pertenece. Explique.<sup>55</sup>

El gobierno federal anunciará la próxima semana la construcción de ocho nuevos gasoductos que tendrán una inversión de 10,000 millones de dólares y con los que se pretende detonar la industria en diversas regiones, ampliar la infraestructura para importar desde Estados Unidos y preparar las condiciones para la explotación del gas shale.

Para estos proyectos, se espera que la Iniciativa Privada invierta en almacenamiento y distribución, mientras que la extracción, el tratamiento y la distribución primaria seguirán siendo actividades exclusivas de Petróleos Mexicanos, como establece la ley.

El titular de la Secretaría de Energía (Sener), Jordy Herrera, explicó a *El Economista* que tres de estos nuevos ductos ya se encuentran en licitación, mientras que dos más están por licitarse y los otros tres se mantienen en proceso de definición.

Con estos proyectos, aseguró que se beneficiarán principalmente Sonora y Sinaloa, que ocupan el gas para procesos agrícolas secundarios, pero habrá otras entidades -como Zacatecas- que atraerán inversiones de diversas firmas gracias a que utilizarán este hidrocarburo en sus procesos. Otro beneficiario será la Comisión Federal de Electricidad (CFE), ya que cuenta con plantas en algunos de los puntos contemplados.

El primero de estos ductos iniciará en San Luis Río Colorado, Sonora, para bajar hacia Mazatlán y truncarse hacia Topolobampo, Sinaloa, finalizando en Chihuahua.

De ahí partirá el segundo sistema, que irá de Chihuahua hacia Ciudad Juárez y Ciudad Jiménez. Luego, un ducto más volverá hacia

---

<sup>55</sup>Tomado de la página <http://eleconomista.com.mx/industrias/2011/10/31/preparan-licitacion-ocho-nuevos-gasoductos>

Guaymas y Puerto Libertad, Sonora, donde se localiza la termoeléctrica de la CFE.

Por el Golfo de México, un ducto con capacidad para transportar 1,000 millones de pies cúbicos diarios partirá de Monterrey hacia La Laguna para llegar a San Luis Potosí. Finalmente, un ducto con la misma capacidad irá de Laredo a Reynosa, Tamaulipas.

### 6.3 ETAPAS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS

Como se pudo apreciar, una de las principales características de un proyecto es que tiene un inicio y un pretendido final. Se puede referir, entonces, que tiene una secuencia. En este tema se verán las diferentes etapas por las que atraviesa un proyecto.

#### *Etapas*

1ª. Concepción de proyecto: en esta etapa se define la necesidad de lograr un objetivo y, por lo tanto, de planear y realizar un proyecto.

2ª. Planeación: etapa donde se detalla la forma en que se deberá realizar el proyecto

3ª. Evaluación: función que estudia y se encarga de solventar si el proyecto es razonable o no según lo que se desea lograr.

4ª. Ejecución: etapa donde se realizan los trabajos que lograrán el objetivo.

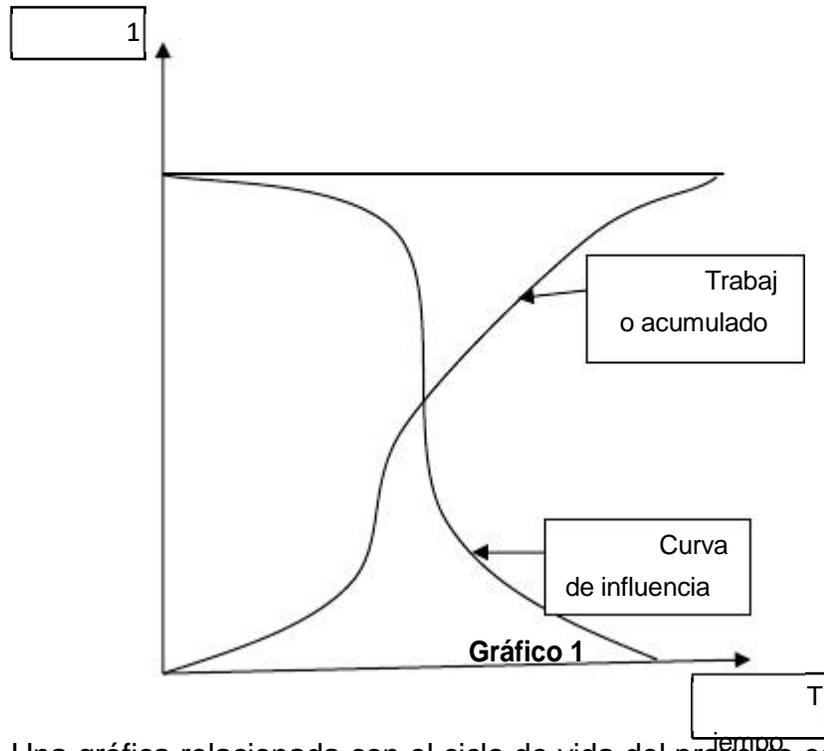
5ª. Control: etapa donde se comprueban las partes del proyecto, determinar en qué estado se encuentran y si marchan según lo planificado.

6ª. Terminación y última etapa: Se concreta cuando el resto de las actividades se han culminado.

En la siguiente gráfica se representa el ciclo de vida de un proyecto. En el eje horizontal se observan las etapas del proyecto y en el eje vertical los recursos expresados en porcentajes, que requieren la logística de lo planificado.

Como puede observarse, las primeras etapas del proyecto no demandan tantos recursos. Esta demanda va creciendo a medida que se pasa a la etapa

de ejecución. En ésta, alcanza sus mayores niveles en el consumo de recursos. En las etapas posteriores comienza a descender hasta que termina el proyecto.



Una gráfica relacionada con el ciclo de vida del proyecto es la del trabajo acumulado, la cual muestra la cantidad de trabajo que se ha realizado en un proyecto hasta un momento determinado. En lenguaje matemático, la gráfica de trabajo acumulado es la integral del ciclo de vida del proyecto. Al realizarse el proyecto debe considerarse el trabajo acumulado para medir el porcentaje de avance.

En la gráfica se puede observar cómo se va acumulando el trabajo. En las etapas de concepción y planeación, el trabajo se va acumulando lentamente. A partir de que se vaya empleando más esfuerzo, el trabajo se va almacenando rápidamente. En la etapa final se reduce la velocidad con lo que se acumula el trabajo: El punto máximo de esfuerzo del ciclo, es el punto máximo en la pendiente de la gráfica del trabajo acumulado.

En el gráfico se puede apreciar, también, una curva que se comporta de modo inverso a la del trabajo acumulado. La curva de influencia muestra la capacidad de administrar e influir en la manera como se lleva a cabo el

proyecto. Al comienzo de un proyecto, en su concepción y planeación, éste tiene 100% de control sobre los recursos a utilizar. El modo en que se van llevar a cabo las tareas, el equipo que se puede incorporar al proyecto, el tipo de tecnología que se va a ocupar y la manera en la que se va a organizar al trabajo.

Se puede concluir que en el inicio del proyecto, se ejecutan actividades, se involucran a personas y recursos que van reduciendo la capacidad de efectuar cambios. Después de cierto grado de avance, la capacidad de llevar a cabo transformaciones, se hace mínima.

El resultado básico de la curva de influencia es la importancia que tiene la planeación detallada al principio del proyecto, cuando todavía hay posibilidad de influir plenamente en los diferentes aspectos.

A partir de ahora se representarán las funciones y los principales elementos que debe conducir a un plan de proyecto. Primero será necesario comprender la teoría de la planeación, la cual proporciona los elementos para establecer la organización de un proyecto.

Posteriormente, se analizará el resto de los pasos del proyecto, enmarcando de manera introductoria los aspectos más importantes que influyen en el desarrollo.

El plan del proyecto es un documento que insta los objetivos y la manera en que se va a elaborar el proyecto. Es importante que tal documento se realice de manera escrita y que todos los involucrados tengan conocimiento del mismo. Esto permite que todos los participantes entiendan el objetivo al que se va dirigiendo el trabajo y la función de cada uno dentro del equipo.

Se puede llevar a cabo el plan de dos maneras que dependen de cómo fluye la información. Estas son *top-down* y *bottom-up*. En la primera, la información fluye de la dirección a los ejecutores; en la segunda, fluye de los ejecutores hacia la dirección, la cual sólo se dedica a coordinar. Lo mejor indicado es efectuar una combinación para que exista una retroalimentación entre ambos, y con ello permitir que todos los involucrados enriquezcan su plan.

El plan terminado tiene cuatro funciones, a saber:

*Comunicación:* este documento es una herramienta de notificación de la información, en la medida que amplía la difusión entre los participantes, la cual permitirá unir criterios y aumentar el compromiso con el proyecto.

*Control:* mecanismo que da información de cómo avanza el proyecto respecto a lo deseado.

*Coordinación:* al tener diversos recursos se hace necesario saber cuáles se están utilizando, en qué momento y en qué magnitud. Por lo que tanto todos los recursos ya sean humanos, materiales, financieros y tecnológicos, estarán en constante interacción dentro de la vida del proyecto.

*Prevención:* como se estudió en la Unidad anterior, toda estrategia a seguir debe tener un plan de contingencia donde haya una anticipación a los problemas que se puedan provocar, y prevenirlos con el análisis de los riesgos y amenazas que pueden surgir durante el desarrollo.

Elementos de un plan: los elementos fundamentales que deben existir en un plan son los enlistados a continuación:<sup>56</sup>

- Objetivo.
- Estructura del trabajo.
- Programa de actividades.
- Organización del equipo de proyecto.
- Gráfica lineal de responsabilidades.
- Normas.
- Presupuesto.
- Análisis de riesgos.

A continuación se describe de manera breve cada elemento.

El objetivo es un fin, tarea o actividad que se quiere lograr en cierto tiempo. Los mismos deberán dividirse en generales y específicos. Según Kersnert los objetivos del proyecto deben ser:<sup>57</sup>

---

<sup>56</sup> Omar Romero Hernández, David Muñoz Negrón, Sergio Romero Hernández, *Introducción a la ingeniería un enfoque industrial*, p. 336.

- Específicos.
- No muy complejos.
- Medibles, tangibles y verificables.
- Razonables y alcanzables.
- Establecido de acuerdo a los recursos disponibles.
- Consistente con los recursos disponibles y anticipados.
- Consistente con los planes, políticas y procedimientos organizacionales.

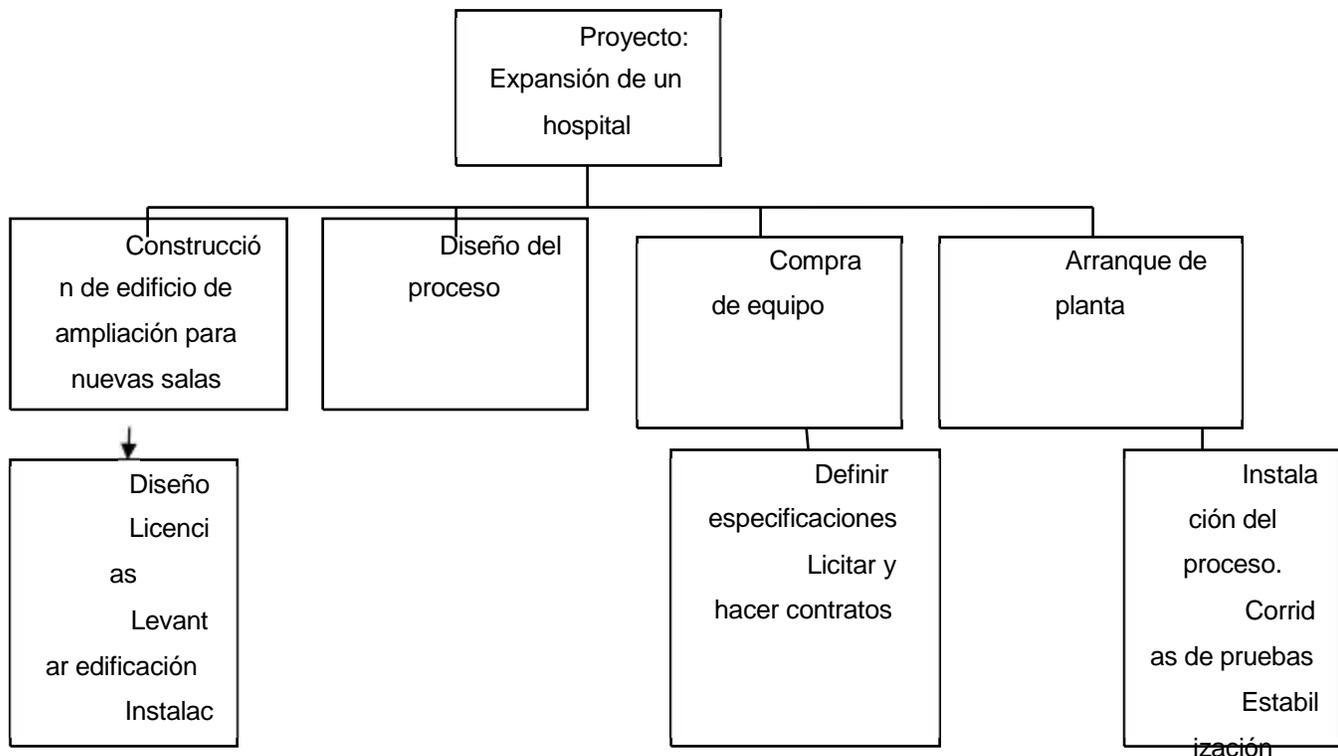
*Estructura de trabajo.* Ésta es la estrategia a seguir en la división del trabajo. La estructura es la parte analítica de la administración de proyectos. Inicia de lo más sencillo a lo más complejo, se divide en partes según la complejidad del plan. Puede tener desde el plan general, los subplanes y las tareas concretas.

Un ejemplo de esta subdivisión se puede ver en la construcción de un edificio, cuando se divide en cimentación, obra negra y acabado. Otra manera de estructurar este mismo objetivo es cuando se estructura la obra por plantas, por ejemplo, primera planta, segunda planta, etcétera. La labor del líder del proyecto será seleccionar el modo más factible según las características y las condiciones del proyecto.

Existen varias maneras de representar la estructura del trabajo. Las más comunes son las gráficas de árbol y los listados con códigos de actividades, véase el siguiente ejemplo.

---

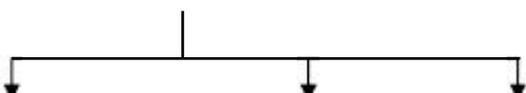
<sup>57</sup> Omar Romero Hernández, David Muñoz Negrón, Sergio Romero Hernández, *Introducción a la ingeniería un enfoque industrial*, p. 336.

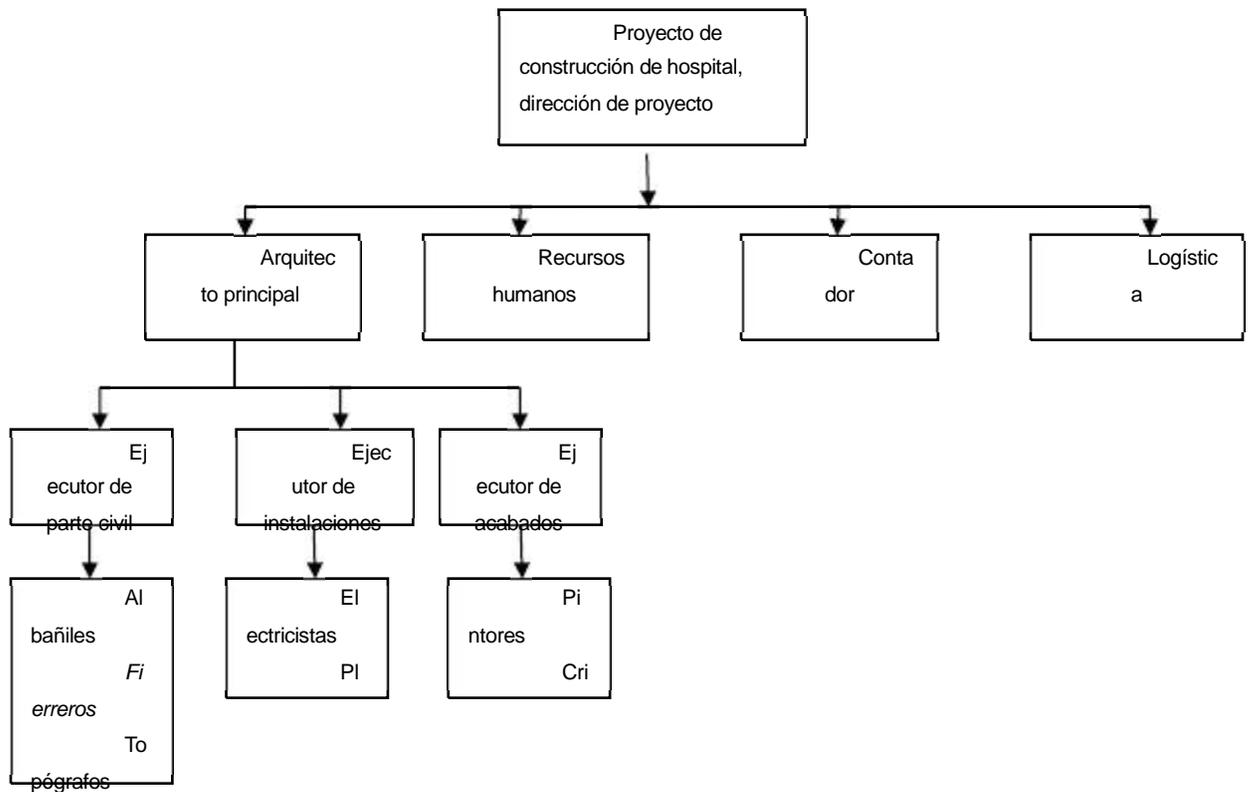


*Programa de actividades.* Éste tiene como objetivo asignar tiempo al proyecto y dar fechas de cuándo deben culminarse las distintas fases del proyecto, esto deberá seguir un orden lógico y organizado. Cuando se tiene una idea clara del trabajo, es necesario establecer las relaciones lógicas entre ellas. No es posible en la construcción de un edificio poner cerámica en los pisos, sin levantar las paredes. La cerámica se vería seriamente afectada. Por tal razón, se debe seguir una secuencia organizada.

*Organización del equipo proyecto.* Es la organización de los involucrados en el proyecto de manera organizada, atendiendo a la especialidad y experiencia de cada colaborador para que de esta manera las tareas se hagan con la mayor calidad posible.

Un ejemplo de esta organización se aprecia en la gráfica y tabla que siguen a continuación. En ésta se definen las funciones de cada cual y está directamente relacionada con los tres pasos anteriores.





	Tareas	Responsable de proyecto	Administrador financiero	Administrador de mercadotecnia	Administrador de producción	Administrador de contrato
Disño de plan		<i>p</i>	<i>i</i>	<i>i</i>	<i>i</i>	<i>i</i>
Negociar contrato con los socios		<i>i</i>	<i>r</i>		<i>i</i>	<i>p</i>
Desarrollo de un nuevo producto.		<i>n</i>	<i>n</i>		<i>n</i>	<i>n</i>
Establecer costos		<i>i</i>	<i>p</i>			

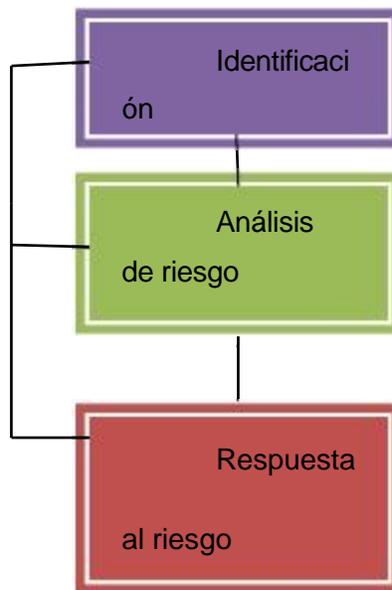
p- principal responsable.  
r- revisión.  
n- notificación.

**Normas.** Las políticas o normas son una guía para la toma de decisiones y acciones individuales. Son el conjunto de políticas que definen cómo deben ser las cosas.

*Presupuesto.* El presupuesto es una planeación de gastos requeridos para cumplir los objetivos, y muestra la manera en que será distribuido el dinero en el proyecto.

*Análisis de riesgos.* Este paso no es más que anticiparse mediante un plan de contingencia a los posibles contratiempos que puedan existir.

En el siguiente diagrama se expone una de las maneras de “acorrallar” a los riesgos y tomar medidas sobre éstos.



Otra manera puede ser mediante el uso de tablas, por ejemplo:

Riesgos	Posibles manifestaciones	Medidas a tomar	responsable
---------	--------------------------	-----------------	-------------

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Menciona los pasos de un proyecto y aplícalos en la organización de uno de tu propio interés. Entrega en un escrito de cinco cuartillas.

### 6.4 EVALUACIÓN DE PROYECTOS

En este subtema se abordará la fase final de la puesta en marcha del proyecto y la evaluación de los resultados.

La etapa de puesta en marcha de un proyecto se refiere a echar andar lo proyectado de manera experimental para verificar que todo funciona como se pensó o planificó. En esta fase se demuestra la calidad del trabajo de todo el equipo y si se cumplió con todo lo planificado.

Posterior a esta etapa viene la última, que es la evaluación del proyecto. Para una buena evaluación hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

Los criterios para definir la evaluación de un proyecto pueden ser diversos. Estos se definen según la clasificación del proyecto. Los más comunes a todos los tipos de proyectos son los siguientes:

- a) El Funcionamiento.
- b) El nivel de riesgo.
- c) La rentabilidad.
- d) El impacto en la sociedad.
- e) La aceptación por parte del cliente.
- f) El aportes al desarrollo.

Se explicará brevemente en qué consisten cada uno de los criterios.

**Funcionamiento:** En este parámetro se mide la calidad del proyecto con respecto al funcionamiento y el objetivo que se deseaba y por el cual se realizó el proyecto.

**Nivel de riesgo:** en este parámetro se mide que el sistema opere con la menor cantidad de riesgos posibles y que a su vez cuente con un plan de contingencia que funcione.

**Rentabilidad:** en este criterio se mide que el proyecto genere las ganancias o utilidades que se estimaron y de no ser de tipo económico, si cumple con su objetivo social para el que fue diseñado.

**Impacto en la sociedad:** en este aspecto se mide el impacto o los beneficios que aporta el proyecto a la comunidad.

**Aceptación por el cliente:** en este parámetro se medirá el nivel de conformidad del cliente con el proyecto.

Aportes al desarrollo: se miden los beneficios del proyecto al desarrollo de la sociedad.<sup>58</sup>

### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE.

Atendiendo a lo estudiado, elije un proyecto de naturaleza ingenieril que te haya interesado y realiza la evaluación tomando en cuenta los criterios explicados. Desarróllalo en cinco cuartillas.

---

<sup>58</sup> Tomado de la página <http://www.google.com.mx/imgres?q=inicio+de+u+proyecto>

# AUTOEVALUACIÓN

## 1. Enlace correctamente según convenga

a) Definición de proyecto	1. Funcionamiento: En este parámetro se medirá la calidad del proyecto con respecto al funcionamiento y objetivo que se deseaba y por el cual se realizó el proyecto.
b) Clasificación de proyectos	2. Un proyecto es un modelo de emprendimiento a ser realizado con las precisiones de recursos, de tiempo de ejecución y de resultados esperados.
c) Etapas para la elaboración de proyectos	3. Pasos a seguir. <ul style="list-style-type: none"><li>• Objetivos.</li><li>• Estructura del trabajo.</li><li>• Programa de actividades.</li><li>• Organización del equipo de proyecto.</li><li>• Gráfica lineal de responsabilidades.</li><li>• Normas.</li><li>• Presupuesto.</li><li>• Análisis de riesgos</li></ul>
d) Evaluación de proyectos	<ul style="list-style-type: none"><li>• 4. Proyectos pequeños.</li><li>• Proyectos medianos.</li></ul> Proyectos grandes (macro proyectos)

## Respuestas

1d

2a

3c

4b

## UNIDAD 7

### RAMAS DE LAS INGENIERÍAS

#### OBJETIVO

En esta Unidad, el estudiante conocerá las distintas ramas de la ingeniería con el objetivo de que distinga las peculiaridades de cada una de éstas, y logre orientar su vocación e intereses propios con la mayor cantidad de información posible.

#### TEMARIO

7.1 ESPECIALIZACIÓN DE LA INGENIERÍA

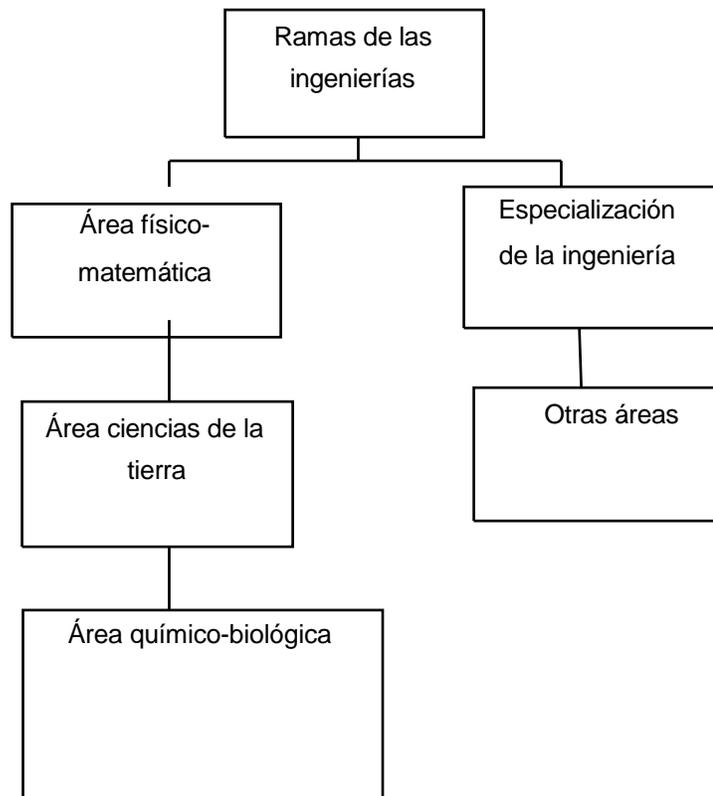
7.2 ÁREA FÍSICO-MATEMÁTICAS

7.3 ÁREA CIENCIAS DE LA TIERRA

7.4 ÁREA QUÍMICO-BIOLÓGICA

7.5 OTRAS ÁREAS

# MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

En esta Unidad se abordará una síntesis de las diferentes ramas de la ingeniería y sus distintas aplicaciones. Se explica brevemente la importancia de cada rama en la industria y la ingeniería en general. Se dan a conocer sus objetivos y aplicaciones en función de la utilidad que cada una de ellas ofrece a la labor del ingeniero industrial.

El ingeniero industrial deberá dominar conceptos básicos de cada una de ellas, para que de esta manera posea mayor información y un mejor desempeño en su labor. Cada una de estas ramas aporta conocimientos útiles que deben aprovecharse como una herramienta más.

Dentro de estas ramas se encuentran las ciencias físico-matemáticas. Es el método científico que emplea la matemática en el análisis de problemas físicos y en la formulación de teorías físicas.

Luego, se abordan las características esenciales de las ciencias de la tierra, y al igual que el resto de las disciplinas, se encuentran en constante transformación y obtienen cada día avances en beneficio de la humanidad y la ingeniería.

Las ciencias químico-biológica son otra de las ramas más destacadas. Éstas usan técnicas que permiten entender y regular los sistemas vivos, siendo ésta rama una en la que más esperanza tiene la ciencia para resolver diversos problemas, y que hoy afectan a la humanidad como la degradación del ambiente.

Se proporciona un esbozo del resto de las ramas de la ingeniería, cada una de ella según la división del trabajo, aborda una cierta área que se define según su labor. De ellas, el ingeniero industrial deberá tener conocimientos básicos debido al carácter universal de esta especialidad.

## 7.1 ESPECIALIZACIÓN DE LA INGENIERÍA

Dentro de la vida laboral de los profesionales, una vez que culminan sus estudios universitarios, deberán continuar superándose, especializándose en las distintas ramas que su profesión ha generado. En la ingeniería, al igual que en las ciencias médicas, éstas son muy amplias y se necesita de una especialización para llevar a cabo de la mejor manera cualquier labor a desempeñar. En la ingeniería industrial existen varias especializaciones, las cuales varían según la localidad. Recuérdese que el ingeniero industrial está capacitado para dirigir el proceso industrial en cualquier rama de la economía y con base en esto deberá especializarse.

Los tipos de industrias son disímiles dentro de la economía mundial, como por ejemplo, la industria:

- Minera.
- Textil.
- Gráfica.
- Farmacéutica.
- Mecánica.
- Militar.
- Eléctrica.
- Naval.
- Portuaria.
- Agroindustrial.
- Química.
- Hidráulica.
- Aeronáutica.
- Biotecnológica.
- Alimentaria.
- Transporte.
- Siderúrgica.
- Materiales de la construcción.

- Industria del papel.

El ingeniero industrial debe tener conocimientos para dirigir y organizar cada uno de estos procesos industriales, pero para esto deberá especializarse en la rama en la que se encuentre laborando, para que de esta manera posea un conocimiento más amplio acerca de la responsabilidad que tiene sobre la industria.

Generalmente, las universidades ofrecen a los profesionales posgrados y maestrías con el objetivo de que se especialicen y superen.

Existen otras especializaciones que le son comunes a la mayoría de los ingenieros industriales, pero son de naturaleza más teórica, entre ellas se encuentran las siguientes:

- a) Matemáticas aplicadas.**
- b) Principios de ingeniería de procesos.**
- c) Análisis de procesos industriales.**
- d) Instrumentación y redes de comunicación industrial.**
- e) Modelos y simulación de procesos en Hysys.**
- f) Control industrial de procesos.**
- g) Gerencia de proyectos de procesos industriales.**

Según la Universidad Nacional del Nordeste, en Argentina, “la ingeniería es una profesión diversificada. Se compone de varias ramas principales o campos de especialización y ramas menores. Los ingenieros han creado estas ramas en respuesta a la constante ampliación de los conocimientos tecnológicos del mundo actual”.<sup>59</sup>

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Explique por qué es importante la especialización en el ingeniero industrial.

---

<sup>59</sup> <http://ing.unne.edu.ar/dep/eol/fundamento/tema/T3.pdf>

## 7.2 ÁREA FÍSICO-MATEMÁTICO

“La física matemática surge como una disciplina de la ciencia apoyada vigorosamente en las ciencias matemáticas y logra identidad propia a partir de las revoluciones cuántica y relativista de principios del siglo XX. Es el método científico a la cual le corresponde la aplicación de la matemática a problemas físicos y el desarrollo de métodos matemáticos apropiados para dichas aplicaciones y para la formulación de teorías físicas (definición del *Journal of Mathematical Physics*).”<sup>60</sup>

En la física se aplican dos ramas elementales: teórica y experimental. La física-matemática está estrechamente relacionada con la parte teórica de esta ciencia básica, en la cual la matemática se convierte en una herramienta para simbolizar los fenómenos. La física-matemática alcanza un elevado nivel de precisión y exactitud en sus. Investiga los orígenes de modelos físicos con el mayor rigor y ocasiones precisando aspectos que eran considerados resueltos. Tomando en cuenta la sistematicidad de estos procesos, se obtienen teorías más generales e investigaciones con resultados más precisos y exactos.

La mecánica cuántica, mecánica estadística, relatividad e hidrodinámica (aunque por su entorno son propicias a poderse aplicar en otras ramas de la física), son ciencias físico-matemáticas en las que se han obtenido modelos más completos de la fenomenología observada.

En la actualidad, la interdisciplinariedad es un principio constante. Las ciencias naturales y exactas se unen para obtener resultados conjuntos. Un fenómeno ya no es visto aisladamente. La integración de diversos factores lleva a mejores resultados.

### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Investiga sobre algún avance importante, producto de la ingeniería, que se haya derivado del área físico–matemática.

---

<sup>60</sup> Tomado de la página <http://www.cua.uam.mx/docs/CNI/fisico%20maticas.php>

### 7.3 ÁREA CIENCIAS DE LA TIERRA<sup>61</sup>

Esta disciplina conjunta a varias ciencias, las cuales forman un todo, se enfocan en el estudio de la estructura interna, la morfología superficial y la evolución del planeta Tierra (geografía).



Las ciencias de la tierra o geociencias, al igual que el resto de las disciplinas, se encuentran en constante cambio y desarrollo, dando a la luz cada día a nuevos avances en beneficio de la humanidad.

Entre las diversas ramas de las ciencias de la tierra, se pueden citar: a la Geofísica, la Geología, la Geomorfología, la Geoquímica, la Sismología, la Climatología, la Mineralogía, la Vulcanología, la Tectónica, la Petrología, la Edafología, la Hidrología, la Meteorología, la Petrografía, la Paleontología, la Oceanografía y Geodesia, así como a las ciencias ambientales, y las ciencias marinas.

Esta rama científica es un eje central del desarrollo de los saberes científicos, en un acercamiento que promueve los conocimientos del ambiente, los biológicos, la hidrosfera y la litosfera, estructurada mediante grandes temas, como los que se citamos a continuación:

- La creación y desarrollo del universo.
- La creación y desarrollo del sistema solar.
- La creación y desarrollo de la tierra.

Estos temas mantienen una estrecha relación junto con las grandes preguntas sobre la evolución del universo, de la tierra y de las formas vivientes.

Los descubrimientos científicos acerca del sistema solar y nuestro planeta han demostrado que el mundo es más complejo y activo de lo que se pensaba. Las transformaciones tanto por causas naturales como por causas

<sup>61</sup> Imagen tomado de la página <http://www.google.com.mx/imgres?q=ciencias+de+la+tierra>

humanas, cada día son más dramáticas y afectan simultáneamente a las áreas de todas las ciencias. Frente a esto, se desarrolla a toda velocidad la biosfera como ciencia que determina la solución de problemas relacionados con tales cambios.

Áreas científicas como la Astrofísica, la Geología, Geografía Física, Climatología, Biología, Física y Química, deberán enfocarse en establecer proyectos interrelacionados en el que cada ciencia aporte desde sus campos soluciones y que puedan contribuir a resolver problemas.

Las ciencias, por separado, no pueden reproducir el conjunto, pero sus aportes pueden unirse para una mejor solución. Por tal razón, las ciencias de la tierra como conjunto de varias ciencias, deberán construir un modelo que satisfaga nuestras interrogantes.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Describe una de las ramas de las ciencias de la tierra que más te interesen y da a conocer tres grandes avances.

### 7.4 ÁREA QUÍMICO-BIOLÓGICA

La química-biológica es la ciencia que se dedica al estudio de las biomoléculas, las cuales son componentes de los seres vivos y la manera en que éstas se relacionan. Estudia las leyes físicas y químicas de la materia inanimada para mantener y perpetuar la vida. Esta ciencia ha avanzado en los últimos años en gran medida, y es una de las ciencias en las que el mundo tiene puestas grandes expectativas por su capacidad para resolver problemas del ambiente. Es un área que se apoya en la biotecnología para su desarrollo, y en el Unidad 3 se vio todas las ventajas que ofrece esta disciplina.

Otro concepto de esta ciencia lo emite el doctor Héctor Alfredo Molina mediante la revista médica universitaria, en ella expresa que la química biológica es la ciencia que estudia la naturaleza y el comportamiento químico de las células, ya sean de origen animal, vegetal o humano.<sup>62</sup>

<sup>62</sup> Tomado de la página [http://revista.medicina.edu.ar/vol02\\_01/01/vol02\\_01\\_Art01.pdf](http://revista.medicina.edu.ar/vol02_01/01/vol02_01_Art01.pdf)

Hace más de medio siglo, la ciencia ha intentado usar las definiciones principales y las técnicas de la química para entender los sistemas vivos. Las definiciones han evolucionado y en los últimos años y, con base en su desarrollo, se han creado nuevas disciplinas, las cuales se desarrollan en los límites de la química y la biología, por ello, la denominación de ciencias químicas-biológicas. Así, esta ciencia busca solucionar problemas biológicos a escala molecular. Ha tenido un gran impacto en la ingeniería de alimentos.

La química y la biología usan técnicas en las que se apliquen los avances de la química para entender y regular los sistemas vivos.

Desde este punto de vista, para comprender la importancia del enlace entre ambas disciplinas, se puede mencionar el logro de la secuenciación del genoma humano en su aplicación de un secuenciador de DNA que, a su vez, estaba fundamentado en el método de secuenciación de químicos. Por lo que se puede afirmar que el desarrollo de esta ciencia trae nuevos horizontes.

Ahora, los análisis se enfocan al estudio de moléculas y sistemas extremadamente complejos, formados por proteínas, ácidos nucleídos, hidratos de carbono, y lípidos, y se busca entender cómo son las interacciones entre éstos. El entendimiento de la vida inmiscuye la correlación de otras áreas, como la biología molecular y celular, la biología estructural, la inmunología, la farmacología, las neurociencias y la biofarmaceútica, entre otras.

La química combinatoria se descubrió gracias a la unión de los conceptos matemáticos con la química. Mediante el modelado molecular y la química computacional es posible visualizar hechos fisiológicos con una escala atómica. Del mismo modo, la biología molecular germinó hace años, tomando las reglas de la biología, la química, la medicina y la genética, como una disciplina en la frontera de estas ciencias.

Las primeras aplicaciones de esta ciencia se registraron en la comprensión y el desarrollo de técnicas biofísicas, como la difracción de rayos X y la espectroscopia de resonancia magnética nuclear. Ésta ciencia ha permitido tener accesos al conocimiento de topologías estructurales de distintas proteínas con una precisión asombrosa.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Investiga y elabora una síntesis sobre las principales actividades de un ingeniero, cuya área de conocimiento esté centrada en el área químico–biológicas. Describe al menos tres avances de esta área.

### 7.5 OTRAS ÁREAS

A lo largo del tiempo, la ingeniería ha ido evolucionando. Los primeros ingenieros tenían conocimientos variados acerca de diferentes disciplinas, y eran a su vez un poco científicos y a al mismo tiempo un poco innovadores. Sin embargo, el propio desarrollo dio lugar a la necesidad de que surgieran las especializaciones como manera más práctica y segura de organizar y comprender mejor el conocimiento. Los primeros pasos los dieron las civilizaciones antiguas cuando dividieron la ingeniería en militar y civil, posteriormente ya se ha hecho una gran división de las especializaciones de las ingenierías.

Entre las diversas ramas de la ingeniería se pueden mencionar a las siguientes:

- Ingeniería química: se estableció en el siglo xix con la proliferación de procesos industriales que comprenden reacciones químicas en metalurgia, alimentos y textiles.
- Ingeniería civil: es una de las ramas más antiguas. Se dedica a la construcción de obras urbanas que permiten mejorar la calidad de vida en grupos y comunidades, así como el establecimiento de mejores comunicaciones. Construye puentes, carreteras, acueductos, etcétera.
- Ingeniería eléctrica: esta rama se dedica al estudio y aplicación de las fuentes de energía que generan movimiento y proporcionan luz. Traen grandes beneficios a la industria y a la sociedad. Es una de las ramas que en estos tiempos centra sus estudios en encontrar nuevas formas de energías renovables.

- Ingeniería industrial. está relacionada con el diseño e instalación y mejoramiento operacional de sistemas integrados de recursos humanos, materiales y equipos. Hace uso de los conocimientos de la física, la matemática, la química y las ciencias sociales, unidas a los principios de diseño y análisis de la ingeniería para evaluar y organizar el proceso de funcionamiento de la industria.
- Ingeniería mecánica: ésta estudia los componentes de las maquinarias, el diseño y aplicación. Es una de la más usada dentro del proceso industrial y del transporte. Por su gran amplitud, generalmente, se subdivide según el área, por ejemplo, mecánica automotriz, mecánica naval, mecánica agrícola, entre otras.
- Ingeniería agrónoma: esta disciplina trata sobre la producción de los alimentos, de materia prima, y producción forestal; garantizan la producción de alimentos para la población. Aborda aspectos de protección y conservación del ecosistema, de los recursos acuíferos, suelos y ambiente en general.
- Ingeniería electrónica: la llamada ciencia del futuro tiene una amplia aplicación en la industria de las telecomunicaciones, la medicina, el transporte, la refrigeración, la industria militar, entre muchas más.
- Ingeniería en computación: se dedicada al desarrollo y aplicación de sistemas computacionales (software), los cuales marchan a la vanguardia en nuestros días.
- Ingeniería en sistema: disciplina debatida y estudiada en Unidades anteriores, la cual es de gran utilidad para el ingeniero industrial, le ayuda en la toma de decisiones.

Muchas son las ramas de la ingeniería y sus diversas utilidades para el desarrollo de la humanidad, véase el siguiente diagrama, para conocer cómo se encuentra la distribución de especialistas por ramas.<sup>63</sup>



### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Haz una investigación de tres ramas de la ingeniería y sus principales avances.

<sup>63</sup> Tomado de Omar Romero Hernández, David Muñoz Negrón y Sergio Romero Hernández, *Introducción a la ingeniería industrial. Un enfoque industrial*, p.13.

## AUTOEVALUACIÓN

Enlace las siguientes columnas según corresponda.

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1-Especialización de la ingeniería | a) En esta disciplina se unen varias ciencias que forman un todo y que se dedican al estudio de la estructura interna, la morfología superficial y la evolución del planeta Tierra (Geografía).   |
| 2-Área físico-matemático           | b) Ingeniería química. Una gran rama de nuestra disciplina es la ingeniería química, la cual se estableció en el siglo XIX con la proliferación de procesos industriales que comprenden reacciones químicas en metalurgia.                              |
| 3-Área ciencias de la tierra       | c) Es la ciencia que se dedica al estudio de las biomoléculas, componentes de los seres vivos y la manera en que éstas se relacionan respetando en todo momento las leyes físicas y químicas de la materia inanimada para mantener y perpetuar la vida. |
| 4-Área químico-biológica           | d) Generalmente las universidades ofrecen a los profesionales posgrados y maestría con el objetivo de que se especialicen y superen; por ejemplo, otra de las especializaciones que le son comunes  |

a la mayoría de los ingenieros: son la mercadotecnia, la informática, la protección industrial, entre otras.

5-Otras áreas

e) Es el método científico al cual le corresponde la aplicación de la matemática en problemas físicos, y el desarrollo de métodos matemáticos apropiados para dichas aplicaciones, y para la formulación de teorías físicas

### Respuestas

1d

2e

3a

4c

5b

## UNIDAD 8

### OPORTUNIDADES Y RETOS

#### OBJETIVO

En la siguiente Unidad, el estudiante comprenderá las diversas ventajas que le ofrece la preparación científica y tecnológica para su desenvolvimiento en una sociedad en constante avance, y a la vez fortalecerá su compromiso con la sociedad y el planeta.

#### TEMARIO

##### 8.1 INGENIERÍA Y EDUCACIÓN

###### *8.1.1 Educación científica*

###### *8.1.2 Educación tecnológica*

###### *8.1.3 Educación y globalización*

##### 8.2 ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA

###### *8.2.1 Tipos de industria*

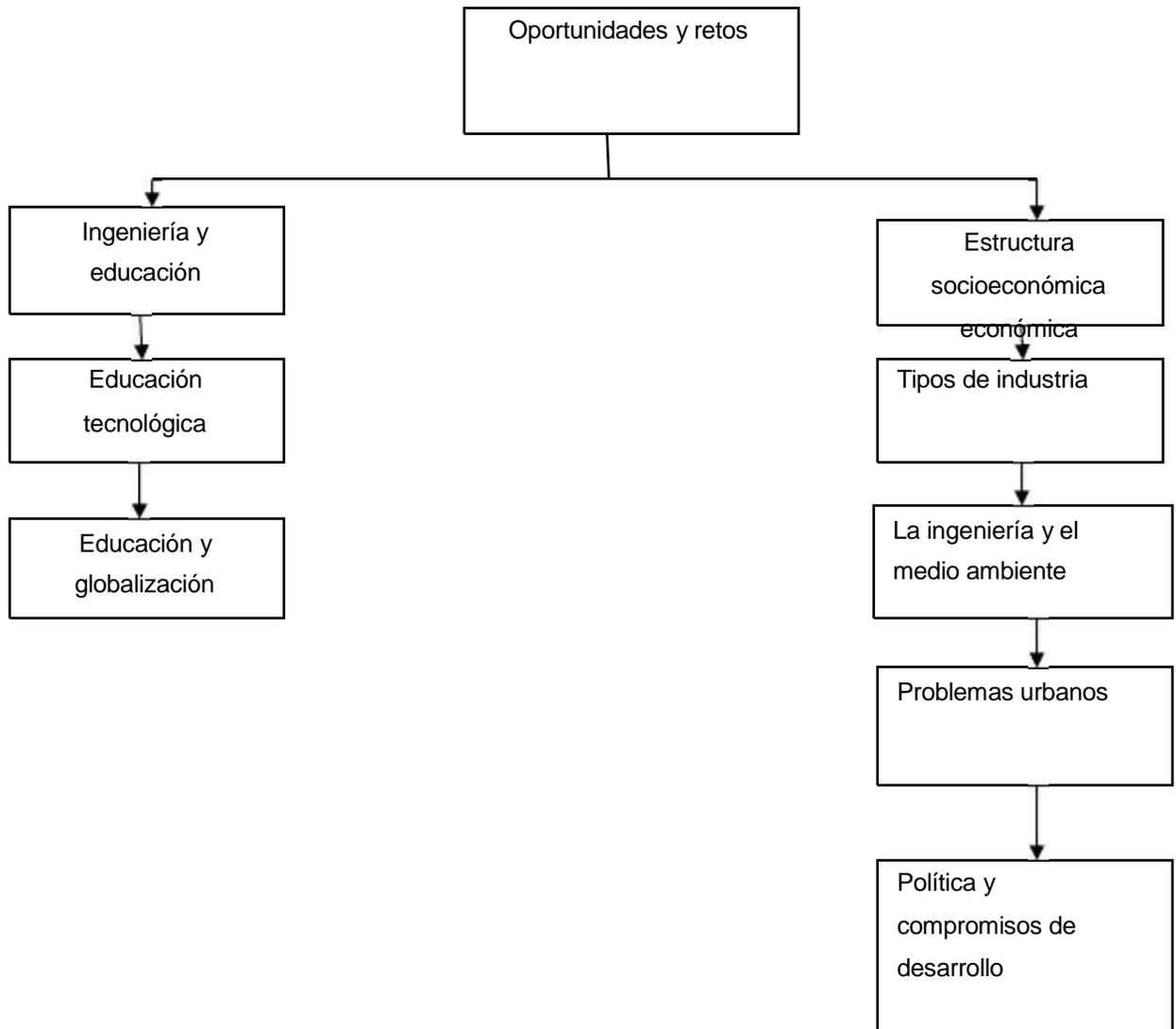
###### *8.2.2 La ingeniería y el medio ambiente*

###### *8.2.3 Problemas urbanos*

###### *8.2.4 Contaminación ambiental*

###### *8.2.5 Política y compromisos de desarrollo*

# MAPA CONCEPTUAL



## INTRODUCCIÓN

En la presente Unidad se abordarán temas de actualidad para todos los profesionales de la ingeniería industrial de hoy en día. Entre ellos, los nuevos enfoques de la educación científica, la educación tecnológica y la relación de la educación con la globalización. Este último fenómeno relacionado con la expansión de las tecnologías, las políticas económicas y hasta la cultura. Fenómeno que tiene sus ventajas pero también sus contradicciones. Las ventajas tienen que ver con la posibilidad de ampliar y socializar a mayor escala los conocimientos y la tecnología; en tanto que las contradicciones tienen que ver esencialmente con el hecho de que esa expansión sea predominantemente de los países más desarrollados, dejando en desventaja a los países en desarrollo. Esto es un importante punto que deben considerar los profesionales de la ingeniería industrial del mundo en vías de desarrollo.

El ingeniero a la vez deberá tomar conciencia de la sociedad donde se desenvuelve y tener cultura de cómo funcionan las estructuras socioeconómicas, uno de los temas abordados en esta Unidad. Se explica brevemente cómo influyen las estructuras en el desarrollo de la sociedad y la ingeniería.

Para finalizar, se desarrollan temas que son, hoy en día, un gran problema para la humanidad: los problemas ambientales. Esto para la ingeniería y sobre todo la ingeniería industrial, debe constituirse en un reto, pues la industria es una de las principales causas del problema ambiental que experimenta el planeta. Se ofrecen algunas alternativas para lograr una economía sustentable.

## 8.1 INGENIERÍA Y EDUCACIÓN

La educación en ingeniería, en esta nueva era, deberá estar acorde con la sociedad contemporánea, la cual es cada vez más compleja y variable. Los esquemas tradicionales de la educación deberán transformarse en todos los niveles. Las políticas y los ejercicios educativos en muchos países, han dado respuestas inocuas a los requerimientos de coexistencia armónica, justa y respetuosa; de prosperidad y desarrollo. Por lo que se deberá conceder a la formación humana y a la formación en las ciencias más importancia, rigor para que de esta manera, crezca la calidad educativa en la educación de los nuevos ingenieros.

Diversos son los problemas de las sociedades en la actualidad. Existe una elevada dependencia, subdesarrollo, crisis económicas recurrentes y cíclicas, desempleo, marginación, inseguridad, bajo ingreso o pobreza extrema en altos porcentajes. Por otro lado, las nuevas tecnologías se imponen en el mundo globalizado y se necesitan profesionales altamente capacitados y comprometidos con el desarrollo de sus regiones.

La ingeniería está ampliamente asociada con el desarrollo de un país. Es necesario que los sectores gubernamentales inviertan los recursos necesarios y proporcionen todo el apoyo a la educación de las ingenierías, a los avances de la ciencia y la técnica, pues es una de las diferencias que separa a los países desarrollados de los que no lo están o se encuentran vías de crecimiento.

Lo anterior hace necesario implementar una planeación a largo plazo mediante la aplicación de políticas educativas sabias, algo que para muchos, países sobre todos los desarrollados, es una práctica usual. Por lo que se deberán tomar las siguientes medidas:

- a) Establecer proyectos concretos para lograr mayor calidad en los sistemas educativos, induciendo en todo momento la calidad humana y la ética como parte fundamental en la formación de las nuevas generaciones.

- b) Apoyar y desarrollar iniciativas y proyectos que aceleren el avance de los países en desarrollo.
- c) Considerar la labor del ser humano como premisa elemental y definitoria en los procesos educativos.
- d) Estimular acciones que produzcan iniciativas en aras de lograr el constante desarrollo de la ciencia y la técnica, dando a este tema la prioridad que merece por el lugar que ocupa en el desarrollo de las naciones.

En la actualidad se están efectuando grandes cambios, como la apertura comercial, la competitividad internacional creciente e imponente, la globalización, el desarrollo científico y tecnológico acelerados, modificaciones en la geografía política debido a factores étnicos, políticos, económicos o religiosos. Las sociedades han entrado en una etapa de modernización sin precedentes, y las políticas educativas actuales deberán responder a estos cambios con la mayor eficacia posible, como fenómeno íntimamente relacionado con los procesos sociales. La educación como proceso dentro de la sociedad, trasmite cultura, es decir los valores, normas, pautas de comportamiento y conocimiento científicos y tecnológicos.<sup>64</sup>

La educación irradia las circunstancias en que se encuentran las sociedades en las que se realiza. En muchos países en desarrollo, la educación superior sólo ha dado respuestas a medias al desafío de aportar al desarrollo de la calidad de vida y al desarrollo científico técnico.

La educación superior, y en particular la educación en la ingeniería, tendrá que adoptar un papel protagónico en el desarrollo de las expectativas del nuevo milenio, mediante lo siguiente:

- a) El rescate de la identidad y la historia de cada región.
- b) Estimular proyectos que generen avances al país o a la humanidad.

---

<sup>64</sup> Barba, B.C. y M. F. Zorrila, Valores y educación, p. 7. Centro de Artes y Humanidades de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, UAA, México, p. 52.

- c) Rescatar la consolidación de los valores en la sociedad y en la formación humana de los estudiantes.
- d) Sentar las estrategias para la superación sostenible mediante la transparencia y el desarrollo de una infraestructura tecnológica y, sobre todo, científica.
- e) Administración eficaz de los recursos destinados a la educación.
- f) Nueva organización de la educación con vistas a perfeccionarse para afrontar el nuevo siglo.

## ACTIVIDAD DE APERNDIZAJE

Analiza la siguiente noticia<sup>65</sup> y argumenta. Atiende a lo estudiado en el subtema.

### Cristina pidió más ingenieros para “ayudar al país

La presidenta Cristina Kirchner pidió a los jóvenes reorientar su vocación para seguir carreras de ingeniería y advirtió que la meta del Gobierno es que “se reciba un ingeniero cada cuatro mil habitantes”, a fin de permitir al país “seguir creciendo”. Al inaugurar la Universidad Aeroportuaria de Ezeiza, la mandataria hizo un llamado a incrementar la cantidad de egresados en las carreras de ingeniería “civil, automotriz, aeronáutica e informática”.

En ese sentido precisó que en 2003 “se recibía un ingeniero cada ocho mil personas”, mientras que en la actualidad se recibe “uno cada 6.700”, pero señaló que la meta trazada es que “se reciba un ingeniero cada cuatro mil habitantes”.

Frente a la tradición cultural de apostar a carreras como abogacía, contaduría o psicología, la jefa de Estado indicó que es necesario para el futuro de la Argentina que los docentes “inculquen” a los alumnos la vocación para seguir carreras de ingeniería.

---

<sup>65</sup> <http://www.diarioelargentino.com.ar/noticias/99296/cristina-pidio-mas-ingenieros-para-ayudar-al-pais>

Por otro lado, sostuvo que existe “el compromiso del Gobierno con la educación” y aclaró que durante mucho tiempo se le puso a la Argentina “como ejemplo otros modelos”, pero puntualizó que “las políticas de ajuste terminan hundiendo a las economías, por lo que hay que mantener el valor agregado y las políticas de desarrollo e industrialización”.

La Universidad Aeroportuaria de Ezeiza (UAE), ubicada en Barrio 1, contiguo al Aeropuerto Internacional, formará ingenieros en telecomunicaciones; en electrónica y en mecánica aeronáutica. Allí Cristina estuvo acompañada por el gobernador Daniel Scioli; el ministro de Educación, Alberto Sileoni; el intendente Alejandro Granados.”

### *8.1.1 Educación científica*

Una de las premisas fundamentales que deberá seguir la educación científica es la aplicación sistemática de los métodos científicos, de las maneras de razonamientos, lograr las actitudes y habilidad de dialogar de modo argumentado.

Hoy en día todavía existe un predominio de una educación científica repetitiva, aburrida, impersonal y capaz de frenar el potencial creativo, innovador y riguroso de su naturaleza.

La colosal especialización está frenando a la persona a informarse de forma efectiva con profesionales de otras áreas, limita su trabajo en grupos multidisciplinarios y genera baja productividad en el trabajo.

La educación científico técnica debe enfocarse en promover las actitudes científicas junto con los nuevos conocimientos y la manera como se llegó a ellos. Una población educada bajo esta perspectiva, aumenta progresivamente su desarrollo.

Las poblaciones deberán buscar mediante sus gobiernos que se financien y estimulen los proyectos científicos y, a la vez, que la educación científica llegue a todos los niveles y sectores de la sociedad como se refiere en

el resumen del artículo “La educación científica intercultural y el enfoque de las capacidades” de Liliana Valladares (2011). La autora expresa lo siguiente:

Se propone la conformación de una educación científica intercultural como estrategia para la expansión de las capacidades de las personas para hacer y ser aquello que tienen razones para valorar. La educación científica intercultural se fundamenta en tres condiciones: 1) una perspectiva pluralista de los conocimientos; 2) una perspectiva sociocultural de la educación basada en el logro de desempeños competentes ante situaciones problemáticas socialmente relevantes, y 3) la conversión de la pluralidad de recursos cognitivos en oportunidades reales de vivir (capacidades).<sup>66</sup>

De esta manera, los países en desarrollo podrán ponerse a la par de los llamados países desarrollados o del primer mundo. Buscando en sus pueblos los talentos y estimulando el desarrollo de éstos.

La formación de estudiantes de ingeniería deberá estar nutrida de una fuerte tendencia al desarrollo científico que dé la oportunidad de superar e implantar nuevas tecnologías. Se necesita de una revolución científica en la enseñanza de las ciencias en todos los niveles de la educación, pero principalmente en actos que promuevan la generación de la ciencia y la tecnología en cada país.

Los países en desarrollo deben erradicar la dependencia científica y tecnológica que actualmente domina con respecto a los países desarrollados. Esta dependencia se manifiesta en una creciente diferencia entre la calidad de vida de los países desarrollados y los países en desarrollo, dándoles a los países en desarrollo una desventaja en todos los aspectos, y aumentando sus problemas sociales.

A la vez, los países del llamado primer mundo deberán actuar de manera más solidaria con los países en desarrollo, mediante la promoción de

---

<sup>66</sup> En <http://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=10937>

programas de ayuda al avance. La educación científica debe ser también, humanista.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Interpreta el siguiente relato.<sup>67</sup>

El logro de los japoneses ha sido en verdad excepcional: en 1868, al iniciar el período Meiji, decidieron modernizarse y medio siglo después ya eran una potencia económica y militar. La modernización más difícil, la política, la realizaron más lentamente y no sin retrocesos. En el curso de este proceso - cerca de medio siglo- el Japón conoció las tres enfermedades de las sociedades modernas de occidente: el nacionalismo, el militarismo y el imperialismo. Después de su derrota en la Segunda Guerra Mundial y de haber sido víctimas del criminal ataque norteamericano contra Hiroshima y Nagasaki, los japoneses rehicieron su país y, al mismo tiempo, lo convirtieron en una democracia moderna. La experiencia japonesa es única tanto por la rapidez con que asimilaron e hicieron suyas las ciencias, las técnicas y las instituciones de Occidente, como por la manera original e ingeniosa con que las adaptaron al genio del país. Cuando se promulgó la constitución Meiji. El emperador hizo cinco juramentos: uno de ellos expresaba una política nacional hacia la ciencia: [...] el conocimiento se buscará y se adquirirá en cualquier lugar y con todos los medios disponibles para la grandeza y seguridad de Japón.

### 8.1.2 Educación tecnológica

La educación tecnológica se refiere al impulso de estudiantes innovadores y constructores de herramientas que faciliten la vida de los seres humanos, herramientas que minimicen u optimicen procesos.

Esta educación debe integrar y relacionar a los estudiantes con la tecnología y sus aplicaciones en el aspecto social, cultural y económico. Promueve la comprensión de los desarrollos tecnológicos y como éstos repercuten en su vida profesional. La mayor meta es lograr en ellos la habilidad de usar, manejar, comprender y evaluar la tecnología y poseer los

---

<sup>67</sup> Paz, Octavio, *Ideas y costumbres I: Tiempo nublado*, pp. 343, 344.

conocimientos y habilidades que son necesarios para funcionar adecuadamente en un medio complejo.

Sus áreas de estudios deberán estar encaminadas a las necesidades de la sociedad como también a las necesidades de la industria y la economía, haciendo énfasis en la aplicación de lo estudiado y de la teoría, y formando una cultura tecnológica como una destreza más del estudiante ante esta nueva sociedad del conocimiento.

Al reconocer que vivimos en una sociedad industrial, orientada por las tecnociencias y el conocimiento, se están introduciendo nuevas maneras de relacionarnos y actuar en el mundo. Se cambian los significados y valores de las cosas. Esto implica dar más importancia a las aplicaciones de la tecnología y la ciencia.

No obstante, la complejidad de la realidad que se ha creado y el imparable avance de la sociedad de consumo junto al libre mercado y la globalización, han tergiversado el fin de estos avances. Por ello se hace necesario que la perspectiva de educación en la tecnología esté encaminada hacia el ser humano como productor de toda la actividad política, económica, científica y tecnológica. En esa perspectiva de una educación humanista en tecnología, no se puede olvidar que el que crea es más que su creación y la ésta sirve a su creador.

Esto significa que la economía, las ciencias y la tecnología se creen para servir a los seres humanos tanto en el plano colectivo como en el individual. Para lograr tal visión, es necesaria que al estudiar el conocimiento científico tecnológico se le de tanta importancia a sus contenidos, como estar al tanto también de las implicaciones éticas y estéticas de esos conocimientos en la dilucidación y comprensión de la vida humana.

Para lograr esta visión debemos seguir los siguientes principios:<sup>68</sup>

- a) Sensibilizar y admitir que la tecnología y la ciencia no son equitativos, porque plantean tanto aspectos positivos como negativos, que hay

---

<sup>6868</sup> Martínez Marcos "La educación en tecnología: hacia una visión humanista en su desarrollo curricular", *Revista iberoamericana de ciencia y educación*, pp. 4-6.

una ideología y un contexto y, por consecuencia, generan problemas y discrepancias. Al igual son necesarios, mas no imprescindibles ni dan respuestas mágicas y fáciles a los verdaderos problemas y dilemas de la humanidad.

- b) Tener claro que los verdaderos problemas del ser humano son producto de la conducta del hombre, y que éstos trascienden los dominios de la ciencia y la técnica.
- c) Usar el gran poder innovador de la humanidad para apreciar y conservar el planeta y, al mismo tiempo, mejorar la calidad de vida del ser humano.
- d) Promover el desarrollo de actividades que contribuyan a valorar la vida humana y la ética como el eje central en torno al cual va a girar todo conocimiento y su aplicación tecnológica.
- e) Establecer que la ciencia y la tecnología son para el bienestar colectivo y servicio del ser humano y no a la inversa. La tecnología es para todos, independiente de la raza, el país, el sexo, la cultura o posición económica que se tenga.
- f) Dar la razón que la educación humana e integral en tecnología permite el desarrollo de valores y actitudes que nos capacitan para ser personas críticas en la solución de los problemas, y consumidores efectivos.
- g) Dar la razón de que solucionar un problema puede generar otros problemas y dilemas. Por tanto, se debe ponderar la solución de los problemas, de manera objetiva y crítica al momento de la toma de decisiones para que sean en beneficio de la vida del planeta.

Estos principios ofrecen el camino que se debe tomar para desarrollar una visión de la educación tecnológica, para un modelo educativo que acopie el ideal de ser seres humanos racionales, responsables y con una línea correcta hacia el futuro. Quedando claro que el ser humano y el mundo natural no

existen para ser víctimas de tecnologías mal usadas por personas sin escrúpulos ni ética.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Resume la siguiente noticia:<sup>69</sup>

Este jueves fue inaugurada la sexta Conferencia Internacional sobre Enseñanza de la Ciencia en Educación Básica.

Reúne a especialistas y autoridades educativas del mundo para analizar el impacto social positivo que se deriva de una buena educación en ciencias, desde los niveles básicos.

“Actualmente es indispensable que los niños y la población en su conjunto cuenten con una cultura científica y tecnológica que nos permita comprender mejor el mundo moderno pero sobre todo para tomar decisiones informadas en la vida cotidiana”, comentó Yoloxóchitl Bustamante Díez, directora general del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

### *8.1.3 Educación y globalización*

La globalización es un producto humano de gran importancia por su impacto en el desarrollo tecnológico y económico de las sociedades actuales.

Las áreas económica, política, social, cultural, ecológica de las regiones del mundo, están siendo afectadas o experimentan las repercusiones de la globalización, lo que demuestra que el fenómeno ha penetrado en todos los aspectos de la sociedad. La educación no ha quedado exenta de verse afectada por la globalización. El discípulo, parte central e insustituible del proceso educativo, no se dispersa al proceso de globalización y se ve introducido y controlado por el mismo sin saberlo. La necesidad de estar al tanto de este fenómeno, de comprenderlo y de tener los medios para abordarlo, son funciones que en gran medida debe desempeñar la educación en esta nueva era.

---

<sup>69</sup> Noticia tomada de <http://oncetv-ipn.net/noticias/index.php?modulo=interior&nota=51&dt=2011-11-10>

La globalización abarca mucho más que el tema económico, se puede identificar como un conjunto de procesos, principalmente de tipo económico que, mediante las nuevas tecnologías de las comunicaciones y la informática además de la apertura de los países en lo que respecta a restricciones aduanales, hace que los incidentes y problemas que antes repercutían en un lugar determinado de la geografía del planeta, ahora repercutan mundialmente.

Estos fenómenos no son realmente nuevos. Los procesos globalizadores han sido una característica humana que se ha ido renovando a través de los siglos. Ejemplo de ello han sido las ocupaciones del Imperio romano, los viajes de los vikingos o la colonización de América. La historia de la globalización ha estado siempre entre nosotros avanzando paralelamente con la historia.<sup>70</sup> Con respecto a este fenómeno, se deben distinguir dos fases principales: la primera va de 1800 a 1914, y la segunda, la actual, comienza en 1973 (Crisis del Petróleo) o en 1989 (Caída del Muro de Berlín) y llega hasta nuestros días.

La globalización no es una fantasía, es un hecho real, que debe su nacimiento y desarrollo a la acción del ser humano de contenido, principalmente económico. Sienta sus principios ideológicos en el neoliberalismo y el consumismo, los cuales desarrolla por conducto del desarrollo tecnológico de la información y la comunicación, y el impulso de la política neoliberal.

La educación como parte fundamental en el desarrollo de la sociedad no queda fuera de esta tendencia globalizadora y obliga a los sistemas educativos a revolucionar sus estrategias y abrirse al nuevo milenio del saber, dejando atrás tendencias etnocentrista y dando paso a una apertura a la cultura mundial sin permitir bajo ninguna circunstancias que las culturas tradicionales de los pueblos queden apagadas si no al contrario, usando esta nueva herramienta en función de la universalización de la cultura.

Los nuevos profesionales deberán estar formados de acuerdo con una educación integral y avanzada, donde la calidad debe ser premisa fundamental y deberán contar con una visión globalizadora, pero a la vez solidaria con sus semejantes.

---

<sup>70</sup> Tomado de la página <http://www.rieoei.org/deloslectores/3871Sanchez.pdf>

“La globalización es un fenómeno de primera línea en la actualidad por su tremenda importancia para el desarrollo tecnológico y económico de las sociedades actuales. Su formato actual neoliberal y economicista, está suponiendo un ataque a la libertad de los seres humanos y, por tanto, un nuevo reto al que la humanidad debe enfrentarse.”<sup>71</sup>

La globalización no solo ha abarcado el ámbito económico y comercial. Sus influencias han llegado al resto de las ramas de la sociedad, como la cultura, la ecología, y hasta en la manera de concebir el mundo de los pueblos.

La educación no queda exenta de las influencias de la globalización. Como instrumento formador de las nuevas generaciones, deberá conocer a fondo este proceso para orientar a los estudiantes en una educación que los induzca a aprovechar los beneficios de este movimiento, y a conocer los riesgos que pueden derivarse de éste. De tal modo, la globalización sería un beneficio para las regiones y no un obstáculo para su desarrollo.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Desde tu punto de vista, cómo ha influido el proceso globalizador en la educación de México. Argumenta basándote en hechos que demuestren tu respuesta.

### 8.2 ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA

El significado más común de la palabra estructura es toda aquella forma de arreglo o modo como está organizado algo. Su uso en la ciencia se coloca en los botánicos del siglo XVIII, los cuales la usaron como base de sus clasificaciones descriptivas. Sin embargo, quien utilizó una noción parecida a lo que hoy se entiende por estructura, es al naturalista francés Georges Cuvier (1769-1832), fundador de la paleontología. Cuvier estudio y comparó la cohesión orgánica y el conjunto de relaciones de dependencias existente entre los diversos sistemas internos (esqueleto, circulación, digestión, respiración). De tal modo, se puede deducir que la estructura no es más que la manera en

---

<sup>71</sup> Sánchez Delgado P., Rodríguez Miguel. J.C., *Revista Iberoamericana de Educación*, año 2011, No 54/55, p.1.

que se organiza un conjunto de partes o acciones con el objetivo de conseguir un propósito de la mejor manera posible.<sup>72</sup>

Por su parte, Carlos Marx afirmó que la sociedad es un todo, donde las relaciones que se establecen en la estructura productiva, constituyen la base en que se asienta la vida cultural y política de la sociedad.

Marx, además, definió estructura o base económica de la sociedad como el conjunto de relaciones que establecen los hombres para producir los bienes necesarios para su subsistencia; también la denominó modo de producción.

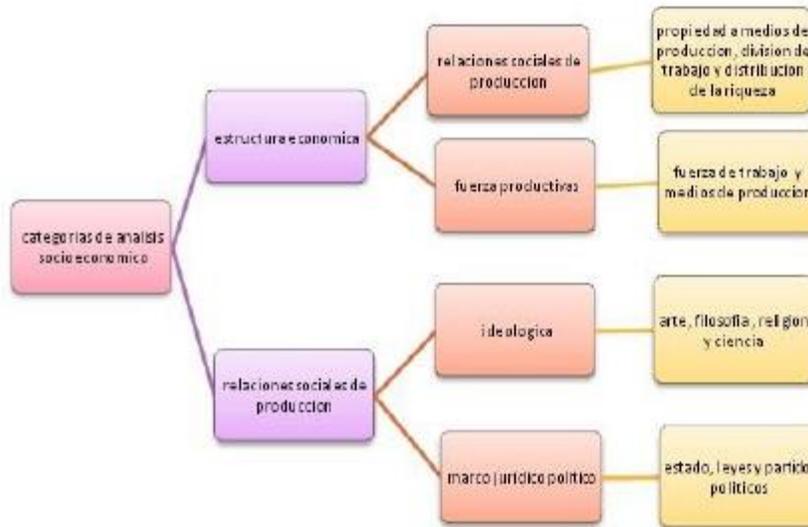
En el mundo, durante la historia, han predominado dos sistemas socioeconómicos en los últimos tiempos, el socialismo y el capitalismo. El primero se basa en la propiedad social sobre la mayoría de los medios de producción, y a partir de este principio se compone toda una infraestructura política, económica y social. En el capitalismo el principio se basa en la propiedad privada sobre la mayoría de los medios de producción.

Estas estructuras se componen de una súper estructura, la cual tiene la función de regir y organizar mediante instituciones la vida social y política de un país, y para esto crean una serie de organismos con funciones determinadas, como el ejército, la policía, los tribunales, las leyes y las distintas secretarías, las cuales, mediante su influencia y facultades rigen el funcionamiento de la sociedad a partir de la estructura dominante. A continuación, en el esquema se muestra cómo se compone en una sociedad la estructura socioeconómica.<sup>73</sup>

---

<sup>72</sup> Francisco Benítez Castanedo, Bernardino León Olivares, *Estructura socioeconómica de México*, p. 189.

<sup>73</sup> Tomado de la página <http://www.google.com.mx/imgres?q=estructura+socioeconómica>



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

¿Qué importancia tiene este subtema para la ingeniería industrial? Desarrolla la respuesta en tres cuartillas.

### 8.2.1 Tipos de industria

En nuestros orígenes, la división del trabajo aparece como una manera de organizar la producción. De aquí parecen haber surgido las raíces de las diferentes industrias que existen en la actualidad.

El conocimiento y los innumerables avances de la ciencia y la técnica, junto al crecimiento demográfico de la población, se constituyeron en premisas para el nacimiento de la industria. Ésta se define como el conjunto de operaciones que se llevan a cabo para obtener, transformar o transportar materias primas que permitan generar productos elaborados.

Las industrias, al igual que las especialidades, se caracterizan por producir un producto útil para la sociedad, el cual estará acorde con la misión social de la industria dentro de la sociedad.

En nuestros tiempos existe una gran diversidad de industrias, entre las que se puede mencionar:

- La industria del petróleo, la cual tiene como misión la extracción y distribución de petróleo.<sup>74</sup>



- La industria textil, la cual tiene la misión de la confección de prendas de vestir y otros artículos.<sup>75</sup>



- Industria automotriz, ésta tiene la misión de la elaboración de medios de transporte.<sup>76</sup>

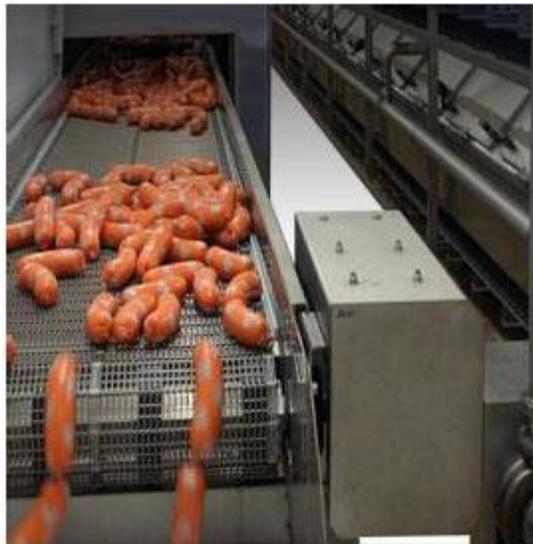
<sup>74</sup> Imagen tomada de la página [http://www.google.com.mx/search?hl=es&sugexp=ppwl&cp=28&gs\\_id=9&xhr=t&q=%09La+industria+del+petr+oleo](http://www.google.com.mx/search?hl=es&sugexp=ppwl&cp=28&gs_id=9&xhr=t&q=%09La+industria+del+petr+oleo)

<sup>75</sup> Imagen tomada de <http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://2>

<sup>76</sup> Tomada de <http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.empresate.>



- Industria alimentaria, su función es la producción de alimentos.<sup>77</sup>



- Industria química, su misión es producir bienes de consumos a partir de principios químicos.<sup>78</sup>

<sup>77</sup> Tomada de <http://www.google.com.mx/imgres?q=%09%09Industria>

<sup>78</sup> Imagen tomada de <http://www.google.com.mx/imgres?q=%09Industria+química>



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Menciona otros tipos de industrias, y escribe en dos cuartillas las características y misiones.

### *8.2.2 La ingeniería y el medio ambiente*

La acción del ser humano hacia la naturaleza ha provocado un impacto negativo en la integridad del ambiente, del cual depende en gran medida el bienestar de la sociedad y del ser humano. El aumento del calentamiento global y de los desastres naturales, son algunas de las consecuencias.

La situación es crítica, como ha sido fundamentado por diferentes estudios. En la “Evaluación de los ecosistemas del milenio”, estudio divulgado en 2005 (con la participación de 1 300 científicos del mundo), se evaluaron las consecuencias de los cambios en los ecosistemas sobre el bienestar de la humanidad y las estrategias científicas para tomar acciones que permitan detener este problema, teniendo como objetivo evitar una catástrofe para la especie humana y los demás seres vivos.<sup>79</sup>

---

<sup>79</sup> Consejo de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Estamos Gastando más de lo que poseemos. New York: United, p. 3.

Desde una perspectiva global, la destrucción y degradación de los ecosistemas, ha provocado que éstos tengan menos capacidad para ofrecer servicios de abastecimiento.<sup>80</sup> Es una realidad que muchos sectores, como la agricultura, la ganadería, o la industria, han aumentado su capacidad productiva con el desarrollo de la tecnología, pero los medios de los cuales se nutren, se están agotando.

Nos encontramos entonces frente a una incongruencia donde, por una parte, debido a los avances tecnológicos, ha mejorado notablemente la calidad de vida del ser humano; pero al mismo tiempo, el medio del cual dependemos para nuestra subsistencia (que es el planeta), pierde la capacidad de ofrecer sus servicios indispensables.

La ingeniería, como disciplina que transforma la naturaleza en función del bienestar de la humanidad, deberá reconsiderar los aspectos negativos provocados por la acción renovadora de la tecnología sobre el ambiente, de buscar soluciones revolucionarias y efectivas que permitan la convivencia del ser humano y del planeta de una manera armónica, eliminando todas las causas y condiciones que puedan atentar contra la integridad del planeta.

La humanidad ya ha tomado una conciencia acerca del tema, y la ingeniería traza estrategias sólidas encaminadas a la solución de tan impactante problema, como son la biotecnología y la creación de fuentes de energías renovables, entre otras estrategias. Diversos países, mediante sus gobiernos, están considerando leyes que están dirigidas a proteger el medio de actos irresponsables que atenten contra la vida.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Haz referencia escrita en dos cuartillas de un proyecto para mejorar el ambiente, el cual se esté desarrollando en tu comunidad.

---

<sup>80</sup><http://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/26a7.pdf>

### *8.2.3 Problemas urbanos*

Los avances de la ciencia y la técnica, el crecimiento demográfico, la constante emigración del campo a la ciudad generan crisis en los sistemas urbanos. Esto es de fácil comprensión si se analiza desde el punto de vista particular. Si una familia vive en un departamento pequeño de dos recámaras y decide convivir con 6 parientes más, la vida se hace más compleja, pues los recursos disponibles son escasos para satisfacer la demanda de todos. Lo mismo sucede con la vida urbana. El gran aumento de la población sin concebir previamente el mejoramiento de los distintos sistemas que influyen en el bienestar de una ciudad, como son la perfección de los acueductos y alcantarillados, el aumento de la capacidad instalada en materia de corriente eléctrica, el mejoramiento de las comunicaciones y carreteras entre otros aspectos, comienzan a generar problemas urbanos serios.

Debido a esto, es necesario el establecimiento de normas de urbanismo que permitan el buen desenvolvimiento de la vida dentro de las ciudades. En general, para evitar problemas urbanos, se recomienda lo siguiente:

- Deben establecerse organismos rectores que rijan la elaboración de nuevas obras dentro de las ciudades.
- Los sistemas de ingeniería deben responder a las necesidades de la ciudad, es decir, si aumenta el número de habitantes debe crecer el número de servicios.
- Debe establecerse un reglamento urbano que rija la vida dentro de la ciudad.

Desde la conformación de la ciudad prehispánica, uno de los problemas que afrontaron sus pobladores fue la construcción de viviendas, su crecimiento ha sido de manera horizontal. En otras ciudades latinoamericanas el mayor aporte al crecimiento urbano es de manera vertical. La concentración y crecimiento del Distrito Federal, por ejemplo, también es herencia del desarrollo

económico y político centralizado, con tres décadas de alta intensidad como lo fueron los años cincuenta al setenta del siglo pasado.<sup>81</sup>

La emigración hacia las grandes ciudades se ha convertido en un problema real. El espacio habitacional se reduce cada día más, y aunque los gobiernos vienen trazando estrategias para controlar este fenómeno, el problema de la vivienda sigue latente y se agrava cada día más. No se dispone de recursos financieros para la construcción de nuevas viviendas, que generalmente son requeridas por grupos populares, los cuales, por su condición, representan la franja de pobreza urbana de la ciudad. Tal fenómeno trae como consecuencia la creación de asentamientos que no cuentan con una planificación urbana adecuada y terminan convirtiéndose en localidades sin condiciones para la vida o son inhabitables.

Esto trae como consecuencia que no se desarrolle una vida sana para los pobladores. Los gobiernos deberán trazar estrategias de desarrollo para el resto de las localidades del país, creando fuentes de empleo y mejores condiciones de vida. Se debe evitar el fenómeno de la emigración indiscriminada de la población hacia las grandes ciudades.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Haz una investigación acerca de los principales problemas urbanos que afectan a la ciudad de Nueva York. Da tu criterio y posibles soluciones como futuro ingeniero.

### *8.2.4 Contaminación ambiental*

Desafortunadamente, es la industria la mayor causante de la contaminación ambiental. Son los profesionales de la ingeniería los encargados de darle solución a esta situación, por lo que deberán trazar estrategias efectivas y oportunas.

La emisión de gases a la atmosfera es uno de los problemas que está agravando la situación de la contaminación, esta constante emisión de gases

<sup>81</sup> [http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146\(041\).htm](http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146(041).htm)

contaminantes a la atmosfera, producido por las industrias y medios de transporte, es un problema urbano y no urbano. Los seres humanos estamos siendo afectados por la contaminación, lo cual puede verse reflejado en la salud principalmente. Diversos tipos de enfermedades respiratorias, de la piel, entre otras, son algunas de sus consecuencias.

A esto se le puede sumar el calentamiento global, con la destrucción de la capa de ozono, que trae consigo el derretimiento de los glaciares de hielo de los polos, lo cual provoca, a su vez, el aumento del nivel de las mareas, y esto, la penetración del mar hacia la tierra.

Otro tipo de contaminación es la de las aguas, también provocada, fundamentalmente, por la industria. Las industrias expiden desechos altamente nocivos hacia las fuentes de agua, como son los ríos, las lagunas y el mar. Por supuesto, el ser humano se ve afectado, y toda la vida que en estos subsistemas existe.

La contaminación de la tierra es provocada igualmente por desechos de origen industrial. La acumulación de desechos no orgánicos, que no se degradan en miles de años, ocupan espacios de terrenos que dejan de producir bienes. Dañan también los ecosistemas como son la vegetación, la fauna y la flora.

Siendo así, acciones propiamente industriales están degradando los tres ecosistemas de los cuales depende nuestra especie. Solo podrá ser el propio ser humano, con nuestra actividad creadora, el que dé solución a estos problemas. Si bien la ingeniería ha tenido “el ingenio” de crear esto, quizás sin tener una conciencia clara de las consecuencias, ahora la debe tener para corregir los errores. La biotecnología se proyecta como una de las grandes soluciones.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Investiga acerca de soluciones concretas que han generado ingenieros y científicos para disminuir la contaminación ambiental en la Ciudad de México.

### *8.2.5 Política y compromisos de desarrollo*

Todo lo visto en el subtema anterior, conlleva a una serie de medidas y políticas que deben estar encaminadas a un desarrollo sustentable. Con este desarrollo se debe lograr aumentar la calidad de vida y, al mismo tiempo, mantener un medio limpio. Bajo este precepto se están guiando las políticas y programas de desarrollo sustentables, tanto nacionales como internacionales. Sin embargo, aún queda mucho por hacer.

Dentro de las medidas más comprometidas con el ambiente, están por ejemplo la siembra de árboles para limpiar la atmosfera, el reciclaje (convertir desechos en materia prima útil), estimular fuentes de energías renovables y no contaminantes.

La más importante de todas las medidas es lograr la conciencia de que no podemos contaminar y a la vez que los recursos se agotan. Debemos ser moderados y ahorrativos con los recursos naturales. Las políticas de protección al medio deberán tener un carácter preventivo y no de corrección.<sup>82</sup>

El cuidado del ambiente requiere la participación de ciudadanos organizados y conscientes del calentamiento global, la disposición de agua, la deforestación, los patrones de producción y consumo.

Los compromisos actuales del cualquier profesional, incluyendo con vehemencia, al ingeniero, es la generación de productos y la puesta en práctica de acciones orientadas a un desarrollo sustentable de los recursos. La protección al medio debe ser lo primordial. Las empresas deberán desarrollar procesos limpios que permitan aumentar la calidad de vida del ser humano y, a la vez, mantener un ambiente natural y saludable.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Haz un resumen de tres cuartillas, en el que destagues las ideas principales del siguiente comunicado emitido por Semarnat:

---

<sup>82</sup> Tomado de la página <http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental/Paginas/accionesparacuidar.aspx>

Com. 475/11.- Presenta Semarnat metodología para optimizar el sistema normativo ambiental del país.

La publicación ayudará al Gobierno Federal a incrementar la transparencia y eficacia de los instrumentos normativos.

Comunicado de prensa Núm. 475/11 | México, D. F. 10 de noviembre de 2011

La Subsecretaria de Fomento y Normatividad Ambiental de la Semarnat, Sandra Denise Herrera Flores, indicó que esta dependencia trabaja en la elaboración de herramientas que permitan lograr la certeza jurídica en el sector ambiental, con lo cual se contribuirá al incremento de la competitividad nacional en materia de sustentabilidad.

Una de esas herramientas, dijo, es el procedimiento de Evaluación de Instrumentos Normativos del Sector Ambiental”, el cual permitirá ubicar en dónde está México en este rubro, y facilitará el análisis y la transparencia de las normas vigentes.

El libro que tienen ustedes en las manos contiene la sistematización del proceso de evaluación de efectos o impacto de las normas oficiales mexicanas del sector ambiental, y es un paso integrante del ciclo estructurado de la normalización”, explicó la funcionaria federal al presentar la publicación.

Agregó que el propósito de esta guía metodológica es ordenar y estandarizar los métodos, herramientas y conceptos para llevar a cabo el proceso de evaluación del efecto o impacto generados en el entorno por la aplicación de los instrumentos normativos del sector ambiental.

El nuevo documento será de gran utilidad para funcionarios y entidades de la Administración Pública que tienen la atribución de expedir instrumentos normativos en la materia, y de esta manera podrán incrementar su eficiencia, lo que tendrá efectos positivos en el entorno ecológico y la calidad de vida de la sociedad.

La Subsecretaria Herrera Flores señaló que las conclusiones derivadas de este proceso resaltan la importancia de la rendición de cuentas y la

transparencia de la gestión pública, con base en la medición de indicadores y evaluaciones con credibilidad y rigor técnico. Además, subrayó la necesidad de impulsar los estudios científicos y técnicos que aporten datos de línea base para diferentes temas como es el forestal, el agua, el aire y el suelo.

Por su parte, Alfonso Carballo, Titular de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (Cofemer), señaló que el contenido de este documento propone la utilización de herramientas innovadoras para medir el grado en que los instrumentos regulatorios se apegan o se desvían del objetivo para el cual fueron diseñados.

Comentó que su uso contribuye a encontrar áreas de oportunidad que permitan perfeccionar el marco regulatorio nacional a efecto de que éstas cumplan con el objetivo para el cual fueron diseñadas, en donde su cumplimiento derive en los menores costos posibles para la sociedad, lo cual incide directamente en el mejoramiento de la productividad del país.

En la presentación del documento se contó con la presencia de Alexandra Ortiz, Gerente del Sector de Desarrollo Sustentable Banco Mundial; Miguel Ángel Valenzuela, integrante de Innovación para el Desarrollo Sustentable, y Benjamín Guillermo Hill Mayoral, Jefe de la Unidad de Evaluación del Desempeño de la Subsecretaría de Egresos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

## AUTOEVALUACIÓN

1 ¿Una educación que no tenga en cuenta los principios globalizadores, egresará profesionales capaces de enfrentar los nuevos retos del mundo actual?

2 Las estructuras socioeconómicas influyen sobre el desarrollo de la ingeniería. Argumente.

3 Las emisiones de gas a la atmosfera y los grandes tiraderos de basura en ríos y mares son un peligro para la subsistencia de la humanidad. Argumente

### Respuestas

1. No porque la globalización es un fenómeno de carácter universal, el cual se impone en todas las esferas de la sociedad y la economía.

2. Sí, ya que la estructura socioeconómica en el desarrollo de la sociedad es determinante, pues de sus doctrinas y principios depende el desenvolvimiento de la sociedad y la economía de un país, y son los pueblos mediante sus gobiernos los que establecen el sistema socioeconómico y, al mismo tiempo, lo cambian o transforman.

3. Sí, pues la contaminación de la atmosferas y las aguas está afectando seriamente ecosistemas como el aire y el agua, que son fundamentales para la vida humana.

## GLOSARIO

**Acceso:** es el conjunto de decisiones estratégicas que se refieren a los canales por los cuales una empresa hace llegar sus productos y servicios a los clientes.

**Actividades:** el tercer tipo de decisiones que debe tomar una empresa se refiere a la selección de actividades que formarán la base de la propuesta de valor de la empresa, junto con la opción de llevarlas a cabo con recursos propios o con apoyo de terceros.

**Actualización:** superación y educación continua que la actual sociedad del conocimiento le exige a los trabajadores y profesionistas de la sociedad globalizada.

**Análisis costo–beneficio:** permite conocer el costo y las utilidades de una solución que está bajo consideración.

**Análisis Pareto:** el análisis Pareto consiste en separar, “lo mucho de lo poco” mediante diagramas que obedecen a datos reales. Estos se ordenan de forma descendente. El diagrama se emplea para llamar la atención sobre algo que permite establecer las prioridades.

**Arena:** una empresa debe elegir en qué “arena” va a competir. Esto implica definir su línea de trabajo, seleccionar el mercado para sus productos y atender a cada uno de los mercados elegidos.

**Biotecnología:** es una actividad multidisciplinaria basada en la aplicación de los principios científicos y de la ingeniería, al procesamiento de materiales por agentes biológicos con el fin de proveer bienes y servicios.

**Capacidad analítica:** es la habilidad que permite encontrar la forma de plantear los problemas de manera sencilla, separando los elementos de importancia y decidiendo en qué debe centrarse para obtener más eficiencia.

**Comparaciones apareadas:** ayuda a cuantificar las preferencias del grupo.

**Competencias:** desempeños prácticos que necesitan desarrollar los ingenieros de la actual sociedad del conocimiento, integrados por conocimientos, habilidades, destrezas y valores personales, para desempeñarse e integrarse al desarrollo de la misma.

**Creatividad:** capacidad de inventar, descubrir y aplicar los conocimientos de manera práctica.

**Diagrama de Pert:** es aplicable a proyectos en cualquier campo, particularmente a los complejos y novedosos. Estos persiguen el objetivo de controlar tiempos y costos. Un ejemplo es el método de la ruta crítica. Para elaborar un diagrama de Pert, se deben identificar las actividades necesarias, determinar las interrelaciones, y orden de prioridad, calcular el tiempo requerido para la actividad.

**Diagrama Gant:** registra, programa sucesos, actividades y responsables de ejecutarlas.

**Globalización:** proceso de expansión y desarrollo de la economía, el comercio y la tecnología en el ámbito cultural, social y educativo del mundo contemporáneo.

**Gráfico de sectores:** en estos gráficos se refleja el consenso de grupo de personas.

**Hoja de balance:** esta nos permite descifrar los pros y contras de una variedad de opciones. Nos da la posibilidad de agrupar información y facilitar la discusión de los miembros del grupo en la búsqueda de soluciones.

**Liderazgo en productos y servicios:** cuando una empresa compite por superioridad en el desempeño, su objetivo es posicionarse en la mente de los consumidores. Para esto, las empresas deben mantener una constante innovación de los productos o servicios. Caracterizarse por ser las primeras en entrar con sus productos o servicios al mercado.

**Liderazgo y correcta comprensión de la información:** capacidad del ser humano para separar, organizar la información para definir y tomar decisiones. Debe tener la habilidad de dirigir grupos de personas, capacitar a los subordinados para en su momento delegar, ser capaz de escuchar y convencer buscando el bienestar de todo el colectivo. Un colectivo unido y comprometido con el trabajo obtiene mejores resultados.

**Bienestar:** estado de satisfacción vivenciado de manera personal por cada individuo en particular, estrechamente relacionado con lo que éste considera

que es la calidad de vida, la satisfacción de sus necesidades y el logro que ha obtenido en la búsqueda de la felicidad.

**Orientación al ser:** tendencia humana orientada al desarrollo humano y personal, basada en el desarrollo de las habilidades, los conocimientos y los valores de la persona.

**Orientación al tener:** tendencia humana orientada al logro de bienes materiales y a la posesión y control de objetos, personas o poder.

**Sistema:** es una agrupación de factores que se relacionan para lograr un objetivo; por ejemplo, en ingeniería industrial con frecuencia se estudian sistemas industriales, como la cadena de suministro, la cual consiste en considerar a la materia prima, los recursos humanos y el capital, organizados para producir y distribuir mercancías o servicios.

**Tormentas de ideas:** generación de ideas. Consiste en dar la posibilidad a grupos de personas para que expongan sus ideas, las cuales se van perfeccionando a medida que avanzan las intervenciones.

## BIBLIOGRAFÍA

Altarejos, F., Rodríguez Sedano, J Fontrodon, *Retos educativos de la globalización. Hacia una sociedad solidaria*, España, Ediciones Universidad de Navarra, 2003.

Barba, B.C. y M. F. Zorrilla. ). *Valores y Educación*, España, Editorial Trillas, 1986.

Benítez Castañedo León Olivares, B., *Estructura socioeconómica de México*, Editorial Santillana México, 2010.

*Código de ética del ingeniero mexicano*, Recuperado el 06 de diciembre del 2011

de, <http://dialnet.unirioja.es/servlet/busquedadoc?t=identidad+moderna&db=1&td=todo>.

J. Pavón y A. Hidalgo, *Gestión e innovación, un enfoque estratégico*, España, Ediciones la Librería, 1997.

Lon Bertalanffy, *The Theory of Open Systems in Physies and Biology*, Science, cit.usa, 1950

M. Arroyo, *Nuevas fuentes de energía para un futuro sostenible ¿Petróleo caro o protección del medio?*, recuperado el 6 de diciembre del 2011, de la página <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/143.htm>

M. García Blanco, 2003, *Humanismo, sociedad y sociología: una perspectiva*, recuperado el 6 de diciembre del 2006, de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/busquedadoc?t=individuo+y+sociedad&i=101>  
http

Maier, Norman, R. F., *Toma de decisiones en grupo: Técnicas de conducción de juntas para toma de decisiones*, México, Trillas, 1980.

Molina. H. A, *Revista Médica Universitaria*, Vol. No. 2, Argentina, ISSN 1609891.

O. Romero Hernández, D. Muñoz Negrón y S., Romero Hernández. *Introducción a la ingeniería industrial un enfoque industrial*, México, Cengage Learning 2008.

Parra. J ,2009 *Especialización en desarrollo rural*. Recuperado el 6 de diciembre del 2011 de la página

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/index.html>.

R. Ertola, O. Yantorno y C. Mignone, *Programa 2003 Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la OEA*. Recuperado el 6 de diciembre del 2011 de

<http://www.biologia.edu.ar/microind/>

R. Morones, Ramírez, *Nuevas Tendencias en la Biotecnología*, Volumen III, Núm. III, 2010, PP299-306 ISSN1405-9177.

R. B. Rodríguez, Charles Taylor, 2005, *Identidad, comunidad y libertad*. Tesis Doctoral. Recuperado el 6 de diciembre del 2011 de la página [www.uam.es/ss/Satellite?blobcol](http://www.uam.es/ss/Satellite?blobcol)

Rodrigo D López G y Luis C. Torres S. *Teoría de los Sistemas*, ISBN: 978-958-3456-9, 2009.

Sánchez Delgado P, Rodríguez Miguel. J.C., *Revista Iberoamericana de Educación* (2011), ISSN 1681-5653 No 54/5, *Solución de problemas en las organizaciones*, México, Trillas, 1983.

Martínez Marcos, “*La educación en tecnología: hacia una visión humanista en el desarrollo curricular*”, Revista Iberoamericana de Ciencia y Educación, Organización de Estados Iberoamericanos para la Ciencia y la Educación, 2006.

Trejos Estradas, Sergio Rubén, Ramírez López, Carolina, 2007, “Situación de la Biotecnología en México y su Factibilidad de Desarrollo”. Recuperado el 6 de diciembre del 2011, <http://www.economia.gob.mx/swb/work/models/economia/Resource/2278/1/images/RESUMENEJECUTIVOPARTE2>.

F. K. Berrien, *General and Social Systems*, New Brunswick, N. J., Rutgers University, 1968.

Miller, James Grier, *living System*, Sociedad Internacional para la Ciencias de Sistemas, 1995.

Paz, Octavio, *Ideas y costumbres: Tiempo nublado*, México, Fondo de Cultura Económica, 1995.

Sánchez Delgado Primitivo, Rodríguez Miguel, Juan Carlos, 2011, *Globalización y educación repercusiones del fenómeno en los estudiantes y alternativas frente al mismo*. Recuperado el 6 de diciembre del 2011, de <http://www.rieoei.org/deloslectores/3871Sanchez.pdf>

M. García Blanco, 2007, *Humanismo, sociedad y sociología: una perspectiva sistémica*. Recuperado el 6 de diciembre de 2011, de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/busquedadoc?t=individuo+y+sociedad&i=101>